



UNIVERSIDADE DE ÉVORA

ESCOLA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA

Mestrado em Conservação e Reabilitação de Águas Interiores

Dissertação

**Qualidade da água no Brasil: dos conceitos à prática num estudo de caso
no estado do Rio de Janeiro – Rio Paraíba do Sul**

Morgana Batista Alves Rangel

Orientadora:

Prof^a Doutora Maria Manuela Morais

Évora, 14 de Dezembro de 2011

Mestrado em Conservação e Reabilitação de Águas Interiores

Dissertação

**Qualidade da água no Brasil: dos conceitos à prática num estudo de caso
no estado do Rio de Janeiro – Rio Paraíba do Sul**

Morgana Batista Alves Rangel

Orientadora:

Prof^a Dra. Maria Manuela Morais

“(...) Gostaria de ser um crocodilo porque amo os grandes rios, pois são profundos como a alma de um homem. Na superfície são muito vivazes e claros, mas nas profundezas são tranqüilos e escuros como o sofrimento dos homens.”

João Guimarães Rosa

Qualidade da água no Brasil: dos conceitos à prática num estudo de caso no estado do Rio de Janeiro – Rio Paraíba do Sul

Com este trabalho pretende-se realizar uma caracterização físico-química do Rio Paraíba do Sul no seu percurso pelo estado do Rio de Janeiro. A caracterização físico-química do troço estudado foi feita com base em dados disponíveis no banco de dados do Instituto estadual do Ambiente (INEA).

A ordenação dos descritores físico-químicos foi estudada através da Análise de Componentes Principais (ACP). Efectuou-se a ordenação de 26 descritores, utilizando a matriz simétrica de correlação para os 7 locais de colheita em diferentes meses em 32 anos (774 unidades amostrais).

Os resultados revelam que a montante a contaminação é sobretudo orgânica com origem de efluentes urbanos e de agricultura/pecuária, sendo progressivamente substituída para jusante por contaminação em metais pesados de origem industrial.

Propõe-se assim como medidas para melhoria da qualidade do rio, a fiscalização e aplicação mais eficaz das directrizes ambientais outrora estabelecidas na legislação em vigor, bem como acções capazes de reverter esta expressiva contaminação.

Water quality in Brazil: from concepts to practice in a case study in the state of Rio de Janeiro - Rio Paraíba do Sul

With this work we intend to perform a physico-chemical characterization of the Paraíba do Sul River on its way through the state of Rio de Janeiro. The physico-chemical characterization of the studied reach was based on available data of Instituto Estadual do Ambiente (INEA).

The ordination of the physical-chemical descriptors was studied by the Principal Component Analysis (PCA). The ordination was performed for 26 descriptors, using the symmetric matrix of correlation between descriptors for the seven collecting sites sampled in different months, over the 32 years (774 sampling units).

The results revealed that the amount of contamination is mainly originating from organic sources from urban sewage, agriculture/livestock, being progressively replaced downstream by heavy metal contamination, originating from industrial contamination. Therefore, as measures to improve the quality of the river it is proposed an oversight and more effective enforcement of environmental guidelines previously established in the legislation, as well as actions that can reverse the significant contamination.

Agradecimentos

Palavras não são e nunca serão suficientes para explicar toda a consideração que sinto por todos que me ajudaram a tornar realidade essa fase da minha vida. No processo de criação desta tese, tive oportunidade de referir que uma dissertação, apesar do processo solitário a que qualquer investigador está destinado, reúne contributos de várias pessoas. Desde o início do curso contei com a confiança e o apoio de inúmeras pessoas e instituições.

Agradeço primeiramente à Prof^a. Manuela Morais, minha querida orientadora pela paciência e suas valiosas contribuições. Acima de tudo, obrigada por continuar a me acompanhar nesta jornada e por estimular o meu interesse pelo conhecimento e pela vida académica.

Às minhas estimadas amigas Ana Pedro, Helena Silva e Joana Rosado pelo imenso carinho e dedicação que recebi. Tenho certeza que meus sorrisos não poderão retribuir toda atenção e tempo que dedicaram a mim.

Aos companheiros Guilherme Wilson, Giselle Ribeiro, Viviane Japiassú que fazem parte da família do Centro de Serviços Ambientais da Fetranspor e que me estimularam emocional e intelectualmente tornando a concepção dessa fase possível. Ao Renato Arbex por sua astúcia e me resgatar no momento de crise frente ao computador e compilação de dados. À querida colega Milena Borges pela delicadeza nas palavras de estímulo.

Aos professores do curso de mestrado em Conservação e Reabilitação de Águas Interiores pela partilha do saber.

À Universidade de Évora pela agilidade e apoio que tornaram possível apresentação deste trabalho.

E por fim, e não menos importante aos meus pais Elisete e Michel, minha querida avó Irene, minha madrinha Rita Chehuan, meu prezado tio Humberto Teixeira e meu companheiro Marcio Capri por todo apoio, amor, atenção sem reservas e investimentos.

O meu profundo e sentido agradecimento. Tenho certeza que sem a contribuição de todos, nada teria valido a pena.

Índice

Qualidade da água no Brasil: dos conceitos à prática num estudo de caso no estado do Rio de Janeiro – Rio Paraíba do Sul	iii
Water quality in Brazil: from concepts to practice in a case study in the state of Rio de Janeiro - Rio Paraiba do Sul.....	iv
Agradecimentos	v
Índice	vi
Índice de Figuras	vii
Índice de Tabelas.....	viii
1. Introdução	1
2. Qualidade da água: situação actual no Brasil	3
2.1. Índice de Qualidade da Água	9
2.2. Legislação Federal em vigor no ano de 2011	12
2.2.1. Constituição Federal de 1988 e o Código de Águas de 34	13
2.2.2. Leis Federais	14
2.2.3. Decretos Federais.....	19
2.2.4. Resoluções CONAMA	19
2.2.5. Resoluções Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH).....	22
2.3. Diferenciação entre Estados	26
2.4. Legislação do Estado do Rio de Janeiro em vigor no ano de 2011	32
2.4.1. Constituição Estadual do Rio de Janeiro de 1989 Art. 268 ^o	32
2.4.2. Leis Estaduais no Rio de Janeiro.....	33
2.4.3. Decreto Estadual	34
2.4.4. Resoluções Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERHI).....	34
3. Estudo de caso no estado do Rio de Janeiro – Bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul....	36
3.1. Introdução	36
3.2. Características Gerais da Bacia do Paraíba do Sul.....	37
3.2.1. Fisiografia	37
3.2.2. Hidrologia	40
3.2.3. Cobertura Vegetal	41
3.3. Metodologia	45
3.4. Resultados e Discussão	46
4. Considerações Finais	51
5. Referências Bibliográficas	53

Índice de Figuras

Figura 1 - Relação entre a disponibilidade hídrica brasileira e a população. Fonte: Libânio, 2005.	4
Figura 2 - Divisão Hidrográfica Nacional Fonte: Resolução CNRH nº 32, de 15/10/2003.....	8
Figura 3 - Nível de implementação do monitoramento da qualidade das águas nas unidades da Federação (PNGRH, 2006).....	10
Figura 4 - Mapa Político Administrativo da Bacia (CEIVAP, 2007)	40
Figura 5 - Vegetação Original na Bacia do Rio Paraíba do Sul (CEIVAP, 2007).....	42
Figura 6 – Localização dos sete pontos seleccionados para caracterização físico-química da qualidade da água no rio Paraíba do Sul.....	Erro! Indicador não definido.
Figura 7 - Ordenação de parâmetros físico-químicos da água na primeira e segunda componente (Análise de Componentes Principais – ACP).....	47
Figura 8 - Ordenação dos locais de amostragem ao longo da primeira e segunda componentes (Análise de Componentes Principais - ACP)	48
Figura 9 - Ordenação dos locais de amostragem ao longo da primeira e segunda componentes, com identificação dos anos de amostragem de 1979 a 2011 (Análise de Componentes Principais - ACP)	49
Figura 10 - Ordenação dos locais de amostragem ao longo da primeira e segunda componentes, com identificação do período húmido e do período seco (Análise de Componentes Principais - ACP).....	50

Índice de Tabelas

Tabela 1- Países com mais e menos água. Fonte: Tundisi, 2005.	4
Tabela 2 - Classificação segundo classes de potencial e níveis de uso de água doce. Fonte: Rebouças (2006).....	5
Tabela 3- Balanço hídrico das principais bacias hidrográficas brasileiras. Fonte: Braga et al (1998)	6
Tabela 4- Classificação das águas no Brasil. Fonte: Adaptado Resolução CONAMA 357/2005..	20
Tabela 5- Classificação das águas doces, salinas e salobras. Fonte: Conselho Nacional do Meio Ambiente – Resolução CONAMA nº 357/2005.....	20
Tabela 6- Leis estaduais de recursos hídricos (Pompeu, 2006 – Adaptado).....	26
Tabela 7- Municípios de Minas Gerais que abrangem a Bacia do Paraíba do Sul	37
Tabela 8- Municípios do Rio de Janeiro que abrangem a Bacia do Paraíba do Sul.....	39
Tabela 9- Municípios de São Paulo que abrangem a Bacia do Paraíba do Sul.....	39
Tabela 10- Unidades de Conservação no Trecho Fluminense da Bacia do Rio Paraíba do Sul (CEIVAP, 2007 - Adaptado).....	43

Lista de Abreviaturas e Siglas

ABRH	Associação Brasileira de Recursos Hídricos
ACP	Análise de Componentes Principais
ANA	Agência Nacional de Águas
CEIVAP	Comitê para Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul
CERHI	Conselho Estadual de Recursos Hídricos
CETESB	Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental
CNRH	Conselho Nacional de Recursos Hídricos
CNRH	Conselho Nacional de Recursos Hídricos
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
DQO	Demanda Química de Oxigênio
ETAR	Estação de Tratamento de Águas Residuárias
GEROE	Grupo Executivo para Recuperação e Obras de Emergência do Estado do Rio
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INEA	Instituto Estadual do Ambiente
IQA	Índice de Qualidade da Água
MMA	Ministério do Meio Ambiente
NSF	National Sanitation Foundation
OD	Oxigênio Dissolvido
ONU	Organização das Nações Unidas
PCD	Plataformas de Coleta de Dados
PGRH	Plano de Gerenciamento de Recursos Hídricos
PNMA	Programa Nacional de Meio Ambiente
PNRH	Plano Nacional de Recursos Hídricos
SDT	Sólidos Dissolvidos Totais
SINGREH	Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos
SST	Sólidos Suspensos Totais

1. Introdução

O Brasil apresenta uma situação confortável, em termos globais, quanto aos recursos hídricos. Possui a maior disponibilidade hídrica do planeta, estima-se que possui entre 12% e 16% de águas doces. A disponibilidade hídrica *per capita*, determinada a partir de valores totalizados para o país, indica uma situação satisfatória, quando comparada aos valores dos demais países, segundo dados da Organização das Nações Unidas (ONU).

A principal fonte de águas doces no planeta localiza-se do escoamento de águas superficiais. De acordo com Tundisi, 2006 o escoamento global anual é de 44.500km³ por ano. A distribuição dessas águas superficiais é extremamente desigual na terra; mais da metade do escoamento ocorre na Ásia e América do Sul. Portanto, o continente sul-americano e o Brasil apresentam uma das maiores reservas de águas interiores do planeta.

O monitoramento de qualidade das águas é um dos mais importantes instrumentos da gestão ambiental. Ele consiste, basicamente, no acompanhamento sistemático dos aspectos qualitativos das águas, visando a produção de informações e é destinado à comunidade científica, ao público em geral e, principalmente, às diversas instâncias decisórias. Nesse sentido, o monitoramento é um dos factores determinantes no processo de gestão ambiental, uma vez que propicia uma percepção sistemática e integrada da realidade ambiental (Tucci, 2006).

No Brasil, o Índice de Qualidade das Águas (IQA) é o principal indicador utilizado no país e está sendo empregado, actualmente, em 12 unidades da Federação, que representam cerca de 60% da população. Os dados de monitoramento englobam sete das 12 regiões hidrográficas brasileiras, incluindo a Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (Atlântico Sul, Paraguai, Atlântico Sudeste, São Francisco, Paraná, Atlântico Leste e Amazónica). Apesar de sua importância como principal indicador de qualidade de água no país, qualquer análise dos dados do IQA deve sempre considerar suas limitações, pois no seu cálculo são utilizados apenas nove parâmetros, que em sua maioria são indicadores de contaminação de esgotos domésticos ou cargas orgânicas de origem industrial. Portanto, corpos de água poluídos por parâmetros não incluídos no cálculo do IQA podem ter um bom valor de IQA, o que pode induzir a interpretações erradas. Sendo assim, a utilização de uma nova proposta para avaliar a qualidade da água por meio de análise multivariada de alguns parâmetros escolhidos sugere uma nova abordagem para avaliar a qualidade das águas.

No Estado do Rio de Janeiro, o monitoramento vem sendo realizado desde a década de 70, nos principais rios, reservatórios, lagoas costeiras, baías e praias. O monitoramento consiste na colecta de amostras de água, sedimento, biota, que são enviadas para análises nos laboratórios.

A escolha dos pontos de amostragem provenientes do INEA, e dos parâmetros a serem analisados é feita em função do corpo de água, do uso benéfico de suas águas, da localização de actividades que possam influenciar na sua qualidade, e da natureza das cargas poluidoras, tais como despejos industriais, esgotos domésticos, águas de drenagem agrícola ou urbana.

Apesar de sua importância, a gestão da qualidade da água no país não tem historicamente merecido o mesmo destaque dado à gestão da quantidade de água, quer no aspecto legal, quer nos arranjos institucionais em funcionamento no sector, quer no planeamento e na operacionalização dos sistemas de gestão (PORTO, 2002). Por isso, é de grande relevância apresentar informações sobre o aspecto legal no âmbito das esferas federal, estadual e municipal no que diz respeito à questão da qualidade e quantidade da água no Brasil.

O rio Paraíba percorre 37 municípios, numa extensão de 500Km, praticamente quase a metade do território do Estado. Sua importância estratégica para a população fluminense pode ser avaliada pelo fato de que o rio Paraíba do Sul é a única fonte de abastecimento de água para mais de 12 milhões de pessoas, incluindo 85% dos habitantes da Região Metropolitana.

Formado pela confluência dos rios Paraitinga e Paraibuna, o rio Paraíba do Sul nasce na Serra da Bocaina, no Estado de São Paulo, fazendo um percurso total de 1.120Km, até a foz em Atafona, no Norte Fluminense. A bacia do rio Paraíba do Sul estende-se pelo território de três estados - São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro - e é considerada, em superfície, uma das três maiores bacias hidrográficas secundárias do Brasil, abrangendo uma área aproximada de 57.000km².

O presente trabalho tem como objectivos principais: (i) realizar uma breve caracterização geral sobre a qualidade da água no Brasil, bem como apresentar toda legislação correlata aplicada à qualidade das águas no âmbito federal, estadual e municipal; (ii) efectuar a caracterização físico-química do Rio Paraíba do Sul no seu percurso pelo estado do Rio de Janeiro, apresentado como caso de estudo. Para tal foram seleccionados 7 locais de amostragem seleccionados do Instituto Estadual do Ambiente com dados de monitorização desde 1970.

No final serão identificados os locais problemáticos, propondo-se medidas de correcção específicas e medidas de protecção para os locais que apresentem melhor qualidade. Pretende-se assim contribuir para uma melhor gestão dos recursos hídricos no Brasil a partir do estudo de uma bacia hidrográfica.

2. Qualidade da água: situação actual no Brasil

A principal fonte de águas doces no planeta localiza-se do escoamento de águas superficiais. De acordo com Tundisi (2006) o escoamento global anual é de 44.500km³ por ano. A distribuição dessas águas superficiais é extremamente desigual na terra; mais da metade do escoamento ocorre na Ásia e América do Sul. Portanto, o continente sul-americano e o Brasil apresentam uma das maiores reservas de águas interiores do planeta. Essa situação, porém, é complexa, já que, o país apresenta grandes diferenças biogeográficas, econômicas e sociais em seu território. O continente sul-americano é dominado por grandes rios, extensas regiões de várzeas a eles associadas, áreas alagadas pantanosas e lagos rasos. E, das seis bacias hidrográficas mais importantes da América do Sul (Magdalena, Orinoco, Amazonas, São Francisco, Paraná e Uruguai), quatro delas ocupam grande parte do território brasileiro. Localizam-se na floresta tropical úmida, cerrado e regiões semi-áridas

A produção hídrica, em território nacional é de 182.170 m³/s, o que equivale a um deflúvio anual de cerca de 5.744 km³. Levando-se em consideração as vazões produzidas na área das bacias da Amazônia, Paraná, Paraguai e Uruguai (que se encontram em território estrangeiro), essa disponibilidade hídrica total atinge 258.750 m³/s (Tundisi, 2006).

Deve-se ainda considerar que o Brasil compartilha recursos hídricos superficiais e subterrâneos com outros países da América do Sul na grande bacia Amazônica e na bacia do Rio do Prata. Estas duas grandes bacias compartilhadas trazem problemas adicionais de gerenciamento de recursos hídricos, que dependem de tratados e de sistemas de gestão internacionais onde Brasil representa 53% da produção do continente sul-americano (Braga, 1998)

Ainda de acordo com Braga, 1998 devido às atividades humanas diversificadas, no Brasil, há interferência no ciclo hidrológico nas várias regiões. De modo geral, essas interferências podem ser descritas como:

- Construção de reservatórios para diversos fins e interferências na evaporação e escoamento;
- Uso excessivo de águas subterrâneas em algumas regiões;
- Importação de água e transposição de águas entre bacias hidrográficas;

- Urbanização e trasposição acelerada que interfere no ciclo hidrológico;

Portanto, a dinâmica do ciclo é alterada (Tundisi, 2005).

Justificando a disponibilidade hídrica brasileira, segundo Tomaz (2001), embora o Brasil seja considerado um país “rico em água”, ela está mal distribuída em seu território, pois onde há muita água, existe pouca população e onde a população é muito grande existe pouca água pois apresenta grandes diferenças biogeofísicas, econômicas e sociais (Figura 1).

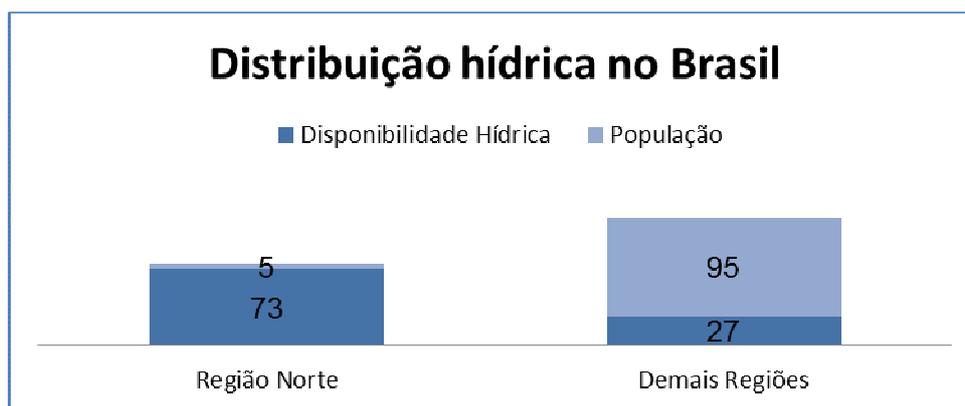


Figura 1 - Relação entre a disponibilidade hídrica brasileira e a população. Fonte: Libânio, 2005.

De acordo com Hirata (2003), a água está presente em toda parte, mas como um bem econômico aproveitável pelo ser humano a custos financeiros razoáveis, é mais escasso, pois apenas 1% da água doce que representa 0,007% de toda a água do planeta é aproveitável pela humanidade. Deste modo, já atualmente dezenas de milhões de pessoas vivem com menos de 5 litros de água por dia, em um planeta com 70% de sua superfície coberta por água (Tabela 1).

Tabela 1- Países com mais e menos água. Fonte: Tundisi, 2005.

Países com mais água (em m ³ /hab.)		Países com menos água (em m ³ /hab.)	
1º Guiana Francesa	812.121	Kuait	10
2º Islândia	609.319	Faixa de Gaza (Território Palestino)	52
3º Suriname	292.566	Emirados Árabes Unidos	58
25º Brasil	48.314	Ilhas Bahamas	66

De acordo com Tundisi (2001), As principais nascentes dos rios brasileiros são:

- a Cordilheira dos Andes, onde nascem os formadores do rio Amazonas; o Planalto das Guianas, que dá origem aos rios da margem esquerda da bacia Amazônica;
- o Planalto Central Brasileiro, de onde se originam os rios das mais importantes bacias brasileiras: a Amazônica (rios da margem direita), a Platina e a do São Francisco. Algumas das principais características da rede de bacias hidrográficas do País são as seguintes:
 - as bacias do Paraná e Uruguai (parte da bacia do Prata no Brasil) e do São Francisco apresentam o predomínio de rios do tipo de Planalto, que, em decorrência do relevo, apresentam em seu leito rupturas de declive e vales encaixados que lhes conferem grande potencial hidrelétrico;
 - com precipitações geralmente acima de 1.000 mm em suas bacias de drenagem, os rios apresentam predomínio de regime pluvial. A maior parte do País se localiza na zona tropical, sendo que seus rios apresentam cheias no verão e estiagens no inverno. Há exceções: o rio Amazonas, com regime complexo (em face de sua diversidade de afluentes), o Uruguai (cheias de primavera) e os rios do Nordeste (Piranhas, Jaguaribe, Paraíba e Capibaribe), cujas cheias são de outono/inverno;
 - existe predominância de rios perenes em grande parte do País com exceção da região Semi-Árida do Nordeste brasileiro onde, durante parte importante do ano, os rios secam;
 - os lagos no Brasil podem ser agrupados em três categorias: costeiros, formados pelo fechamento de uma restinga ou cordão arenoso (caso das lagoas dos Patos, Mirim e Mangueira, no Rio Grande do Sul; Araruama e Rodrigo de Freitas, no Rio de Janeiro); fluviais ou de transbordamento, originados pelo transbordamento de cursos fluviais.

As descargas potenciais de água dos rios de cada país, em termos de volume per capita ou de reservas sociais, permitem constatar que a distribuição das águas entre os indivíduos é muito mais desigual do que entre os países, pois há muito pouca relação entre a densidade de população e a distribuição dos potenciais de água doce em cada país (Rebouças, 1997). Os países são agrupados em classes que variam de muito pobre de água doce a muito rico, enquanto seus níveis de consumo variam entre muito baixo a muito alto (Tabela 2).

Tabela 2 - Classificação segundo classes de potencial e níveis de uso de água doce. Fonte: Rebouças (2006).

Classes de potencial	m ³ /ano	Níveis de uso	m ³ /ano
Muito Pobre	< 500	Muito Baixo	> 100
Pobre	500 - 1.000	Baixo	100 - 500

Regular	1.000 - 2.000	Moderado	500 - 1.000
Suficiente	2.000 - 10.000	Alto	1.000 - 2.000
Rico	10.000 - 100.000	Muito Alto	> 2.000
Muito Rico	> 100.000		

A divisão adotada pela Secretaria de Recursos Hídricos do Ministério do Meio Ambiente são oito as grandes bacias hidrográficas no País: a do rio Amazonas, a do rio Tocantins, as do Atlântico Sul, trechos Norte e Nordeste, a do rio São Francisco, as do Atlântico Sul, trecho Leste, a do rio Paraná, a do rio Paraguai, e as do Atlântico Sul, trecho Sudeste. (Tabela 3).

De acordo com Tundisi (2005), no Estado do Amazonas, a disponibilidade anual per capita é de 773.000m³/habitante/ano, enquanto que no estado de São Paulo a disponibilidade é de 2.209m³/habitante/ano. No Nordeste ainda é mais baixa: 1.270.m³/habitante/ano. Essas disponibilidades regionais, ainda segundo o autor, tornam-se complexas devido às diferenças em usos múltiplos e na distribuição das atividades humanas no território brasileiro. Uma vez que, muitas áreas urbanas demandam inúmeras ações para proteção, conservação e recuperação dos recursos hídricos. Por outro lado, a zona rural necessita de tratamento de água e saneamento básico, da mesma forma que as zonas periurbanas de grandes metrópoles brasileiras. Os dados do balanço hídrico mostram a grande diversidade hidrológica do território brasileiro. De fato, os escoamentos superficiais específicos variam desde 48,2 l/s/km² no Atlântico Norte e 34,2 l/s/km² na bacia Amazônica até 2,8 l/s/km² na região semi-árida do Atlântico Leste 1 e 4,5 l/s/km² na bacia do rio São Francisco. Na tabela seguinte, são apresentados maiores detalhes sobre a disponibilidade hídrica.

Tabela 3- Balanço hídrico das principais bacias hidrográficas brasileiras. Fonte: Braga et al (1998)

Bacia Hidrográfica	Área (km³)	Média de Precipitação (m³/s)	Média de descarga (m³/s)	Evapotranspiração (m³/s)	Escoamento (l/s/km²)	Descarga/precipitação (%)
Amazônica	6.112.000	493.191	202.000	291.491	34,2	41
Tocantins	757.000	42.387	11.300	31.087		27
Atlântico Norte	242.000	16.388	6.000	10.388	48,2	37
Atlântico Nordeste	787.000	27.981	3.130	24.851		11
São	634.000	19.829	3.040	16.789		15

Francisco						
Atlântico Leste Norte	242.000	7.784	670	7.114		9
Atlântico Leste Sul	303.000	11.791	3.710	8.081	2,8	31
Paraná	877.000	39.935	11.200	28.735		28
Paraguai	368.000	16.326	1.340	14.986		8
Uruguai	178.000	9.589	4.040	5.549		42
Atlântico do Sul	224.000	10.515	4.570	5.549		43
Brasil incluindo Bacia Amazônica	10.724.000	696.020	251.000	445.020		36

Outro aspecto fundamental da água é o desequilíbrio provocado pelos eventos hidrológicos extremos, como as secas e as inundações. As secas trazem enormes problemas, por exemplo, à imensa população brasileira das regiões semi-áridas, causam pobreza, desnutrição e êxodo para as grandes cidades. As enchentes, agravadas pelo desmatamento e pela impermeabilização do solo urbano, são responsáveis por prejuízos econômicos e sociais incalculáveis e pelos riscos à saúde e à qualidade de vida dos habitantes das áreas assoladas (Porto, 1998).

A poluição e a contaminação da água são as principais causas da incidência de enfermidades, em especial nas populações de baixa renda não atendidas pelos sistemas de abastecimento de água potável e de coleta e disposição de esgotos sanitários. As doenças de veiculação hídrica causam o maior número de internações hospitalares e nomeiam grande parte dos índices de mortalidade infantil (Barth, 1998)

Segundo Tundisi *et al.* (2006), a qualidade de vida, as funções do ecossistema e o desenvolvimento econômico, dependem dos volumes de água e de suas disponibilidades global e local. Portanto, é fundamental considerar-se a disponibilidade e a demanda em termos globais, regionais e locais da água para a construção de cenários confiáveis, que possibilitem implementar políticas consistentes de gestão no futuro.

De acordo com Souza (2007), a água doce é a substância essencial ao abastecimento para o consumo humano e ao desenvolvimento de atividades industriais e agrícolas, além de ser de importância vital aos ecossistemas (tanto vegetal como animal) das terras emersas. Qualquer atividade humana que altere os parâmetros básicos que determinam o balanço hídrico acaba por influir na disponibilidade dos recursos hídricos de uma bacia hidrográfica.

Segundo o CNRH (Conselho Nacional de Recursos Hídricos), o Brasil está dividido em Regiões Hidrográficas por intermédio da Resolução CNRH nº 32 de 15/10/2003 (Figura 2). Observa-se que três grandes regiões hidrográficas (Amazonas, São Francisco e Paraná), cobrem 72% do território brasileiro, onde a Bacia Amazônica ocupa uma área equivalente a 57% da superfície do Brasil.



Figura 2 - Divisão Hidrográfica Nacional Fonte: Resolução CNRH nº 32, de 15/10/2003

Segundo a ANA (Agência Nacional das Águas), apesar de não expressar a real disponibilidade de água da bacia, o quociente entre a vazão média anual e a população residente, é freqüentemente utilizado pelas Nações Unidas como indicador de disponibilidade hídrica por habitante em grandes regiões. Neste sentido, o Brasil é considerado rico em água, porque possui uma disponibilidade de 33 mil m³/hab/ano distribuída nas doze regiões hidrográficas. As Nações Unidas consideram como limite de “estresse de água” valor inferior a mil m³/hab/ano (Rebouças, 2006).

De acordo com o CNRH, 2003, o Brasil apresenta-se recoberto por vegetação exuberante em sua maior extensão. Possui, também, uma ampla diversidade climática predominando os tipos equatorial úmido, tropical e subtropical úmidos e o semi-árido sobre menos de 10% do território. Em termos de pluviosidade, mais de 90% do território brasileiro

recebe chuvas abundantes, entre mil e três mil mm/ano. A integração desse quadro climático, com as condições geológicas e geomorfológicas dominantes geram importantes excedentes hídricos, que alimentam uma das mais extensas redes de drenagem perenes do mundo. Como resultado, o Brasil destaca-se no cenário mundial pela grande descarga de água doce dos seus rios, com produção hídrica de $197.500\text{m}^3/\text{s}$, da qual cerca de $73.100\text{m}^3/\text{s}$ situam-se na Amazônia internacional.

2.1. *Índice de Qualidade da Água*

Diversos trabalhos sobre monitoramento de qualidade da água já foram desenvolvidos no Brasil, sem, entretanto constituir-se num padrão a ser adotado em âmbito nacional. Diversos órgãos que se propuseram a monitorar os recursos hídricos encontram dificuldades que vão desde os custos de implantação até a ausência de pessoal capacitado a gerenciar as informações produzidas. Dentre estas dificuldades, a falta de definição nos objetivos do monitoramento tem mostrado ser a causa de abandono de muitos programas, uma vez que os custos envolvidos em monitoramento de recursos hídricos distribuídos por uma ampla área do território nacional inviabilizam a continuidade de projetos que não apresentarão resultados satisfatórios num curto período de campanha (Toledo, 2002)..

De acordo com o Plano de Gerenciamento de Recursos Hídricos, (PGRH, 2006), a rede hidrométrica brasileira possui 23.910 pontos catalogados no banco de dados da ANA, e desse total estão ativas 14.169 estações. A ANA opera 4.341 estações, sendo 1.806 fluviométricas (1.286 com coleta para análise da qualidade e 456 com coleta de sedimentos) e 2.535 pluviométricas. Para a realização do monitoramento hidrológico, são utilizadas estações fluviométricas e pluviométricas convencionais ou telemétricas. Atualmente, observa-se um avanço tecnológico sistemático na coleta dos dados hidrológicos, cabendo ressaltar a instalação de 267 Plataformas de Coleta de Dados (PCD).

De acordo com a ANA (2010), actualmente, apenas nove unidades da Federação possuem sistemas de monitoramento da qualidade das águas considerados ótimos ou muito bons; cinco possuem sistemas bons ou regulares; e treze apresentam sistemas fracos ou incipientes (Figura 3). Para essa classificação, os estados foram analisados sob quatro aspectos: porcentagem das bacias hidrográficas monitoradas, tipos de parâmetros analisados, frequência de amostragem e forma de disponibilização da informação pelos estados. A Rede Hidrometeorológica Nacional é composta por 1.286 pontos de monitoramento de qualidade das águas, com um período de amostragem trimestral para a maioria dos pontos, nos quais são avaliados cinco parâmetros: pH, turbidez, condutividade elétrica, temperatura e oxigênio dissolvido, além da determinação de vazão.

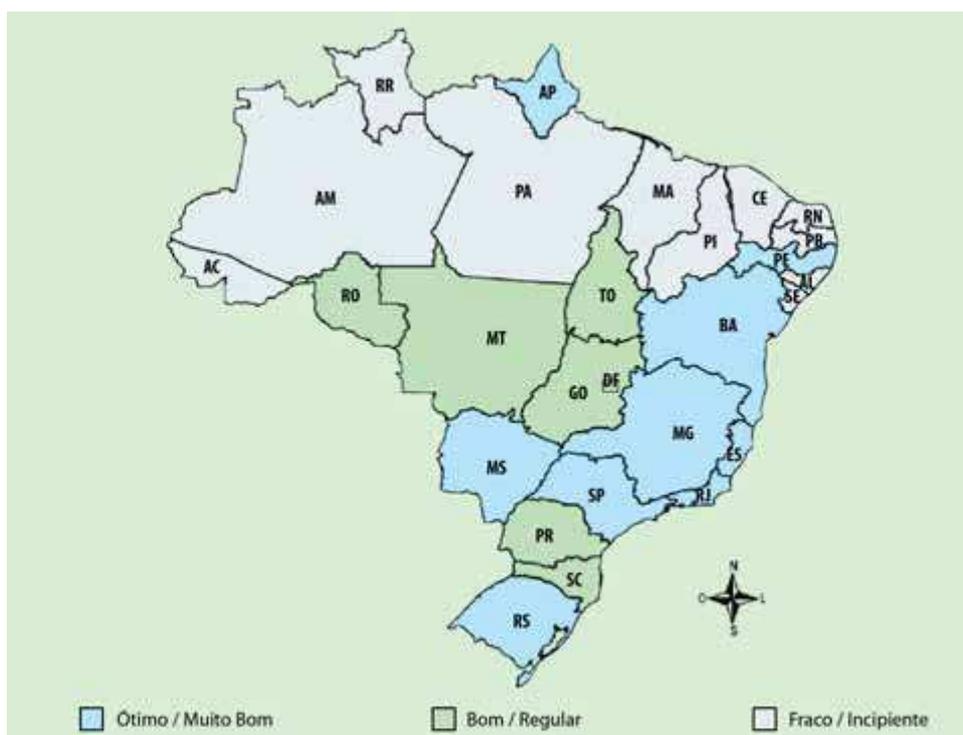


Figura 3 - Nível de implementação do monitoramento da qualidade das águas nas unidades da Federação (PNGRH, 2006)

O Índice de Qualidade das Águas (IQA), principal indicador utilizado no país, está sendo empregado, atualmente, em 12 unidades da Federação, que representam cerca de 60% da população. Os dados de monitoramento englobam sete das 12 regiões hidrográficas brasileiras (Atlântico Sul, Paraguai, Atlântico Sudeste, São Francisco, Paraná, Atlântico Leste e Amazônica) (Porto, 1992).

Os parâmetros de qualidade que fazem parte do cálculo do IQA refletem, principalmente, a contaminação dos corpos hídricos ocasionada pelo lançamento de esgotos domésticos, valendo salientar que esse índice foi desenvolvido para avaliar a qualidade das águas para o abastecimento público. Em termos gerais, o monitoramento e a gestão da qualidade das águas no país apresentam uma grande diversidade regional. Ações como o Programa Nacional de Meio Ambiente (PNMA) têm colaborado para o aprimoramento dos sistemas de monitoramento dos estados (Santos, 2010). A ANA em 2005 desenvolveu alguns estudos sobre a expansão das redes de monitoramento e modernização tecnológica dos processos, norteando um plano de ações a ser empreendido.

A escolha dos parâmetros a serem monitorados tem dependência das características naturais da bacia hidrográfica em questão, além da escolha de variáveis envolvidas nas alterações ambientais objeto de investigação.

Assim sendo, muitos destes programas com o objetivo de acompanhamento das variações de qualidade das águas se transformaram em diagnósticos pontuais com pouca

relação com as mudanças encontradas na região impactada. Como metodologia factível de ser aplicada, o uso de Índice de Qualidade de Água¹ (IQA) (Piasentini, 2009)

Para se avaliar a qualidade ambiental como um todo, é preciso obter informações que estejam integradas entre os fatores bióticos e abióticos que regem o funcionamento do ecossistema (Da Silva, 2009). As características físicas, químicas e biológicas das águas naturais decorrem de uma série de processos que ocorrem no corpo hídrico e na bacia hidrográfica, como consequência das mencionadas capacidades de dissolução de uma ampla gama de substâncias e de transporte pelo escoamento superficial e subterrâneo (Da Silva, 2010).

No Brasil, a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB) de São Paulo utiliza, desde 1975, uma versão do IQA adaptada da versão original do National Sanitation Foundation (NSF). Nessa adequação feita pela CETESB, o parâmetro nitrato foi substituído por nitrogênio total, e o parâmetro fosfato total foi substituído por fósforo total, mantendo-se os mesmos pesos ($w = 0,10$) e curvas de qualidade estabelecidos pela NSF. Nos quase trinta anos que se seguiram, outros estados brasileiros adotaram esse índice como principal indicador da condição de seus corpos d'água.

De acordo com o relatório sobre o Panorama da Qualidade das Águas Superficiais produzido pela Agência Nacional de Águas (ANA, 2005), no Brasil atualmente, 11 estados utilizam o Índice de Qualidade das Águas (IQA) como indicador da condição dos corpos d'água (Amapá, Bahia, Espírito Santo, Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Paraná, Pernambuco, Rio Grande do Sul, São Paulo), além do Distrito Federal. Essas 12 unidades da Federação representam cerca de 60% da população do país, e os dados de monitoramento englobam 7 das 12 regiões hidrográficas brasileiras (Atlântico Sul, Paraguai, Atlântico Sudeste, São Francisco, Paraná, Atlântico Leste, Amazônica).

Apesar de sua importância como principal indicador de qualidade de água no país, qualquer análise dos dados do IQA deve sempre considerar suas limitações, pois no seu cálculo são utilizados apenas nove parâmetros, que em sua maioria são indicadores de contaminação de esgotos domésticos ou cargas orgânicas de origem industrial. Portanto, corpos d'água poluídos por parâmetros não incluídos no cálculo do IQA (ex.: metais pesados, agrotóxicos) podem ter um bom valor de IQA, o que pode induzir a interpretações erradas.

¹ O Índice de Qualidade das Águas (IQA) foi elaborado em 1970 pelo National Sanitation Foundation (NSF), dos Estados Unidos, a partir de uma pesquisa de opinião realizada com especialistas em qualidade de águas. Nessa pesquisa, cada especialista indicou os parâmetros a serem avaliados, seu peso relativo e a condição em que se apresenta cada parâmetro a partir de técnicas estatísticas provêm uma ferramenta de avaliação centrada no objeto de estudo, com vantagens de incorporar variáveis naturalmente presentes no ambiente (Toledo e Nicolella, 2002).

2.2. *Legislação Federal em vigor no ano de 2011*

Apesar de sua importância, a gestão da qualidade da água no país não tem historicamente merecido o mesmo destaque dado à gestão da quantidade de água, quer no aspecto legal, quer nos arranjos institucionais em funcionamento no setor, quer no planejamento e na operacionalização dos sistemas de gestão (Porto, 2002).

As discussões sobre o sistema nacional de gerenciamento de recursos hídricos iniciaram-se na Associação Brasileira de Recursos Hídricos – ABRH, em 1987, em Salvador – BA, e prosseguiram em Foz do Iguaçu – PR, em 1989, e no Rio de Janeiro – RJ, em 1991, nos simpósios nacionais realizados nessas localidades. Os resultados dessas discussões constam em cartas aprovadas nas assembléias gerais, que têm a mesma denominação das cidades em que foram realizadas. A leitura desses documentos permite constatar a evolução dos debates sobre os aspectos institucionais do gerenciamento de recursos hídricos. Por exemplo:

- na Carta de Salvador, introduzem-se temas institucionais para discussão interna na ABRH, destacando-se: usos múltiplos dos recursos hídricos; descentralização e participação; sistema nacional de gerenciamento de recursos hídricos; aperfeiçoamento da legislação; desenvolvimento tecnológico e aperfeiçoamento de recursos humanos; sistema de informações sobre recursos hídricos; política nacional de recursos hídricos.
- na Carta de Foz do Iguaçu, caracteriza-se o que se entende por política, explicitam-se seus princípios básicos – dentre os quais o reconhecimento do valor econômico da água e a cobrança pelo seu uso – e recomenda-se a instituição do sistema nacional de gerenciamento de recursos hídricos, prevista no inciso XIX do artigo 21 da Constituição Federal de 1988.
- na Carta do Rio de Janeiro, dedicada aos recursos hídricos e meio ambiente, propõe-se como a grande prioridade nacional a reversão da dramática poluição das águas e a necessidade inadiável de planejamento e gestão integrados em bacias hidrográficas, regiões e áreas costeiras, caracterizando-se as grandes diversidades das bacias e regiões brasileiras que demandam soluções diferenciadas, adequadas às suas peculiaridades.

Em dezenas de encontros, workshops e seminários, realizados em todo o país, essas diretrizes têm sido discutidas em profundidade, passando a constar da Lei Federal no 9.433, de 08/01/1997, e de várias leis estaduais de recursos hídricos promulgados até o momento, todas com muitos pontos em comum.

2.2.1. Constituição Federal de 1988 e o Código de Águas de 34

Como dito anteriormente, as águas doces do Brasil, se mostram de forma paradoxal no que diz respeito à abundância e sua disponibilidade em todo o território nacional.

A utilização econômica fez com que a água passasse a ser reconhecida como um Recurso Hídrico, semelhante aos Recursos Minerais quando utilizados economicamente. Por outro lado, hoje, a água não pode ser classificada como um bem livre, ou seja, com quantidade para satisfazer a todos, pois ao longo do tempo vem apresentando perfil de um bem econômico, especialmente pela escassez, além disto, à sua captação e distribuição é atribuído valor econômico com custo bastante representável pelos usuários e fornecedores (Pompeu 2006).

A diferença entre um modelo econômico-financeiro e um sistêmico de integração participativa é que o segundo, além de examinar o crescimento econômico, também verifica a equidade social e o equilíbrio ambiental. A integração desses objetivos deve dar-se na forma de uma negociação social, ainda no âmbito da unidade de planejamento da bacia hidrográfica (Pompeu, 2006).

Convém ter presente a distinção entre o significado do vocabulário “água” e o da expressão “recursos hídricos”, pois é comum encontrarem em leis e manifestações doutrinárias e técnicas, a utilização do vocabulário e da expressão como sinônimos. “Água” ‘é o elemento natural, descomprometido com qualquer utilização. Já os “Recursos Hídricos” é a água como bem econômico passível de utilização com fins utilitários. Sendo assim, o Código de Recursos Hídricos constitui uma ferramenta crucial na gestão das águas (Pompeu, 2006).

O Direito das Águas é o conjunto de princípios e normas que disciplinam o domínio, uso, aproveitamento e preservação das águas, assim como a defesa de suas danosas consequências e teve maior reconhecimento com a criação do Código de Águas de 1934² que define a água como um recurso dotado de valor econômico, regulando o seu uso para fins agrícolas e industriais.

O Código de Águas dispõe sobre a classificação e utilização das águas, dando bastante ênfase ao aproveitamento do potencial hidráulico que, na década de 30, representava condicionante ao progresso industrial que o Brasil buscava, contudo, a evolução da legislação ambiental no Brasil demonstrou a necessidade de revisões desse código e inserção de novas ferramentas para a gestão.

² Decreto 24.643, de 10/07/1934

Pela carência legislativa nacional em termos de água, houve no país pouco desenvolvimento da doutrina, porém, a jurisprudência brasileira tem oferecido valiosa contribuição no campo das águas. Nessa tarefa, os Ministérios Públicos, Federal e Estadual participam ativamente.

O progresso desse ramo do Direito tem sido lento, em especial porque os Livros I e II do Código de Águas de 1934 referentes ao domínio hídrico³ deixaram de receber a necessária regulamentação tendo em vista as profundas alterações inseridas pela Constituição Federal de 1988, no domínio das águas, onde esta altera o domínio hídrico das constituições passadas. Estatui serem bens da União, além dos que à época lhe pertenciam e os que lhe vierem a ser atribuídos, sirvam de limites com outros países ou se estendam a território estrangeiro ou deles provenham, bem como os territórios marginais e águas pluviais.⁴

A Constituição Federal de 1988 estabelece dois domínios para os corpos de água: o da União e o dos Estados. Os corpos de água estabelecidos como de domínio da União são os rios ou lagos que banham mais de uma unidade federada, ou que sirvam de divisa entre essas unidades, ou de fronteira entre o território do Brasil e o de um País vizinho ou que dele provenham ou para ele se estendam. Aqueles de domínio dos Estados se referem às águas superficiais que nascem e deságuam no seu território, às águas subterrâneas e às águas fluentes, emergentes e em depósito, ressalvadas, nestes casos, na forma da lei, as decorrentes de obras da União.

Aos Estados, a Consituição atribui às águas superficiais ou subterrâneas, fluentes, emergentes e em depósitos, ressalvadas, neste caso na forma da lei, as decorrentes de obras da União⁵. Com a ressalva, tais águas reservadas não passam a pertencer à União, mas apenas não se incluem entre os bens dos Estados.

2.2.2. Leis Federais

No presente ponto são apresentadas as principais leis federais em vigor presentemente no Brasil:

a) Lei N° 6.938, de 31 de agosto de 1981

Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências.

b) Lei N°7.804, de 18 de julho de 1989

³ Arts 1° a 138°

⁴ Art. 20°, I e II

⁵ Art 26°, I

Altera a Lei nº 6.938 de 31 de agosto de 1981, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação a Lei nº 7.735, de 22 de fevereiro de 1989, a Lei nº 6.803, de 2 de julho de 1980, a Lei nº 6.902, de 21 de abril de 1981, e dá outras providências.

c) Lei Nº 9.433, de 8 de Janeiro de 1997

Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990 que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989.

A importância da qualidade da água está bem conceituada na Política Nacional de Recursos Hídricos, que define, dentre seus objetivos, “assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos”.⁶

A Política Nacional de Recursos Hídricos também determina, como uma das diretrizes de ação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, “a gestão sistemática dos recursos hídricos, sem dissociação dos aspectos de quantidade e qualidade e a integração da gestão dos recursos hídricos com a gestão ambiental”.⁷

Conhecida também como Lei das Águas – instrumento legal inspirado no modelo francês que permite a gestão participativa e descentralizada dos recursos hídricos, nessa lei são definidas as entidades que integram o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos – SINGREH:

- Conselho Nacional de Recursos Hídricos;
- Agência Nacional de Águas;
- Conselhos de Recursos Hídricos dos Estados e do Distrito Federal;
- Comitês de Bacia Hidrográfica;
- Órgãos dos poderes públicos federal, estaduais, municipais e do Distrito Federal cujas competências se relacionem com a gestão de recursos hídricos;
- Agências de Águas.

A Lei 9.433/97 foi uma importante ferramenta para regulação, fiscalização e utilização da água. E seus fundamentos são descritos a seguir:

⁶ Art. 2º, Cap. II, Tit. I; Lei Nº 9.433.

⁷ Art 3º, Cap. III, Tit. I; Lei Nº 9.433

“Art. 1º A Política Nacional de Recursos Hídricos baseia-se nos seguintes fundamentos:

I - a água é um bem de domínio público;

II - a água é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico;

III - em situações de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais;

IV - a gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas;

V - a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos;

VI - a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades.”

De acordo com Rebouças, (2006), quanto ao fundamento previsto no inciso I – “a água é um bem de domínio público”. É necessário lembrar que o Decreto nº 24.643 de 10/07/1934, que instituiu o Código de Águas, já considerava a água como um bem público, de uso comum ou dominical. Por sua vez o inciso I do art. 66 do antigo Código Civil, considerava os rios e mares, como bens públicos de uso comum do povo. O Novo Código Civil, instituído pela Lei nº 10.406 de 10/01/02, repete este conceito de bem público, no seu artigo 99, I. Se a água é um bem público, ainda que localizada em propriedades particulares, seu aproveitamento, seja para fins industriais, agrícolas, de energia hidráulica, ou de abastecimento, deve respeitar as normas emanadas pelo Poder Público, já que em síntese a água é um bem que pertence à toda sociedade.

Quanto ao fundamento previsto no inciso II – “a água é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico”. - Por muitos séculos, o homem pensou que os recursos naturais eram inesgotáveis, embora a sua exploração sempre foi feita de forma a atender a subsistência de pequenas sociedades. Contudo, com o surgimento da Revolução Industrial na Inglaterra, no final do século XIX, o homem intensificou os meios de exploração dos recursos naturais existentes, de modo que, industrializados ou transformados, os produtos “*in natura*”, proporcionaria o desenvolvimento tecnológico de bens e produtos que se destinariam ao bem estar de uma comunidade. Assim, o ferro transformou-se em aço, trilhos, locomotivas, automóveis etc. O petróleo, em combustível para locomotivas, aviões, veículos automotores. O carvão, como combustível para as siderúrgicas. A água, como fonte natural de abastecimento à

milhões de pessoas. No Brasil especificamente, além do abastecimento, a água com seu aproveitamento hidráulico, representa mais de 90% de toda energia necessária para o desenvolvimento do país. A partir da exploração hidráulica, a água torna-se um bem de valor econômico, já que a energia produzida pelas empresas geradoras, é vendida aos milhões dos consumidores, sejam eles de grandes indústrias ou de pequenos domicílios. A água serve também como meio de navegação de bens e pessoas, e por essa razão tal atividade, tem seu valor econômico. O abastecimento de água, por órgãos ou pelas empresas públicas ou governamentais, é realizado, via de regra, através da captação em águas de rios, lagos e açudes, que mediante certo valor, é comercializada com os consumidores finais.

Quanto ao fundamento previsto no inciso III – *“em situações de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais”*. - Embora o planeta Terra seja constituído de 70% de água, pode-se pensar em situações de escassez, visto que a maior parte da água existente constitui nossos mares e oceanos, e não suprem as necessidades humanas. Apesar das grandes bacias hidrográficas existentes no Brasil, estima-se que o País, detém apenas pouco mais de 1%, de toda água doce no planeta.

Quanto ao fundamento previsto no inciso IV – *“a gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas”* - Este fundamento consiste em racionalizar o uso da água, de forma que o maior número de pessoas tenha acesso a esse bem vital. O uso múltiplo está insculpido como fundamento da Política Nacional de Recursos Hídricos, implementado pela Lei nº 9.433 de 08/01/97. No passado, já existiam situações que autorizavam a utilização das águas, conforme preconizava o Código de Águas. Por isso cada caso deve ser analisado detidamente, de forma a possibilitar o uso múltiplo das águas, sabendo-se que a partir das edições das Leis n.º 9.433/97 e 9.984/2000, qualquer deliberação para a utilização da água, em primeira instância, é do Comitê da Respectiva Bacia. Não havendo solução a deliberação é feita posteriormente pela ANA. Finalmente, não tendo solução nas instâncias anteriores, a deliberação é do Conselho Nacional de Recursos Hídricos.

Quanto ao fundamento previsto no inciso V – *“a bacia hidrográfica e a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos”*. De acordo com o que dispõe a Lei nº 9.984 de 17/07/2000, foi instituída a Agência Nacional de Águas – ANA, que tem por objetivo, implementar, na sua esfera de atribuições, a Política Nacional de Recursos Hídricos, integrando o Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos. Assim, em rios da União e reservatórios de um modo geral, caberá à ANA a responsabilidade de implementar todas as ações, fiscalização e gerenciamento de cada bacia hidrográfica no que concerne aos recursos hídricos, para o abastecimento de águas. No que se refere aos potenciais hidráulicos, deverá a ANA articular-se com a ANEEL, para conceder as outorgas de concessão e utilização. Já se tem notícias que umas das primeiras bacias hidrográficas gerenciadas pela ANA, é a bacia do Rio Paraíba, que abrange os Estados de São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais e Espírito Santo.

Quanto ao fundamento previsto no inciso VI – “a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades”. De acordo com o disposto no artigo 4º, inciso I a XVII da Lei nº 9.984 de 17/07/2000, tem a Agência Nacional de Águas – ANA, atribuições específicas para implementar o gerenciamento dos recursos hídricos, inclusive com a instituição de Comitês e Subcomitês de cada Bacia Hidrográfica, sempre em rios da União e, nos rios dos Estados, deve ser em articulação com o Sistema Nacional, e com o apoio dos Estados, Municípios e das Comunidades.

a) Lei Nº 9.984, de 17 de julho de 2000

Dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Águas - ANA, entidade federal de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e de coordenação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos

A finalidade da ANA é implementar, em sua esfera de atribuições, a política nacional de recursos hídricos, instituída pela Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997.

Compete à ANA criar condições técnicas para planejar a Lei das Águas, promover a gestão descentralizada e participativa, em sintonia com os órgãos e entidades que integram o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, implantar os instrumentos de gestão previstos na Lei 9.433/97, dentre eles, a outorga preventiva e de direito de uso de recursos hídricos, a cobrança pelo uso da água e a fiscalização desses usos, e ainda, buscar soluções adequadas para dois graves problemas do país: as secas prolongadas (especialmente no Nordeste) e a poluição dos rios.

A Agência é uma autarquia sob regime especial, com autonomia administrativa e financeira, vinculada ao Ministério do Meio Ambiente, conduzida por uma diretoria colegiada. Desde sua criação, tem empenhado um papel fundamental na gestão dos recursos hídricos, sobretudo nas Bacias Hidrográficas de caráter nacional que apresentam condições críticas em relação às questões hídricas e ambientais.

b) Lei Nº 4.771, de 15 de setembro de 1965

Institui o Código Florestal. O Código estabelece limites de uso da propriedade, que deve respeitar a vegetação existente na terra, considerada bem de interesse comum a todos os habitantes do Brasil

c) Lei Nº 7.511, de 7 de julho de 1986

Altera dispositivos da Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, que institui o novo Código Florestal. Nessa lei, é instituída a nova marcação das faixas marginais de protecção dos rios.

2.2.3. Decretos Federais

No presente ponto são apresentadas os principais decretos federais em vigor presentemente no Brasil:

a) Decreto Nº 87.561, de 13 de setembro de 1982

Dispõe sobre as medidas de recuperação e protecção ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul, e dá outras providências

b) Decreto Nº 5.440, de 4 de maio de 2005

Estabelece definições e procedimentos sobre o controle de qualidade da água de sistemas de abastecimento e institui mecanismos e instrumentos para divulgação de informação ao consumidor sobre a qualidade da água para consumo humano.

c) Decreto Nº 4.613, de 11 de março de 2003

Regulamenta o Conselho Nacional de Recursos Hídricos, e dá outras providências.

d) Decreto Nº 5.440, de 4 de maio de 2005

Estabelece definições e procedimentos sobre o controle de qualidade da água de sistemas de abastecimento e institui mecanismos e instrumentos para divulgação de informação ao consumidor sobre a qualidade da água para consumo humano

2.2.4. Resoluções CONAMA

No presente ponto apresenta-se a Resolução CONAMA, leis estabelecidas por um colegiado do Ministério do Meio Ambiente que estabelece as principais normas para aplicação da legislação ambiental.

a) Resolução CONAMA Nº 357, de 17 de março de 2005

Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, edá outras providências.

A legislação não proíbe o emprego de águas de melhor qualidade em usos menos exigentes, desde que tais operações não prejudiquem a qualidade dessas águas. Os padrões de qualidade das águas determinados nesta resolução estabelecem limites admissíveis para cada substância em cada classe. No entanto, o Poder Público poderá, a qualquer momento, acrescentar outras condições e padrões de qualidade, para um determinado corpo d'água, ou torná-los mais restritivos, tendo em vista as condições locais, justificadas por fundamentação técnica (Tabela 4).

Tabela 4- Classificação das águas no Brasil. Fonte: Adaptado Resolução CONAMA 357/2005.

Tipo de água	Classificação das águas no Brasil
Água doce	águas com salinidade igual ou inferior a 0,5 ‰.
Salobras	águas com salinidade superior a 0,5 ‰ e inferior a 30 ‰.
Salgadas	águas com salinidade igual ou superior a 30 ‰.

Segundo a mesma legislação, as águas doces, salobras e salinas do Território Nacional são classificadas, segundo a qualidade requerida para os seus usos preponderantes, em treze classes de qualidade (Tabela 5).

Tabela 5- Classificação das águas doces, salinas e salobras. Fonte: Conselho Nacional do Meio Ambiente – Resolução CONAMA nº 357/2005.

Classificação	Principais usos
Águas doces	
classe especial	<ul style="list-style-type: none"> a) ao abastecimento para consumo humano, com desinfecção; b) à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; c) à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.
classe 1	<ul style="list-style-type: none"> a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado; b) à proteção das comunidades aquáticas; c c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA no 274, de 2003; d) à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se

	desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; e) à proteção das comunidades aquáticas em terras Indígenas.
classe 2	a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; b) à proteção das comunidades aquáticas; c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA no 274, de 2000; d) à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e) à aquicultura e à atividade de pesca.
classe 3	a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado; b) à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; c) à pesca amadora; d) à recreação de contato secundário; e) à dessedentação de animais.
classe 4	a) à navegação; b) à harmonia paisagística.
Águas Salinas	
classe especial	a) à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral; b) à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas.
classe 1	a) à recreação de contato primário, conforme Resolução CONAMA no 274, de 2000; b) à proteção das comunidades aquáticas; c) à aquicultura e à atividade de pesca.
classe 2	a) à pesca amadora; b) à recreação de contato secundário.
classe 3	a) à navegação; b) à harmonia paisagística.
Águas Salobras	
classe especial	a) à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral; b) à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas.
classe 1	a) à recreação de contato primário, conforme Resolução CONAMA no 274, de 2000;

	<p>b) à proteção das comunidades aquáticas;</p> <p>c) à aqüicultura e à atividade de pesca;</p> <p>d) ao abastecimento para consumo humano após tratamento convencional ou avançado;</p> <p>e) à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película, e à irrigação de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto.</p>
classe 2	<p>a) à pesca amadora;</p> <p>b) à recreação de contato secundário.</p>
classe 3	<p>a) à navegação;</p> <p>b) à harmonia paisagística.</p>

b) Resolução CONAMA Nº 302, de 18 de março de 2002

Dispõe sobre os parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente de reservatórios artificiais e o regime de uso do entorno.

c) Resolução CONAMA Nº 397, de 03 de abril de 2008

Altera o inciso II do § 4o e a Tabela X do § 5o, ambos do art. 34 da Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA No 357, de 2005, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes.". Alterada pela Resolução nº 410, de 2009.

2.2.5. Resoluções Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH)

No presente ponto apresentam-se as principais resoluções estabelecidas pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos, dependente do CONAMA a nível federal.

a) Resolução CNRH Nº 13/2000

Estabelece diretrizes para a implementação do Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos, Instrumento da Política Nacional de Recursos Hídricos, conforme determina a Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997

b) Resolução CNRH Nº 15/2001

Dispõe sobre a competência do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos coordenar a gestão integrada as águas

c) Resolução CNRH Nº 16/2001

Outorga de direito de uso de recursos hídricos é o ato administrativo mediante o qual a autoridade outorgante faculta ao outorgado previamente

d) Resolução CNRH Nº 17/2001

Estabelecer diretrizes complementares para a elaboração dos Planos de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas

e) Resolução CNRH Nº 19/2002

Conselho Nacional de Recursos Hídricos para a definição dos valores a serem cobrados pelo uso de recursos hídricos de domínio da União

f) Resolução CNRH Nº 29/2002

Define diretrizes para a outorga de uso dos recursos hídricos para o aproveitamento dos recursos minerais

g) Resolução CNRH Nº 30/2002

Define metodologia para codificação de bacias hidrográficas, no âmbito nacional.

h) Resolução CNRH Nº 32/2003

Dispõe sobre a importância de se estabelecer uma base organizacional que contemple bacias hidrográficas como unidade do gerenciamento de recursos hídricos

i) Resolução CNRH Nº 37/2004

Delega competência à Associação Pró-Gestão das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul para o exercício de funções inerentes à Agência de Água da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul

j) Resolução CNRH Nº 38/2004

Delega competência à Associação Pró-Gestão das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul para o exercício de funções inerentes à Agência de Água da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul.

k) Resolução CNRH Nº 44/2004

Define os valores e os critérios de cobrança pelo uso de recursos hídricos na Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul, aplicáveis aos usuários do setor mineração de areia no leito dos rios.

l) Resolução CNRH Nº 47/2005

Aprova o aproveitamento hídrico do Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional.

m) Resolução CNRH Nº 48/2005

Estabelece critérios gerais para a cobrança pelo uso dos recursos hídricos.

n) Resolução CNRH Nº 51/2005

Institui a Câmara Técnica de Integração da Gestão das Bacias Hidrográficas e dos Sistemas Estuarinos e Zona Costeira

o) Resolução CNRH Nº 54/2005

Estabelece modalidades, diretrizes e critérios gerais para a prática de reúso direto não potável de água.

p) Resolução CNRH Nº 58/2006

Aprova o Plano Nacional de Recursos Hídricos.

q) Resolução CNRH Nº 59/2006

Prorrogar o prazo da delegação de competência à Associação Pró-Gestão das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul, para o exercício de funções e atividades inerentes à Agência de Água da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul.

r) Resolução CNRH Nº 60/2006

Dispõe sobre a manutenção dos mecanismos e valores atuais da cobrança pelo uso de recursos hídricos na bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul.

s) Resolução CNRH Nº 64/2006

Aprova os valores e mecanismos de cobrança pelo uso de recursos hídricos de domínio da União da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul.

t) Resolução CNRH Nº 65/2006

Estabelece diretrizes de articulação dos procedimentos para obtenção da outorga de direito de uso de recursos hídricos com os procedimentos de licenciamento ambiental.

u) Resolução CNRH Nº 66/2006

Aprova os mecanismos e os valores de cobrança referentes aos usos de recursos hídricos para a transposição das águas da bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul para a bacia hidrográfica do rio Guandu.

v) Resolução CNRH Nº 68/2006

Estabelece a composição e define suplências para Câmaras Técnicas do Conselho Nacional de Recursos Hídricos, e dá outras providências

w) Resolução CNRH Nº 70/2007

Estabelece os procedimentos, prazos e formas para promover a articulação entre o Conselho Nacional de Recursos Hídricos e os Comitês de Bacia Hidrográfica, visando definir as prioridades de aplicação dos recursos provenientes da cobrança pelo uso da água, referidos no inc. II do § 1º do art. 17 da Lei nº 9.648, de 1998, com a redação dada pelo art. 28 da Lei nº 9.984, de 2000.

x) Resolução CNRH Nº 91/2008

Dispõe sobre procedimentos gerais para enquadramento dos corpos de água superficiais e subterrâneos

y) Resolução CNRH Nº 92/2008

Estabelece critérios e procedimentos gerais para proteção e conservação das águas subterrâneas no território brasileiro.

z) Resolução CNRH Nº 107/2010

Estabelece diretrizes e critérios a serem adotados para o planejamento, a implantação e a operação de Rede Nacional de Monitoramento Integrado Qualitativo, Quantitativo de Águas Subterrâneas.

aa) Resolução CNRH Nº 108/2010

Aprova os valores e mecanismos para cobrança pelo uso dos recursos hídricos na Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco

bb) Resolução CNRH Nº 109/2010

Cria Unidades de Gestão de Recursos Hídricos de Bacias Hidrográficas de rios de domínio da União - UGRH e estabelece procedimentos complementares para a criação e acompanhamento dos comitês de bacia.

cc) Resolução CNRH Nº 110/ 2010

Aprova a proposta de instituição do Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Grande e dá outras providências.

dd) Resolução CNRH Nº 121/2010

Estabelece diretrizes e critérios para a prática de reúso direto não potável de água na modalidade agrícola e florestal, definida na Resolução CNRH nº 54 de 28 de novembro de 2005

ee) Resolução CNRH Nº 126/2011

Aprova diretrizes para o cadastro de usuários de recursos hídricos e para a integração das bases de dados referentes aos usos de recursos hídricos superficiais e subterrâneos.

2.3. Diferenciação entre Estados

Os estados da federação têm seus próprios governos, com competências em todas as matérias não especificamente reservadas à União.

Os estados, detentores de domínio sobre as águas, aprovaram suas respectivas leis de organização administrativa para o sector de recursos hídricos. Até o momento, 19 estados já contam com leis próprias (Tabela 6).

Na implantação dos sistemas de gerenciamento têm-se constatado que, frequentemente, as leis não estão adequadas às condições locais, suscitando ajustes e revisões. É o caso, por exemplo, da Lei N° 11.504, de 20/06/1994, de Minas Gerais, que mais tarde foi substituída pela Lei N° 13.199, de 29/11/1999, contemplando a cobrança pelo uso dos recursos hídricos e a instituição das agências de água.

No caso do Distrito Federal, a Lei N° 512, de 28/07/1993, foi substituída pela Lei N° 2.725, de 13 de junho de 2001. A nova lei distrital consagra os comitês de bacia hidrográfica como a base do sistema de gerenciamento dos recursos hídricos. Desse modo, ficará garantida forte participação da sociedade como gestora dos recursos hídricos, tal como ocorre na Lei Federal N° 9.433/97.

Tabela 6- Leis estaduais de recursos hídricos (Pompeu, 2006 – Adaptado)

ESTADO	LEI SOBRE POLÍTICA E SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS
ALAGOAS	Lei N° 5.965, de 10/11/1997 – Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos. institui o Sistema Estadual de Gerenciamento Integrado de Recursos Hídricos e dá outras providências.
BAHIA	Lei N° 6.855, de 12/05/1995 – Dispõe sobre a Política, o Gerenciamento e o Plano Estadual de Recursos Hídricos e dá outras providências.
CEARÁ	Lei N° 11.996, de 24/07/1992 – Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos, institui o Sistema Integrado de Gestão de Recursos Hídricos – SIGERH e dá outras providências.
DISTRITO FEDERAL	Lei N° 512, de 28/07/1993 – Dispõe sobre a Política de Recursos Hídricos no Distrito Federal, institui o Sistema de Gerenciamento integrado de Recursos Hídricos – SGIRH-DF, e dá outras providências. Lei no 2.725, de 13 de junho de 2001 – Institui a Política de Recursos Hídricos do Distrito Federal, cria o Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Distrito Federal e dá outras providências.

ESPÍRITO SANTO	Lei Nº 5.818, de 30/12/1998 – Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos, institui o Sistema Integrado de Gerenciamento e Monitoramento dos Recursos Hídricos, do Estado do Espírito Santo – SIGERH/ES, e dá outras providências.
GOIÁS	Lei Nº 13.123, de 16/07/1997 – Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e dá outras providências.
MARANHÃO	Lei Nº 7.052, de 22/12/1997 – Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos, institui o Sistema de Gerenciamento Integrado de Recursos Hídricos e dá outras providências.
MATO GROSSO	Lei Nº 6.945, de 05/11/1997 – Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos, institui o Sistema Estadual de Recursos Hídricos e dá outras providências.
MINAS GERAIS	Lei Nº 13.199, de 29/01/1999 – Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e dá outras providências.
PARAÍBA	Lei Nº 6.308, de 02/07/1996 – Institui a Política Estadual de Recursos Hídricos, suas diretrizes e dá outras providências.
PARANÁ	Lei Nº 12.726, de 26/11/1999 – Institui a Política Estadual de Recursos Hídricos, cria o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos e dá outras providências.
PERNAMBUCO	Lei Nº 11.426, de 17/01/1997 – Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e o Plano Estadual de Recursos Hídricos, institui e Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos e dá outras providências.
PIAUI	Lei Nº 5.615, de 17/08/2000 – Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos, institui o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos e dá outras providências.
RIO DE JANEIRO	Lei Nº 3.239, de 02/08/1999 – Institui a Política Estadual de Recursos Hídricos, cria o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta a Constituição Estadual em seu artigo 261, § 1º, inciso VII, e dá outras providências.
RIO GRANDE DO NORTE	Lei Nº 6.908, de 01/07/1996 – Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos, institui o Sistema Integrado de Gestão de Recursos Hídricos – SIGERH e dá outras providências.
RIO GRANDE DO SUL	Lei Nº 10.350, de 30/12/1994 – Institui o Sistema Estadual de Recursos Hídricos, regulamentando o artigo 171 da Constituição do Estado do Rio Grande do Sul.
SANTA CATARINA	Lei Nº 9.748, de 30/11/1994 – Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e dá outras providências.
SÃO PAULO	Lei Nº 7.663, de 30/12/1991 – Estabelece normas de orientação à Política Estadual de Recursos Hídricos bem como ao Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

SERGIPE	Lei N° 3.870, de 25/09/1997 – Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos, e institui o Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos e dá outras providências.
----------------	---

Com relação aos usos múltiplos, urbanização ocupou boa parte das bacias hidrográficas, principalmente nas regiões Sul, Sudeste e Nordeste, criando condições de conflito nos sectores industriais como é o caso dos sectores de energia hidroeléctrica e de saneamento.

A reunião de governos municipais em torno de uma bacia hidrográfica facilita o processo decisório quanto aos investimentos em saneamento comuns a mais de um município. Os governos, em comum acordo, podem decidir pela concessão dos serviços públicos em seus territórios.

A gestão dos recursos hídricos, nos moldes da Lei dos Recursos Hídricos, configura as forças políticas regionais capazes de arrecadar recursos com a cobrança pelo uso da água, promover seu uso adequado e cuidar de sua protecção. Com o advento dessa lei, o país alcança as condições necessárias para entrar em nova fase de gerenciamento de seus recursos hídricos, na qual todos os usuários, as comunidades envolvidas e os governos regionais e locais decidem pelo melhor uso da água e pelos investimentos necessários, organizados em torno de suas bacias.

A instalação dos Comitês de Bacias Hidrográficas e das Agências de Água aceleram os investimentos em infra-estrutura necessários nas diversas regiões, propiciando as soluções mais eficazes para sua realização, não apenas do ponto de vista económico, mas também ambiental.

A Constituição Federal de 88 não dispõe de maneira tão clara a respeito da questão das águas no âmbito estadual. Declara competir privativamente à União sobre elas legislar⁸, Os bens abrangidos por essa competência são as Águas⁹, as jazidas, as minas e outros recursos minerais¹⁰.

Dependendo da respectiva situação geográfica, as águas pertencem à União ou aos Estados¹¹. São exemplos de domínio da União: o Rio São Francisco, que banha mais de um estado; o Rio Carinhonha, que serve de fronteira entre Minas Gerais e Bahia; e o Rio Paraguai, que serve de fronteira entre o Brasil e a Bolívia. Por outro lado, o Rio Paracatu é de domínio de Minas Gerais, porque tem todo seu curso no interior desse estado. No caso das águas subterrâneas, seu domínio vai depender das direcções dos fluxos subterrâneos e das áreas de

⁸ Art. 22º, IV

⁹ Art. 22º, IV

¹⁰ Art. 22º, XII

¹¹ Art. 22º III e art. 26º, I

recarga (alimentação) e de as obras para sua captação terem sido contratadas pelo governo federal.

A ocorrência da água em domínio estadual, as quais os Estados têm o poder e dever de administrar torna indispensável interpretar o texto constitucional no sentido de permitir que isso ocorra. Do contrário, a disposição sobre inclusão destas entre os bens das unidades federadas teria sido inócua, uma vez que, num estado de direito, seria impossível geri-las sem editar normas, inclusive em forma de lei. Sendo assim, não pode ser negado aos Estados à competência para editarem “normas administrativas” sobre a gestão das águas do seu domínio, mesmo em forma de lei formal. O que a estes é vedado é “criar o direito sobre águas”, pois se trata de matéria privativa da união.

De acordo com a Constituição, a definição dos critérios de outorga e direito de uso de recursos hídricos cabe à União¹², porém os estados têm o direito de realizar critérios específicos para instituir a sua cobrança.

Em síntese, o que se espera com o modelo sistêmico de integração participativa é a criação de uma vontade política regional que, além de arrecadar recursos, tenha sucesso na administração pública, promovendo o uso e a protecção das águas. São Paulo, por exemplo, é um estado que muito avançou no processo de gestão de recursos hídricos. Dispõe de uma entidade reguladora, o Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH), e já conta com 20 comités de bacia instalados. A partir do segundo semestre de 1997, as Secretarias Estaduais de Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos e de Saneamento e Obras põem em debate seu anteprojecto de cobrança pelo uso da água, já devidamente apreciado pelo CERH. A proposta das secretarias paulistas é que todos que captam água, seja de lençóis freáticos, seja de cursos de água, paguem. O cálculo do valor a ser cobrado será baseado no volume captado, no efectivamente consumido e naquele que é devolvido ao rio, incluído os efluentes industriais e domésticos. Além desses parâmetros, serão considerados também o local e a época da captação (em período de seca, o preço da água será maior), a qualidade da água e o uso que lhe será dado. O preço da água poderá variar entre as regiões, conforme decisão dos comités de bacia.

Outro exemplo interessante é o do Estado do Ceará, que, além da cobrança já instituída pelo uso da água, avançou institucionalmente, criando a Companhia de Gerenciamento de Recursos Hídricos (COGERH). Essa companhia administra a oferta de água bruta, enquanto a Companhia de Água e Esgoto do Ceará (CAGECE) compra e trata a água para distribuição.

No que diz respeito ao Brasil em diversidade, o espaço geográfico brasileiro se estende por mais de 8,5 milhões de Km², situados em latitudes que vão desde aproximadamente 5° N até quase 34° S. Esta grande extensão territorial é composta por um verdadeiro quebra-

¹² Art. 21º, art. XIX

cabeças de grandes conjuntos de vegetação. Devemos considerar ainda que devido às proporções continentais que o país possui, existe uma grande diversidade de clima, paisagem, de solo, de vegetação e de fauna.

Nas inter-relações entre a água e os elementos do meio biótico há uma fitofisionomia predominante, que ocupa a maior parte da área, e que é determinada em primeiro lugar pelo clima. Outros tipos de vegetação também são encontrados, e a sua ocorrência está associada a eventos temporais (tempos geológico e ecológico) e variações locais, como aspectos físicos e químicos do solo, paisagem, relevo e topografia. As tipologias vegetais dominantes e as variáveis abióticas determinantes de sua ocorrência resultam em seis grandes unidades continentais que expressam forte influência na questão das águas. Conforme o Plano Nacional de Recursos Hídricos, (PNRH, 2006). São eles:

Bioma Amazônia

O bioma Amazônia tem como características a dominância do clima quente e húmido, a predominância da fisionomia vegetal florestal, a continuidade geográfica, a condição periequatorial e o próprio contexto da Bacia Amazônica, que encerra a maior rede hidrográfica do planeta. Além das formações florestais, são encontradas neste bioma tipologias de savana, campinarana, formações pioneiras e de refúgio vegetacional e as diferentes formas de contacto entre estas. A floresta Amazônica é considerada a maior e mais diversa floresta tropical do mundo. A região é um mosaico, no qual se distribuem áreas de endemismo separadas pelos principais rios, cada uma com suas próprias biotas.

Bioma Mata Atlântica

Complexo ambiental que incorpora cadeias de montanhas, platôs, vales e planícies de toda a faixa continental atlântica leste brasileira. Dependente de maior volume e uniformidade de chuvas, este bioma constitui o grande conjunto florestal extra-amazônico, formado por florestas ombrófilas e estacionais. Este bioma representou um dos mais ricos e variados conjuntos florestais pluviais sul-americanos, somente ultrapassado em extensão pela floresta Amazônica. Actualmente é reconhecido como o mais descaracterizado dos biomas brasileiros, onde se iniciou e ocorreram os principais eventos da colonização e dos ciclos de desenvolvimento do país. Sua área de abrangência tem hoje a maior densidade populacional e lidera as actividades económicas do país. Ainda assim, suas reduzidas formações vegetais remanescentes abrigam uma biodiversidade ímpar, assumindo uma importância primordial para o país, além dos inúmeros benefícios ambientais oferecidos.

Bioma Cerrado

Em extensão, é apenas superado pelo bioma Amazônia. Fitofisionomias savânicas são formações que caracterizam este bioma, tendo como factores principais o clima, os solos e o

fogo. Em razão de sua posição central, o Cerrado tem quase toda a sua área nuclear circundada por outros biomas, o que influencia em sua composição. Sua heterogeneidade tem reflexos na biota, que, recentemente, passou a ser reconhecida como uma das mais ricas do mundo. Estima-se que um terço das espécies de plantas nativas da região seja utilizado de alguma forma pelo homem.

Bioma Pampa

Dominado por vegetação classificada no sistema fitogeográfico internacional como estepe, constitui a porção brasileira dos pampas sul-americanos, que se estendem pelos territórios do Uruguai e da Argentina. O Planalto da Campanha, com predomínio de relevo suave ondulado, pode ser considerado como área núcleo do bioma no Brasil. A Depressão Central caracteriza-se por um campo arbustivo-herbáceo associado a florestas de galeria degradadas. O Planalto Sul-Rio-Grandense apresenta terrenos de maior elevação no contexto regional, recebendo um volume maior de chuvas por causa da influência marinha, o resultando em cobertura vegetal mais complexa. Na Planície Costeira, as áreas são revestidas principalmente por formações pioneiras arbustivo-herbáceas, típicas de complexo lagunar, onde se destacam as lagoas dos Patos, Mirim e Mangueira. De modo mais esparso, observam-se formações florestais, e o uso da terra que prevalece é a pastagem natural associada à rizicultura.

Bioma Caatinga

A Caatinga representa o conjunto paisagístico do sertão nordestino do Brasil, um importante espaço semi-árido da América do Sul em um país com predominância de climas tropicais húmidos e semi-húmidos. A vegetação mais importante e onipresente neste bioma é a savana estépica (Caatinga), que abrange as várias formações vegetacionais do tipo estacional-decidual, com estratos arbóreo e gramíneo-lenhoso periódicos e com numerosas plantas suculentas, sobretudo cactáceas. Essa vegetação está associada a áreas sob condições climáticas marcadas por período seco prolongado. Os vegetais apresentam adaptações fisiológicas à insuficiência hídrica, muitas espécies são microfoliadas e outras possuem acúleos ou espinhos. O endemismo acentua-se quando consideradas as espécies, conferindo a essa região de caráter florístico ímpar no Brasil.

Bioma Pantanal

O bioma Pantanal está localizado na Bacia do Alto Rio Paraguai, na região Centro-Oeste do Brasil. Seus limites coincidem com os da unidade geomorfológica denominada Planície do Pantanal, mais conhecida por Pantanal Mato-Grossense. Essa planície é considerada a maior superfície inundável interiorana do mundo. Excetuando uma pequena

faixa que adentra no Paraguai e na Bolívia, o bioma Pantanal está restrito ao território brasileiro. Nas três últimas décadas, as superfícies que circundam o Pantanal tiveram grande parte da cobertura vegetal suprimida, dando lugar a lavouras e a pastagens, processo em franca expansão e que já está repercutindo na forma do assoreamento dos rios e das superfícies mais rebaixadas da planície.

2.4. Legislação do Estado do Rio de Janeiro em vigor no ano de 2011

Por não possuir legislação específica de classificação das águas e enquadramento dos seus corpos hídricos, o Estado do Rio de Janeiro segue o sistema de classificação e as recomendações da RESOLUÇÃO CONAMA 357, em particular o art. 42º dessa resolução que estabelece:

“Enquanto não aprovados os respectivos enquadramentos, as águas doces serão consideradas classe 2, as salinas e salobras classe 1, exceto se as condições de qualidade atuais forem melhores, o que determinará a aplicação da classe mais rigorosa correspondente.”

Dessa forma, como ainda não foi realizado o enquadramento dos rios fluminenses da Bacia do rio Paraíba do Sul — dentre eles os rios Piabanha, Paquequer, Dois Rios e Rio Grande —, permanece válida a Classe 2 para toda a extensão destes rios e seus afluentes.

2.4.1. Constituição Estadual do Rio de Janeiro de 1989 Art. 268º

A Constituição do Estado do Rio de Janeiro trata da gestão das águas no capítulo sobre meio ambiente¹³. É prevista a “instituição de taxas utilização dos recursos naturais com fins econômicos”, para cobrir os custos necessários à reparação e manutenção dos padrões de qualidade ambiental¹⁴, matéria que deve ser, antes de sua implantação, objeto de estudos específicos, haja vista as modalidades de taxa previstas na Constituição Federal, ou seja, taxa em razão do exercício do poder de polícia ou pela utilização efetiva ou potencial, de serviços públicos específicos e divisíveis, prestado ao contribuinte ou postos à sua disposição¹⁵.

¹³ Art. 261º, § 1º, VII, “a” a “d”, XVIII, XIX, § 4º, 268 e 278

¹⁴ Art. 262º

¹⁵ Art. 145º, II

2.4.2. Leis Estaduais no Rio de Janeiro

No presente ponto apresenta-se as leis estaduais presentemente em vigor no Estado do Rio de Janeiro.

a) Lei N° 3.239 de 2 de agosto de 1999.

Institui a política estadual de Recursos hídricos; Cria o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos; Regulamenta a Constituição Estadual, em seu Artigo 261, Parágrafo 1º, Inciso VII; E dá outras providências.

São diretrizes da Política: a descentralização da ação do Estado, por regiões e bacias hidrográficas; a gestão sistemática dos recursos hídricos, sem dissociação dos aspectos de qualidade e quantidade e das características ecológicas dos ecossistemas; adequação da gestão de recursos Hídricos às diversidades físicas, bióticas, demográficas, econômicas, sociais e culturais das diversas regiões do Estado; a integração e harmonização da política relativa aos recursos hídricos com as de preservação e conservação ambientais, recuperação de áreas degradadas e meteorologia; a articulação do planejamento do uso e preservação dos recursos hídricos com os congêneres nacional e municipais; a consideração, na gestão dos recursos hídricos dos planejamentos regional, estadual e municipais, e dos usuários; o controle de cheias, a preservação das inundações, a drenagem e a correta utilização das várzeas; a proteção das áreas de recarga dos aquíferos contra poluição e superexploração; o controle da extração mineral nos corpos hídricos e nascentes, inclusive pelo estabelecimento de áreas sujeitas a restrições de uso; o zoneamento das áreas inundáveis; a prevenção da erosão do solo, nas áreas urbanas e rurais, com vistas à proteção contra o assoreamento dos corpos de água; a consideração de toda a extensão do aquífero, no caso de estudos para utilização de águas subterrâneas; a utilização adequada das terras marginais aos rios, lagoas e lagunas estaduais e a articulação, com a União para promover a demarcação das correspondentes, áreas marginais federais e dos terrenos de marinha; a consideração, como continuidade da unidade territorial de gestão do respectivo sistema estuarino e a zona costeira próxima, bem como a faixa de areia entre as lagoas e o mar; a ampla publicidade de informação sobre os recursos hídricos, por meio de ações de educação ambiental, com monitoramento nas bacias hidrográficas.

Para a gestão dos recursos hídricos, o território do Estado está dividido em Regiões Hidrográficas, conforme regulamentação. Integram o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SEGRHI): o Conselho Estadual de Recursos Hídricos; o Fundo Estadual de Recursos Hídricos (FUNDRHI) que é organizado mediante subcontas para as bacias ou regiões hidrográficas; os Comitês de Bacias Hidrográficas (CBH); a Agência Nacional de Águas; organismos dos poderes públicos federal, estadual e municipais, cujas competências se relacionem com a gestão dos Recursos Hídricos.

b) Lei N° 4.289 de 16/12/2003

Institui o Programa de Captação de Águas Pluviais no âmbito do estado do Rio de Janeiro.

Essa lei oferece aos habitantes das cidades do Estado do Rio de Janeiro, educação e treinamento visando a captação de águas pluviais, permitindo que as pessoas se conscientizem da importância do ciclo das águas.

c) Lei N° 1.803 de 25/03/1991

Cria a taxa de utilização de recursos hídricos de domínio estadual - TRH

2.4.3. Decreto Estadual

No presente ponto apresenta-se o decreto estadual presentemente em vigor no Rio de Janeiro.

a) Decreto N° 27.208 de 2 de outubro de 2000

Dispõe sobre o conselho estadual de recursos hídricos e dá outras providências

2.4.4. Resoluções Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERHI)

No presente ponto apresentam-se as principais resoluções do Conselho Estadual de Recursos Hídricos presentemente em vigor no Rio de Janeiro.

a) Resolução CERHI N° 01 de 26 de Janeiro de 2001

Aprova o Regimento Interno do Conselho Estadual de Recursos Hídricos.

b) Resolução CERHI N° 02 de 15 de Outubro de 2001

Cria as Câmaras Técnicas que menciona no âmbito do Conselho Estadual de Recursos Hídricos e dá outras providências.

c) Resolução CERHI Nº 05 de 25 de Setembro de 2002

Estabelece diretrizes para a formação, organização e funcionamento de Comitê de Bacia Hidrográfica, de forma a implementar o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

d) Resolução CERHI nº 06 de 29 de Maio de 2003

Dispõe sobre a cobrança pelo uso de recursos hídricos nos corpos hídricos de domínio do Estado do Rio de Janeiro integrantes da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul.

e) Resolução CERHI Nº 07 de 01 de Julho de 2003

Dispõe sobre procedimentos e estabelece critérios gerais para instalação e instituição dos Comitês de Bacias Hidrográficas.

f) Resolução CERHI Nº 09 de 13 de Novembro de 2003

Estabelece critérios gerais sobre a outorga de direito de uso de recursos hídricos de domínio do Estado do Rio de Janeiro.

g) Resolução CERHI Nº 27 de 28 de Maio de 2008

Aprova a instituição do Comitê de Bacia da Região Hidrográfica Rio Dois Rios no âmbito do Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

h) Resolução CERHI Nº 28 de 28 de Maio de 2008

Aprova a instituição do Comitê de Bacia da Região Hidrográfica Médio Paraíba do Sul no âmbito do Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

i) Resolução CERHI Nº 36 de 03 de Dezembro de 2008

Aprova a instituição do Comitê de Bacia da Região Hidrográfica Baixo Paraíba do Sul, no âmbito do Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

j) Resolução CERHI Nº 55 de 08 de Dezembro de 2010

Dispõe sobre a perenização do Rio Guandu - Transposição das águas dos rio Paraíba do Sul.

k) Resolução CERHI N°58 de 16 de Março de 2011

Aprova a instituição do Comitê da Região Hidrográfica da Baía de Ilha Grande, no âmbito do Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

l) Resolução N°61 de 29 de Junho de 2011

Estabelece procedimentos a serem adotados na Região Hidrográfica Lagos São João, para a manutenção do Canal Hidráulico da Lagoa de Araruama.

3. Estudo de caso no estado do Rio de Janeiro – Bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul

3.1. Introdução

Com uma população de 15.989.929 habitantes em 2010 (IBGE), o Estado do Rio de Janeiro divide com São Paulo o comando do dinamismo da economia brasileira. Com quase 13,0 milhões de consumidores e uma renda *per capita* superior à média nacional, o estado mantém desde 1999 a mais expressiva taxa de crescimento industrial do país, de 6% ao ano. Sem contar que com a A escolha do Brasil para sediar a Copa do Mundo de 2014, assim como a Copa das Confederações em 2013, e a realização da Olimpíada no Rio de Janeiro em 2016 são grandes desafios e oportunidades excepcionais para o desenvolvimento do Rio de Janeiro. No entanto, apresenta características de uma região tradicional, criada em função das relações seculares entre o porto-capital, e de uma região dinâmica, integrada à Região Sudeste a mais dinâmica do país.

A partir da década de 50, o Estado do Rio de Janeiro, embora ainda mantendo suas características de região tradicional, participa das transformações que afetam toda a região sudeste, tanto nos termos do acelerado processo de urbanização que se faz sentir em todo o país, quanto da expansão do sistema de transporte e do processo de industrialização. Nesse período, a cidade do Rio de Janeiro começa a apresentar uma força de metrópole, expandindo sua influência nas áreas mais próximas, integrando as áreas da Baixada Fluminense e mesmo a região serrana à sua dinâmica. Em todas essas áreas se fazem sentir os fluxos vindos da metrópole, quer na atração de população, quer na instalação de indústrias, como na distribuição de bens e serviços (ANA, 2010).

Facilitada pela expansão da rede de transportes rodoviários, acentua-se a dependência de toda a faixa litorânea, do vale do Paraíba do Sul e da própria zona da Mata, à metrópole. Em consequência da evolução desse processo de crescimento da metrópole, observa-se que a tradicional região do Rio de Janeiro tem passado por transformações profundas, acabando por se constituir no principal núcleo urbano-industrial do Sudeste, representado pelo binômio Rio – São Paulo. Essas transformações, no entanto, se baseiam numa rede urbana estruturada em decorrência de uma situação passada, cujos reflexos se fazem sentir ainda hoje (ANA, 2010).

Atualmente, após um período de retração, a economia fluminense começa a apresentar sinais de crescimento, tendo no setor petrolífero sua principal atividade e, ligado à exploração do petróleo está sendo recuperada uma das mais tradicionais indústrias carioca – a petroquímica. Neste setor, o Estado do Rio de Janeiro é o maior produtor nacional, respondendo por cerca de 80% da produção de petróleo do país (IBGE, 2010).

No litoral norte do Estado, as antigas áreas canaveiras estão diversificando a produção com a introdução da fruticultura, cuja expansão tende a constituir um pólo no norte-noroeste fluminense.

3.2. *Características Gerais da Bacia do Paraíba do Sul*

3.2.1. *Fisiografia*

A bacia do rio Paraíba do Sul apresenta uma superfície de 55.400 Km², estando compreendida entre os paralelos 20°26' e 23°00' e os meridianos 41°00'e 46°30' oeste de *Greenwich*. De acordo com os dados do IBGE, a bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul ocupa uma área densamente povoada e urbanizada (Tabelas 7, 8 e 9) nos estados de São Paulo (13.900 km²), do Rio de Janeiro (20.900 km²) e Minas Gerais (20.700 km²) (Figura 4). Sua população em 2005 atingia cerca de 5.258.068 habitantes, sendo que desses, 2.264.070 vivem no Estado do Rio de Janeiro, 1.245.300 em Minas Gerais e 1.748.698 em São Paulo, com um elevado índice de urbanização (próximo a 90%) e um parque industrial diversificado (IBGE).

A bacia do Paraíba do Sul drena uma das regiões mais desenvolvidas do país, abrangendo parte do Estado de São Paulo, na região conhecida como Vale do Paraíba Paulista, parte do Estado de Minas Gerais, denominada Zona da Mata Mineira, e metade do Estado do Rio de Janeiro. Em toda essa extensão há atualmente 180 municípios, 36 dos quais estão parcialmente inseridos na bacia (Porto, 1998).

Tabela 7- Municípios de Minas Gerais que abrangem a Bacia do Paraíba do Sul

Minas Gerais

1-Orizânia	34-Patrocínio do Muriaé	75-Argirita
2-Divino	35-Rodeiro	76-Pirapetinga
3-Fervedouro	36-Santa Bárbara do Tugúrio	77-Rochedo de Minas
4-Carangola	38-Barão de Monte Alto	78-Chácara
5-São Francisco do Glória	39-Piraúba	81-Lima Duarte
6-Faria Lemos	40-Cataguases	82-Estrela Dalva
7-Miradouro	43-Astolfo Dutra	84-Maripá de Minas
8-Ervália	44-Paiva	85-Pedro Teixeira
10-Pedra Dourada	46-Antônio Carlos	86-Santo Antônio do Aventureiro
11-Tombos	47-Laranjal	87-Bicas
13-Vieiras	48-Dona Euzébia	88-Além Paraíba
14-São Geraldo	49-Tabuleiro	89-Volta Grande
15-Eugenópolis	50-Oliveira Fortes	90-Senador Cortes
16-Muriaé	51-Aracitaba	91-Guarará
17-Guicema	52-Guarani	93-Mar de Espanha
18-Visconde do Rio Branco	54-Palma	95-Pequeri
19-Divinésia	58-Itamarati de Minas	96-Bom Jardim de Minas
20-Rosário da Limeira	59-Santos Dumont	98-Matias Barbosa
22-Ubá	60-Descoberto	100-Santa Bárbara do Monte Verde
23-São Sebastião da Vargem Alegre	61-Rio Novo	Verde
Alegre	62-Leopoldina	101-Olaria
24-Antônio Prado de Minas	65-Piau	102-Santana do Deserto
26-Miraí	66-Recreio	103-Belmiro Braga
27-Mercês	67-São João Nepomuceno	104-Chiador
28-Desterro do Melo	69-Santa Rita de Ibitipoca	106-Simão Pereira
29-Silveirânia	70-Goianá	109-Rio Preto
30-Guidoal	71-Ewbank da Câmara	111-Santa Rita de Jacutinga
31-Tocantins	72-Bias Fortes	119-Passa Vinte
32-Barbacena	73-Juiz de Fora	121-Bocaina de Minas
33-Rio Pomba	74-Coronel Pacheco	

Tabela 8- Municípios do Rio de Janeiro que abrangem a Bacia do Paraíba do Sul.

Rio de Janeiro		
9-Porciúncula	92-Cantagalo	123-Teresópolis
12-Varre-Sai	94-São Sebastião do Alto	124-Nova Friburgo
21-Natividade	97-Carmo	125-Areal
25-Itaperuna	99-Santa Maria Madalena	126-Petrópolis
37-Laje do Muriaé	105-Sapucaia	127-Vassouras
42-Campos dos Goytacazes	107-Macuco	128-Quatis 129-Resende
45-São Francisco de Itabapoana	108-Duas Barras	130-Paty do Alferes
53-São José de Ubá	110-Sumidouro	131-Barra do Piraí
55-Miracema	112-Paraíba do Sul	132-Barra Mansa
56-Italva	113-Comendador Levy Gasparian	133-Itatiaia
57-Cambuci	114-Cordeiro	134-Porto Real
63-Santo Antônio de Pádua	115-Trajano de Moraes	136-Volta Redonda
64-Cardoso Moreira	116-Três Rios	138-Miguel Pereira
68-São Fidélis	117-Rio das Flores	139-Engenheiro Paulo de Frontin
79-Itaocara	118-Valença	141-Mendes
80-Aperibé	120-São José do Vale do Rio Preto	142-Pinheiral
83-São João da Barra	122-Bom Jardim	144-Piraí 153-Rio Claro

Tabela 9- Municípios de São Paulo que abrangem a Bacia do Paraíba do Sul

São Paulo		
135-Queluz	152-Lorena	170-Santa Isabel
137-Lavrinhas	154-Canas	171-Jambeiro

De acordo com os dados do Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul (2007), o rio Paraíba do Sul é formado pela união dos rios Paraibuna e Paraitinga, e o seu comprimento, calculado a partir da nascente do Paraitinga, é de mais de 1.100 km. Entre os principais formadores da margem esquerda destacam-se os rios Paraibuna mineiro, Pomba, Muriaé. Na margem direita os afluentes mais representativos são os rios Piraí, Piabanha e Dois Rios. Além desses rios mencionados atualmente, cadastrados na Agência Nacional de Águas (ANA), cerca de 90 cursos d'água de domínio federal e 180 de domínio estadual. Esse cadastro, todavia, não esgota a relação de corpos hídricos da bacia. É limitada ao Norte pelas bacias dos rios Grande e Doce e pelas serras da Mantiqueira, Caparaó e Santo Eduardo. A Nordeste, a bacia do rio Itabapoana estabelece o limite da bacia. Ao Sul, o limite é formado pela Serra dos Órgãos. Ao Sul, o limite é formado pela Serra dos Órgãos e pelos trechos e fluminense da Serra do Mar. A Oeste, pela bacia do rio Tietê, da qual é separada por meio de diversas ramificações dos maciços da Serra do Mar e da Serra da Mantiqueira. O rio Paraíba do Sul é formado pela união dos rios Paraibuna e Paraitinga, e o seu comprimento, calculado a partir da nascente do Paraitinga, é de mais de 1.100 km. Entre os principais formadores da margem esquerda destacam-se os rios Paraibuna mineiro, Pomba, Muriaé. Na margem direita os afluentes mais representativos são os rios Piraí, Piabanha e Dois Rios.

Ainda de acordo com a ANA, o rio Paraíba do Sul e seus afluentes têm grande relevância quanto ao suprimento de variadas demandas por recursos hídricos. O consumo de água para irrigação é mais representativo no Norte Fluminense, com a cana-de-açúcar, mas existe de forma pulverizada em toda a Bacia. Dela provem a água para abastecer, além de seu próprio contingente populacional, mais de 8,0 milhões de pessoas na Região Metropolitana do Rio de Janeiro – através da transposição do sistema Light/Guandu. Esta transposição drena até 2/3 do volume d'água do rio Paraíba do Sul.

O cenário resultante revela uma grande pressão sobre os recursos hídricos, tornando a água um bem cada vez mais escasso e potencializando os conflitos de uso no futuro próximo. Por outro lado, o CEIVAP – Comitê para Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul – atua de forma pioneira em termos de gestão, estando avançado na implementação de diversas ações voltadas para o uso sustentável dos recursos.

3.2.3. Cobertura Vegetal

A bacia do rio Paraíba do Sul situa-se na região de abrangência da Mata Atlântica, bioma florestal mais destruído do país, hoje com menos de 7% de sua extensão original, estimada em cerca de 1,3 milhão de km², e em contínuo processo de desmatamento. De

agropecuária, já prejudicada pelas práticas inadequadas às restrições naturais ao uso do solo, entrou em franca decadência. Atualmente, grande parte das terras encontra-se degradada e improdutiva, e o êxodo rural é constante nos municípios da bacia, alguns já apresentando mais de 90% da população concentrada em áreas urbanas.

Pode-se constatar que o processo de ocupação e uso do solo na bacia do rio Paraíba do Sul resultou na completa transformação de uma paisagem predominantemente florestal para uma paisagem “não-florestal”, hoje dominada pela vegetação herbácea característica das pastagens, que ocupam a maior parte das terras dos três estados na bacia.

De acordo com o relatório elaborado pelo CEIVAP, embora o maior percentual de florestas esteja no trecho paulista, o trecho fluminense da bacia é o que apresenta a maior área de florestas remanescentes da Mata Atlântica. O trecho mineiro é o que se encontra mais desmatado e apresenta a maior extensão e o maior percentual de áreas de campo/pastagem.

A predominância das áreas de campo/pastagem na bacia não significa que todas essas áreas estejam efetivamente sendo utilizadas com pecuária. Conforme registram os Censos Agropecuários do IBGE, a pecuária e a agricultura vêm sofrendo retração significativa na maior parte dos municípios da bacia do Paraíba do Sul. Comparando-se o mapa do GEROE (1995) com os dados do Censo de 1996, observa-se que, em muitos municípios, a área utilizada com pecuária é menor do que a área mapeada como de campo/pastagem. Ou seja, com a retração da atividade, muitas áreas de pastagem estão sem uso efetivo e o processo de degradação ambiental por erosão é provavelmente a principal causa dessa situação.

As áreas de vegetação secundária (capoeiras) ocorrem em maior extensão do que as áreas de florestas. Parte dessas florestas e capoeiras se manteve e desenvolveu atingindo um porte florestal enquanto outra parte foi destruída para dar lugar a novas pastagens ou outras formas de uso, agravando-se assim o processo de degradação da bacia e, principalmente, dos mananciais de abastecimento de água das cidades.

Ressalta-se que cerca de 50% das florestas existentes na bacia do rio Paraíba do Sul encontram-se em Unidades de Conservação, algumas de grande destaque nacional e internacional, como o Parque Nacional de Itatiaia (primeiro Parque Nacional criado no Brasil), o Parque Nacional da Serra dos Órgãos e a Reserva da Biosfera da Mata Atlântica. Unindo os três estados da bacia, destaca-se a APA Federal da Serra da Mantiqueira, criada pelo Decreto Federal n.º 91.304, de 03-06-85. As Unidades de Conservação existentes em cada Estado são apresentadas na Tabela 10.

Tabela 10- Unidades de Conservação no Trecho Fluminense da Bacia do Rio Paraíba do Sul (CEIVAP, 2007 - Adaptado)

Unidades de Conservação no Trecho Fluminense da Bacia do Rio Paraíba do Sul			
Nome	Legislação	Área (ha)	Município (RJ)

Áreas de Proteção Ambiental (APA)			
APA Serra da Mantiqueira	Decreto Federal nº 91.304, de 03-06-1985		Resende e Itatiaia
APA Floresta do Jacarandá	Decreto 8.280 de 23/07/85	2.700	Teresópolis
APA Rio dos Frades	Decreto 1.199 de 31/05/88	7.500	Teresópolis
APA de Petrópolis	Decreto 87.561 de 13/09/82	59.049	Petrópolis, Duque de Caxias, Magé
Parques			
Parque Nacional de Itatiaia	Decreto 713 de 14/06/37	30.000	Bocaina de Minas (MG), Itamonte (MG), Itatiaia e Resende.
Parque Nacional da Serra dos Órgãos	Decreto 1.822 de 10/11/39	11.800	Magé, Petrópolis e Teresópolis. Parque Estadual dos Três Picos Decreto 31.343, de
Parque Estadual do Desengano	Decreto-Lei 250, de 13/04/70	22.400	Santa Maria Madalena, São Fidélis e Campos dos Goytacazes
Área de Relevante Interesse Ecológico - ARIE			
Floresta da Cicuta	Decreto 90.792 de 09/01/85	131	Barra Mansa e Volta Redonda
Reserva			
Reserva da Biosfera	UNESCO, 10/10/92		Todos os remanescentes de Mata Atlântica, especialmente o "corredor de florestas" da Serra do Mar.
REBIO Araras	Resolução da SEAAP, de 22/06/70		Petropolis
Reserva Particular de Patrimônio Natural – RPPN			
Santo Antônio da Aliança			Serra da Concórdia (municípios de Valença e Barra do Piraí)

3.3. Metodologia

A caracterização físico-química do trecho estudado foi feita com base em dados disponíveis no banco do Instituto Estadual do Ambiente (INEA), órgão gestor responsável pelo acompanhamento sistemático dos aspectos qualitativos das águas, que visa a produção de informações e é destinado à comunidade científica. Para tal foram seleccionados 7 locais situados ao longo de 200km de extensão do rio Paraíba do Sul.

Tabela 11 - Coordenadas Geográficas dos pontos de coleta

BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL - CALHA PRINCIPAL			
ESTAÇÃO DE COLETA	LOCALIZAÇÃO	COORDENADAS GEOGRÁFICAS	
		LATITUDE	LONGITUDE
PS430	Três Rios	22° 06' 13"	043° 10' 08"
PS431	Penha Longa	22° 02' 61"	043° 05' 48"
PS432	Sapucaia	21° 59' 30"	042° 54' 45"
PS434	Itaocara	21° 39' 47"	042° 05' 06"
PS439	São Fidélis	21° 38' 36"	041° 44' 45"
PS441	Campos dos Goytacazes	21° 40' 40"	041° 19' 50"
PS444	Campos dos Goytacazes	21° 41' 54"	041° 10' 54"

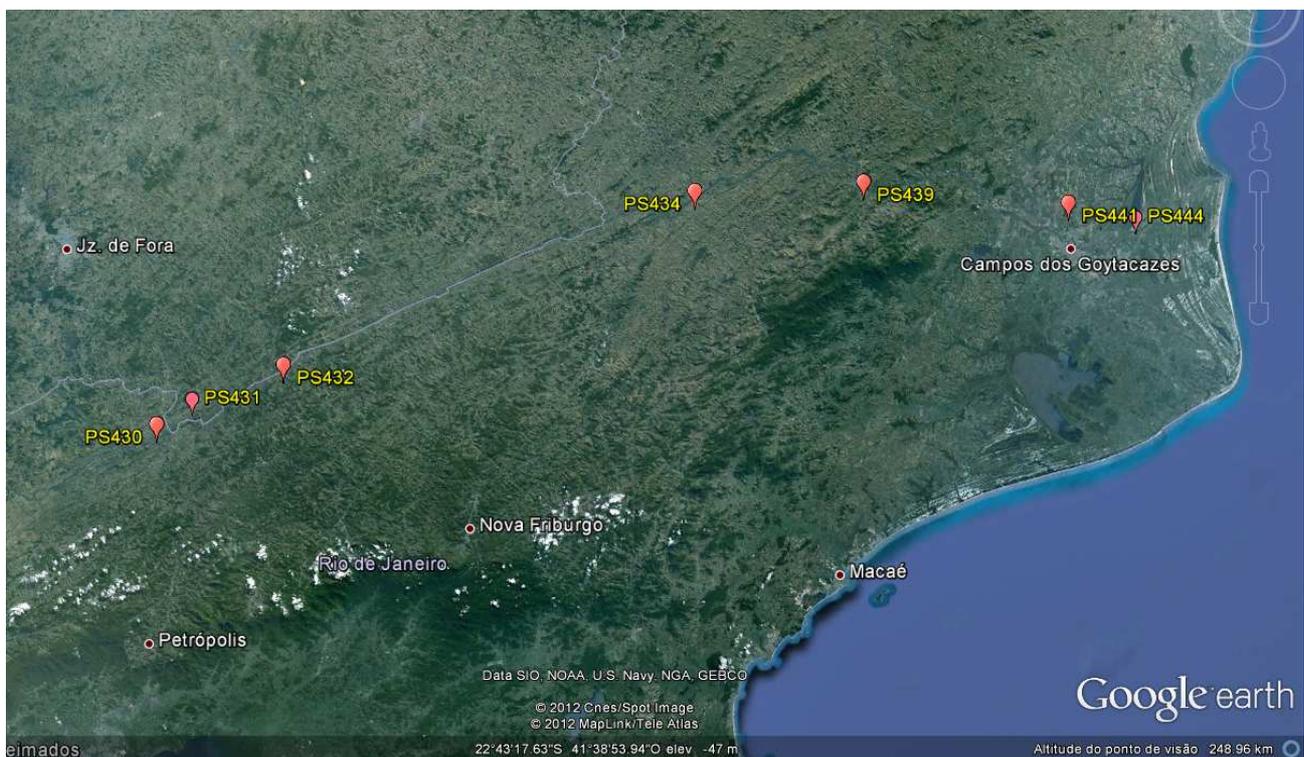


Figura 6 - Localização dos sete pontos seleccionados para caracterização físico-química da qualidade da água no rio Paraíba do Sul

Para estes locais, foram escolhidos os parâmetros físico-químicos que apresentavam maior número de registos, ao longo das últimas três décadas, i.e., Alcalinidade, Cádmio, Cálcio, Chumbo, Cloretos, Condutividade, Demanda Bioquímica de Oxigénio (DBO), Demanda Química de Oxigénio (DQO), Dureza Total, Ferro, Fósforo Total, Manganês, Mercúrio, Nitrato, Nitrogénio, Oxigénio Dissolvido (OD), Orto-Fosfatos, pH, Sódio, Sólidos Dissolvidos Totais (SDT), Sólidos Suspensos Totais (SST), Sulfatos, Turbidez, Vazão e Zinco. No final obteve-se uma matriz com 26 parâmetros físico-químicos e 32 amostras (i.e 774 unidades amostrais).

Os dados foram organizados em matriz Excel para análise estatística multivariada utilizando a metodologia de Análise de Componentes Principais (ACP). Para a totalidade dos dados, pretendeu-se identificar padrões de variação espacial e temporal e detectar a existência de focos de poluição pontual.

A análise multivariada engloba um conjunto de métodos estatísticos que permite a análise simultânea de múltiplas variáveis para cada local (Reis, 1997). Na interpretação de grandes matrizes de dados o uso de métodos de análise multivariada proporciona a redução da dimensionalidade dos mesmos e a extração de informações importantes na avaliação do estado e gestão de recursos (Simeonov *et al.*, 2003).

A ACP foi executada através de diagonalização da matriz de correlações, com os dados transformados utilizando o $\text{Log}(x+1)$ para contornar a influência de diferentes escalas e amplitudes numéricas das variáveis originais. Esta permite transformar um conjunto de variáveis iniciais correlacionadas entre si, num outro conjunto de variáveis não correlacionadas (ortogonais), as chamadas Componentes Principais (PC), que resultam de combinações lineares do conjunto inicial. As PC são calculadas por ordem decrescente de importância, isto é, a primeira explica o máximo possível de variância dos dados originais; A segunda, o máximo possível da variância ainda não explicada e assim sucessivamente (Reis, 1997).

3.4. Resultados e Discussão

Efectuou-se a ordenação de 26 descritores, utilizando a matriz simétrica de correlação entre descritores para os 7 locais de colheita amostrados em diferentes meses ao longo de 32 anos (774 unidades amostrais). Deste modo, é possível comparar para semelhantes explicações dos eixos, os resultados da ordenação em diferentes décadas e períodos do ano (Período Seco/Período Húmido), bem como a identificação temporal ao longo das 3 décadas.

Na Figura 7 apresenta-se a ordenação dos parâmetros físico-químicos para as duas primeiras componentes (42,1% de explicação acumulada). A primeira componente (26,6% de variância) localiza na parte positiva do eixo, um conjunto de descritores físico-químicos que reflectem sobretudo a poluição orgânica da água, i.e sólidos dissolvidos, sódio, sulfatos, turbidez, fósforo, nitratos e condutividade. Em oposição, na parte negativa do mesmo eixo, agrupam-se os parâmetros relacionados com poluição por metais pesados i.e. pH, Mercúrio, Chumbo, Ferro, Manganês, Alcalinidade, Dureza total.

A segunda componente (15,5% de explicação) coloca em oposição, a Dureza total, a Alcalinidade, a Turbidez e os Sólidos Suspensos, a parâmetros também relacionados com contaminação orgânica (i.e Nitratos, Nitrogénio Total e Condutividade).

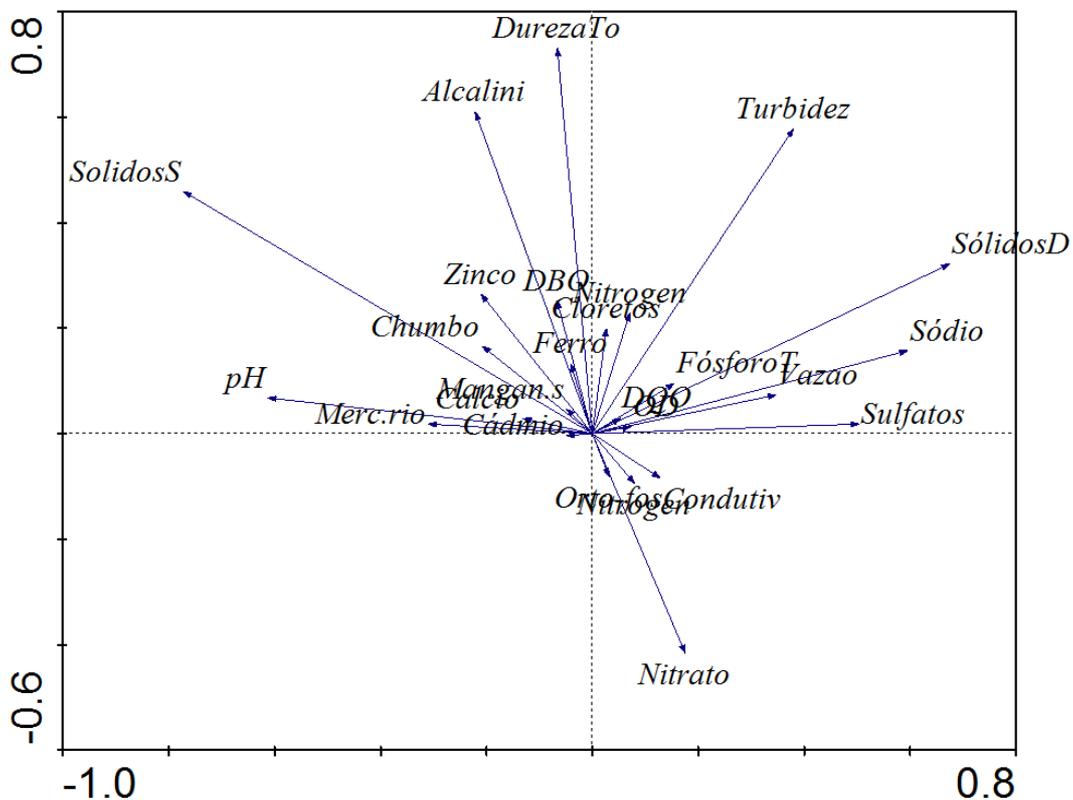


Figura 7 - Ordenação de parâmetros físico-químicos da água na primeira e segunda componente (Análise de Componentes Principais – ACP)

Na Figura 8 apresenta-se a ordenação dos sete locais amostrados nos 32 anos, para as duas primeiras componentes. Para a primeira componente verifica-se a existência de um gradiente longitudinal ao longo do rio, com os locais de montante colocados do lado positivo do eixo (PS430, PS431, PS432, PS 434), em oposição aos locais de jusante, ordenados do lado negativo.

verifica-se que para a montante a contaminação é sobretudo de origem orgânica em oposição aos locais de jusante onde a contaminação tem sobretudo origem em metais pesados.

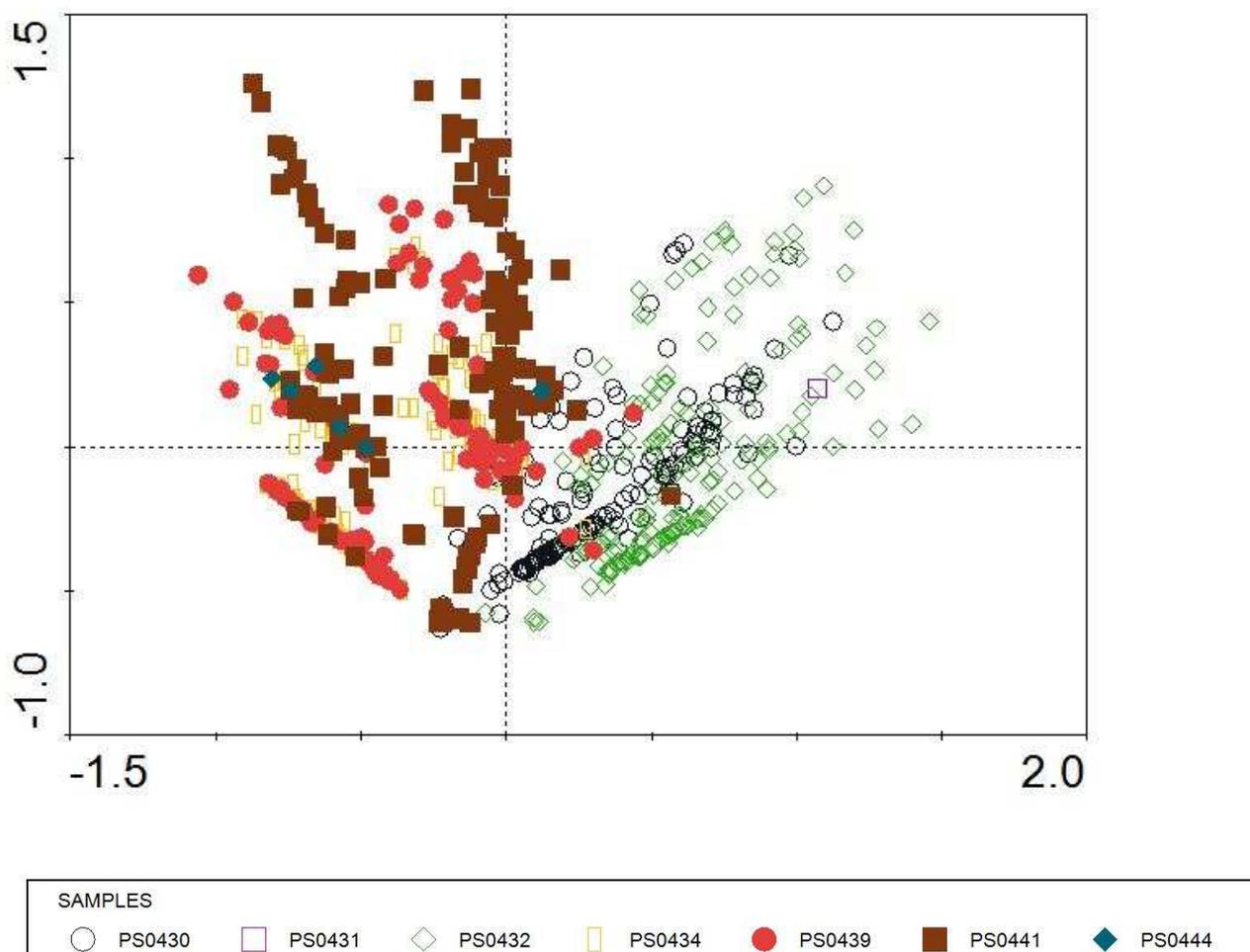


Figura 8 - Ordenação dos locais de amostragem ao longo da primeira e segunda componentes (Análise de Componentes Principais - ACP)

Na Figura 9, apresenta-se a mesma ordenação, mas com a identificação dos anos de amostragem (i.e. de 1979 a 2011). Observando a Figura, verifica-se um gradiente temporal ao longo da segunda componente, com os locais amostrados na década de 80 situados no lado positivo em oposição aos locais amostrados na década de 90. É interessante verificar que as amostragens mais recentes, relativas aos anos de 2010 e 2011 se situam numa região mais central, reflectindo menor influência de parâmetros indicadores de poluição orgânica, como sejam os nitratos. Parece assim reflectir-se o efeito da aplicação de legislação que teve como consequência uma melhoria da qualidade da água no que se relaciona com a contaminação de origem orgânica.

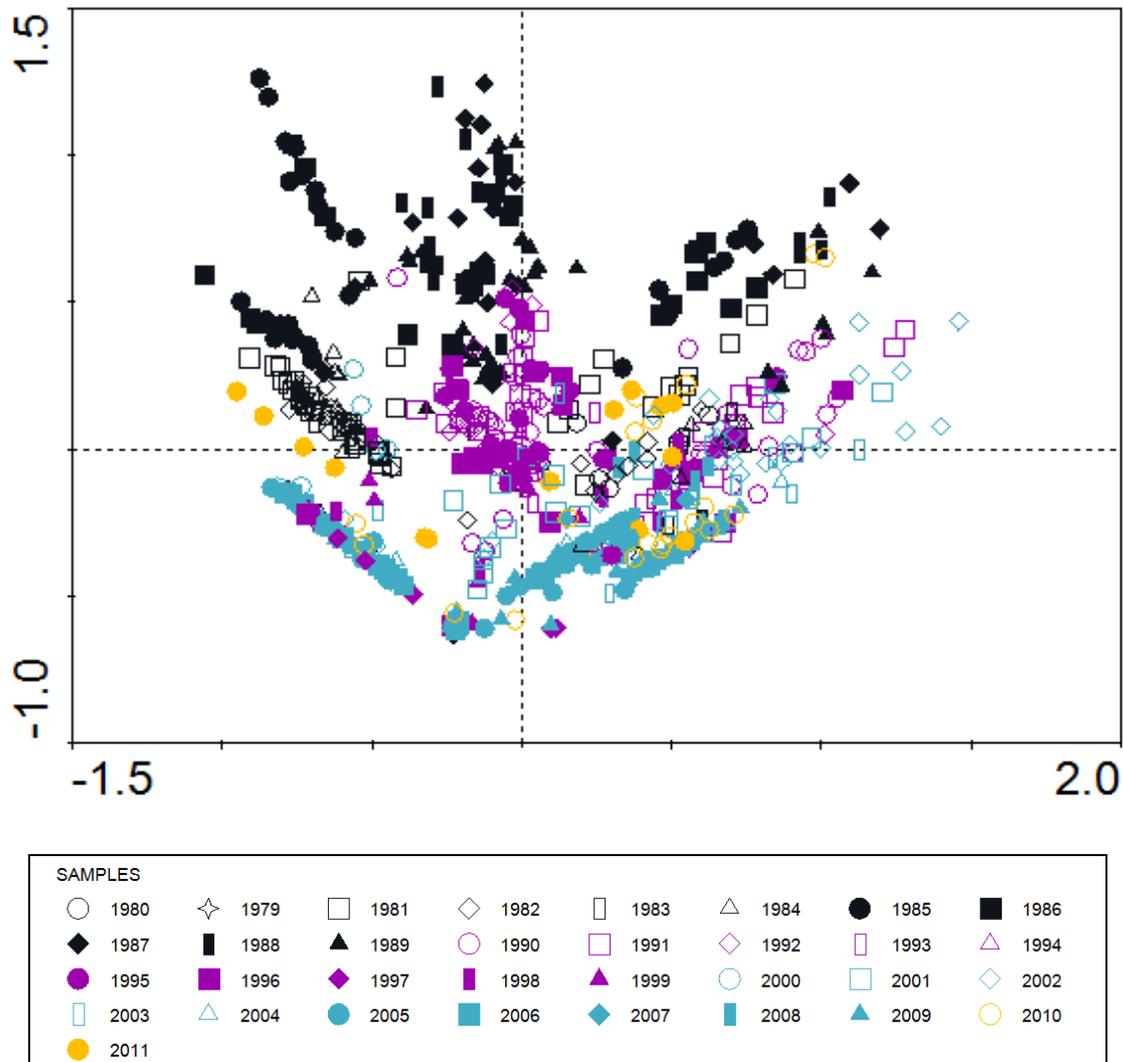


Figura 9 - Ordenação dos locais de amostragem ao longo da primeira e segunda componentes, com identificação dos anos de amostragem de 1979 a 2011 (Análise de Componentes Principais - ACP)

Complementarmente, de forma a verificar o efeito das épocas do ano, ou seja período húmido *versus* período seco, na Figura 10 apresenta-se a ordenação dos locais com a identificação do período húmido (de Janeiro a Julho) e do período seco (Agosto a Dezembro). Observando a Figura, verifica-se uma não diferenciação destes períodos, o que quer dizer que a qualidade da água no rio Paraíba do Sul não parece estar dependente do regime de escoamento mas sim com as escorrências dos efluentes provenientes de fontes de poluição de origem pontual e difusa.

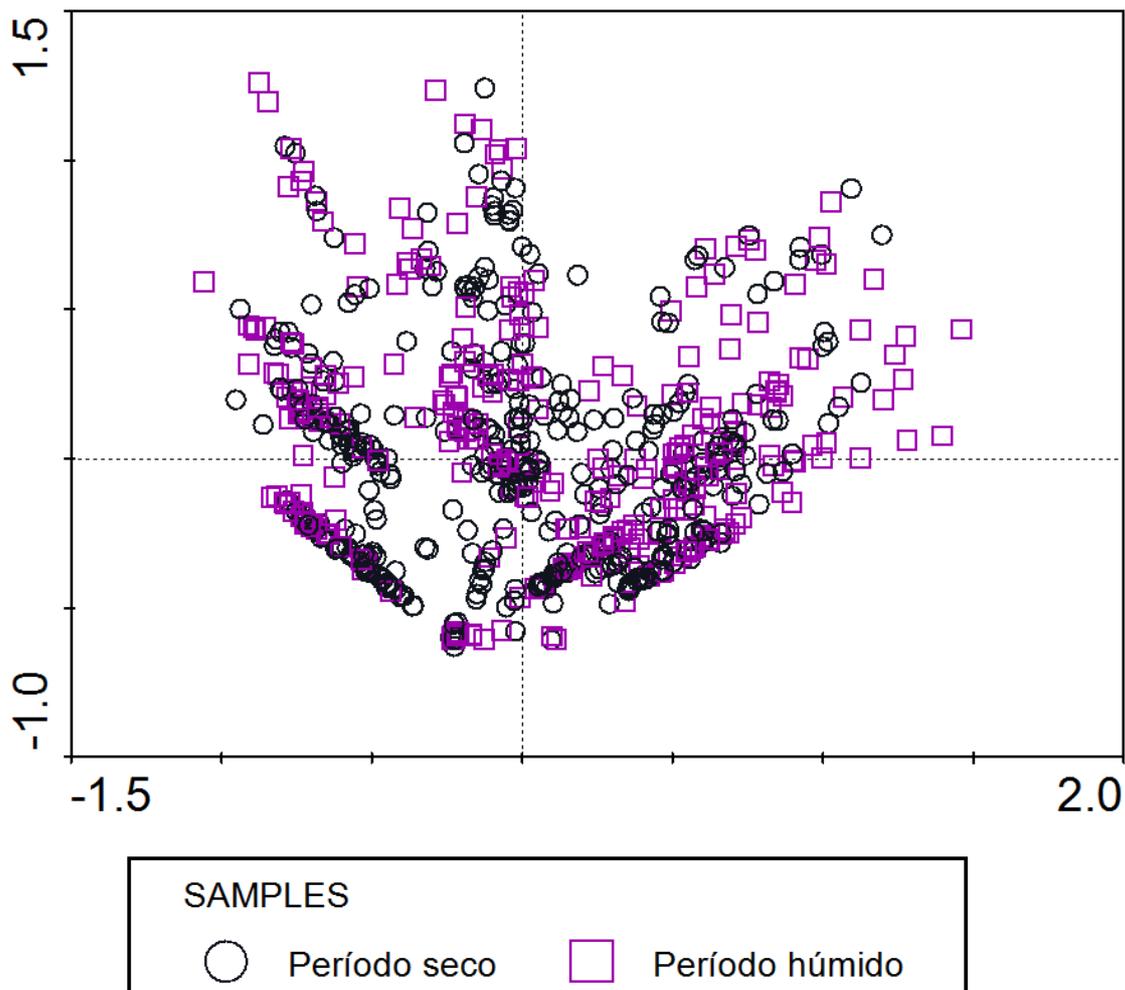


Figura 10 - Ordenação dos locais de amostragem ao longo da primeira e segunda componentes, com identificação do período húmido e do período seco (Análise de Componentes Principais - ACP)

Os ecossistemas aquáticos incorporam, ao longo do tempo, substâncias provenientes de causas naturais, sem nenhuma contribuição humana, em concentrações raramente elevadas que, no entanto, podem afectar o comportamento químico da água e seus usos mais relevantes. Entretanto, outras substâncias lançadas nos corpos de água pela acção antrópica, em decorrência da ocupação e do uso do solo, resultam em sérios problemas de qualidade de água, que demandam investigações e investimentos para sua recuperação.

Os resultados obtidos no rio Paraíba do Sul ao longo de 32 anos revelam maior contaminação de origem orgânica a montante, com especial destaque para os locais PS430, situado no Município de Três Rios, PS432, situado no município de Sapucaia e PS434, situado no município de Itaocara.

A jusante a contaminação é sobretudo devida a metais pesados com origem em actividades de mineração e de forte industrialização, destacam-se os locais PS436 situado no

município de Portela, PS439, situado no município de São Fidelis, PS441 e PS444 situados no município de Campos dos Goytacazes.

A análise global efectuada demonstrou, contudo uma melhoria evidente nos últimos anos (i.e 2010 e 2011) no que se relaciona com contaminação de origem orgânica. Tal facto resulta da aplicação de acções de fiscalização mais eficiente. Tal como apresentado no capítulo 2, os instrumentos legais de protecção às massas de água existem há décadas, contudo apenas nos últimos anos se investiu de uma forma eficaz em acções de fiscalização que começam agora a mostrar os seus efeitos.

4. Considerações Finais

A compreensão e a previsão das complexas interacções entre a hidrologia e a dinâmica do sistema constituem a base para a gestão e reabilitação de qualquer sistema aquático, devendo para o efeito ser definidas medidas específicas e globais. Estas deverão ser aplicados de uma forma progressiva através dos planos de gestão de bacias hidrográficas, de forma a: (i) evitar a deterioração do estado das massas de água; (ii) proteger, melhorar e recuperar as massas de água com o objectivo de alcançarem uma melhoria efectiva; (iii) reduzir gradualmente a poluição provocada por substâncias prioritárias e cessar as emissões, descargas e perdas de substâncias prioritárias perigosas.

Apesar de sua vital importância para o Rio de Janeiro, o Paraíba do Sul é rio de jurisdição federal, pois se estende por três estados da Federação. Nessa condição, desde a década de 80, a gestão ambiental do rio Paraíba do Sul é feita pelo Comité Executivo de Estudos Integrados da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul - CEIVAP (Decreto nº 87.561/82), tendo sido revitalizada, posteriormente, com a aprovação da Lei nº 9433/97, da Política Nacional de Recursos Hídricos.

A considerável expansão demográfica e o intenso e diversificado desenvolvimento industrial ocorridos nas últimas décadas na Região Sudeste, são reflectidos na qualidade das águas do rio Paraíba, podendo-se citar como fontes poluidoras mais significativas as de origem industrial, doméstica e da agropecuária, além daquela decorrente de acidentes pontuais em sua bacia.

Ao mesmo tempo, o rio Paraíba do Sul fica sujeito a acidentes, não só pela expressiva concentração de indústrias de grande potencial poluidor, como também pela densa malha rodoviária, com intenso movimento de cargas perigosas que trafegam pelas rodovias Presidente Dutra (Rio-São Paulo) e BR-040 (Rio-Juiz de Fora), e acidentes ocorridos em outros estados que chegam até o Paraíba através de seus rios afluentes.

Com os resultados obtidos verifica-se que a montante, o rio está sujeito a contaminação de origem orgânica, contaminação esta que vai sendo progressivamente substituída por contaminação do tipo mais industrial para jusante..

A falta de fiscalização e instituição de faixas marginais de protecção adequadas, conforme a Lei Federal N^o 4.771/65 contribuiu para que ao longo dos anos houvesse diversos desmatamentos nas margens rio Paraíba do Sul. Sendo assim, a vegetação da bacia do rio Paraíba do Sul encontra-se bastante alterada devido às diversas formas de ocupação e uso do solo, que resultaram em processos de erosão e assoreamento do rio.

Contudo, actualmente, a mais notória e prejudicial fonte de poluição do troço analisado são os efluentes domésticos e resíduos sólidos oriundos das cidades de médio e grande portes localizadas às margens do rio, bem como industriais. Contudo, pelos resultados obtidos, foi possível perceber que desde a relevante intervenção do órgão ambiental competente (INEA) houve uma perceptível mudança na qualidade da água no que diz respeito aos parâmetros à contaminação urbana.

Para alcançar objectivos ambientais que promovam a protecção das massas de água no rio Paraíba do sul, quer seja a redução da carga total afluente às bacias mais problemáticas, quer seja a manutenção da carga reduzida afluente às bacias menos problemáticas (i.e. situadas nas cabeceiras), apresenta-se um conjunto de medidas (Porto, 1992)

Assim, no que respeita ao controlo da poluição pontual, destacam-se as intervenções necessárias em sistemas de drenagem e tratamento de águas residuais urbanas e industriais (ex. remodelação e construção de Estações de Tratamento de Águas Residuais - ETAR). Refira-se que as fontes de poluição urbana com sistema de tratamento, raramente vão além do primário ou secundário, o que compromete a remoção eficaz do nitrogénio e do fósforo do efluente. Além das fontes de poluição urbanas estão identificadas algumas fontes industriais que incluem as boviniculturas e suiniculturas, que por estarem maioritariamente em regime extensivo acabam por não ter qualquer tipo de sistema de tratamento dos efluentes gerados.

Quanto ao controlo da poluição difusa, propõe-se: a realização de acções de sensibilização dos agricultores para a problemática da contaminação com nitratos e de acções de formação sobre o código das boas práticas agrícolas; o aumento do controlo e eventual interdição da aplicação de efluentes agro-pecuários e de lamas de ETAR nos solos, pois são um foco de contaminação microbiológica para as linhas de água, além de constituírem um enorme aporte de nitrogénio, fósforo e matéria orgânica; o estudo sobre a contribuição das várias fontes de poluição difusa para a qualidade da água (nomeadamente, das explorações agro-pecuárias em regime extensivo, com vista a contribuir para a definição de medidas de minimização do impacte produzido por este tipo de explorações); o desenvolvimento de projectos-piloto de aplicação de sedimentos de reservatórios, lamas de depuração e de resíduos orgânicos tratados na agricultura (com vista a contribuir para a definição de normas de qualidade relativas à aplicação de lamas de depuração e sedimentos de reservatórios como fertilizante alternativo).

No que se relaciona com a protecção e restauro ambiental, destacam-se as medidas de beneficiação do canal fluvial e da vegetação ripícola. Para tal será necessário efectuar o levantamento dos troços críticos das massas de água com situações de degradação e

descontinuidade da vegetação ripícola, estabelecendo-se um plano de recuperação e eventual interdição de pessoas e animais às linhas de água.

Será ainda necessário aprofundar o conhecimento sobre o estado de cada sub-bacia, para posterior definição de medidas menos gerais e mais aplicadas à realidade da cada uma, começando pelas mais problemáticas, neste caso as bacias dos pontos. Complementarmente é fundamental dar continuidade às acções de fiscalização e aplicação mais eficaz das directrizes ambientais outrora estabelecidas na legislação em vigor, bem como acções capazes de reverter esta expressiva contaminação por meio de estações de tratamento de esgotos, construção de aterros sanitários e usinas de beneficiamento de lixo domiciliar.

Será ainda necessário aprofundar o conhecimento sobre o estado de cada sub-bacia, para posterior definição de medidas menos gerais e mais aplicadas à realidade da cada uma, começando pelas mais problemáticas, neste caso a sub-bacia do Rio Paraíba do Sul.

5. Referências Bibliográficas

Agência Nacional de Águas. Região Hidrográfica Atlântico Sudeste. Online. Disponível em <<http://www2.ana.gov.br/Paginas/portais/bacias/AtlanticoSudeste.aspx>> acessado em 29/09/2011.

Agência Nacional de Águas. Relatório de atividades da ANA em 2010. Online. Disponível em <<http://www.ana.gov.br/bibliotecavirtual>> acessado em 29/09/2011.

Associação Brasileira de Recursos Hídricos. Legislação. Online. Disponível em <<http://www.abrh.org.br/novo/legislacao.php>> acessado em 24/09/2011

BARTH, F.T.; BARBOSA, W.E.S. Recursos Hídricos. **Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica**. Disponível em <http://www.fcth.br/public/cursos/phd5028> Acessado em 29/09/2011

BRAGA, B.; ROCHA, O.; TUNDISI, J. G. "Dams and the Environment: the Brazilian Experience". **International Journal of Water Resources Development**, v14, 1998.

DA SILVA, D.F. *et al.* Variabilidade da qualidade de água na bacia hidrográfica do rio são francisco e atividades antrópicas relacionadas. **Qualit@s Revista Eletrônica [online]**. 2010, Vol.9. No 3. ISSN 1677 4280

DA SILVA, D.F.; **Análise de aspectos climatológicos, ambientais, agroeconômicos e de seus efeitos sobre a Bacia hidrográfica do rio Mundaú (AL e PE)**. Tese (Doutorado em Recursos Naturais), 2009, Universidade Federal Campo Grande, Paraíba.

HIRATA, R. Recursos hídricos. In: TEIXEIRA, Wilson. [et. al.]. **Decifrando a Terra**. São Paulo: Oficina de Textos, 2000. 2ª reimpressão 2003. p. 421 – 444.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística . Estados@. Online. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br/estadosat/perfil.php?sigla=rj>> acessado em 30/09/2011

Instituto Estadual do Ambiente. Consulta dados de qualidade. Online. Disponível em <<http://200.20.42.67/dadosaguaweb/>> acessado em 10/10/2011.

Instituto Estadual do Ambiente. Rio Paraíba do Sul. Online. Disponível em <<http://www.inea.rj.gov.br/fma/bacia-rio-paraiba-sul.asp>> acessado em 18/10/2011.

LIBÂNIO, M. **Fundamentos de qualidade e tratamento da água**. Ed. Átomo, SP. 444pp. 2005.

Organização das Nações Unidas. United Nations Environment Programme environment for development. Disponível em <<http://www.unep.org/>> acessado em 12/12/2011

PIASENTINI, A.M. et al. Índice de qualidade da água (IQA) do reservatório Tanque Grande, Guarulhos (sp): Análise sazonal e efeitos do uso e ocupação do solo. São Paulo, UNESP, Geociências, v. 28, n. 3, p. 305-317, 2009

POMPEU, C.T., Águas doces no direito brasileiro. In: _____. **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. p. 599.

PORTO, M. F. A., **Sistemas de Gestão de Qualidade das Águas, uma proposta para o caso brasileiro**, 2002, Tese de Livre Docência, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária, USP. São Paulo.

PORTO, M.A. Branco, S. M de LUCA, S.J. Caracterização da Qualidade da água. In: **Hidrologia Ambiental**, PORTO, R.L.L. (Org.). Porto Alegre: ABRH, 1992.

PORTO, R. L. L. (Org.). Técnicas quantitativas para o gerenciamento de recursos hídricos. Porto Alegre : **ABRH : UFRS**, 1998. 419 p.

REBOUÇAS, A. C. Águas Doces no Brasil. In: REBOUÇAS, A. C. BRAGA, B. TUNDISI, J. G.. **Águas Subterrâneas**. São Paulo: Escrituras Editora, 3ª ed. [online] 2006b. p. 111 – 144.

REIS, E., **Estadística multivariada aplicada**. Síbaló, 1997, 343p.

SANTOS, A.M.O. *et al* Avaliação da qualidade da água da bacia hidrográfica do rio Sergipe-SE através da aplicação do Índice de Qualidade de Água (IQA). In III Encontro de Recursos Hídricos em Sergipe. 2010, Aracaju-SE.

SIMEONOV, V. *et al*. Assessment of surface water quality in Northern Greece. **Water research: Elsevier Science**, 37: 4119-4124. 2003.

SOUZA, R.A.; **A influência do uso e cobertura do solo na comunidade de macroinvertebrados bentônicos do trecho médio da bacia do Rio Doce – MG**. 2007. 93f. Dissertação (Pós graduação em Ecologia Conservação e Manejo da Vida Silvestre). Pós-graduação em Ecologia Conservação e Manejo da Vida Silvestre, do Departamento de Biologia Geral da Universidade Federal de Minas Gerais. Minas Gerais.

TOLEDO, L. G. *et al.*; Análise fatorial para aplicação de índices de qualidade de água em microbacias com agricultura irrigada: o caso de Guarára. In **II Simpósio de Recursos Hídricos do Centro Oeste Campo Grande**. Campo Grande, no Mato Grosso do Sul. ABRH, 2002.

TOLEDO, L. G.; NICOLELLA, G. Índice de qualidade de água em microbacia sob uso agrícola e urbano. **Scientia Agricola**. Piracicaba: v.59, n.1, p.181 - 186, 2002.

TOMAZ, P. **Economia de água para empresas e residências um estudo atualizado sobre o uso racional da água**. São Paulo: Navegar, 2001.

TUCCI, C. E. M. Água no meio urbano. In: REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. **Águas doces no Brasil**. 3ª ed.. São Paulo: Escrituras Editora, 2006. p. 399 – 432.

TUNDISI, J. G. **Águas doces no Brasil**. 3ª ed.. São Paulo: Escrituras Editora, p. 111 – 144. 2006b.

TUNDISI, J. G.. Novas perspectivas para a gestão de recursos hídricos. **Rev. USP** [online]. 2006, n.70, pp. 24-35. ISSN 0103-9989.