

## Disponibilidade hídrica - da visão global às pequenas bacias hidrográficas: o caso de Angra dos Reis, no Estado do Rio de Janeiro

Cristiane Nunes Francisco<sup>1</sup>  
Cacilda Nascimento de Carvalho<sup>2</sup>

### Resumo

Este trabalho discute a necessidade de mudança de paradigma na gestão da água, dentro do contexto mundial de escassez e declínio de qualidade dos recursos hídricos. Para tanto, inicia-se pela análise da situação da disponibilidade de água e do crescimento populacional nas diversas escalas em que o assunto deve ser administrado, à luz da nova legislação, finalizando por enfatizar a importância das pequenas bacias hidrográficas no fornecimento de água para as cidades de médio e pequeno porte. O foco concentra-se então sobre o estudo do município de Angra dos Reis, com seu relevo escarpado coberto pelos últimos remanescentes do bioma Mata Atlântica. Sua beleza e vulnerabilidade naturais, aliadas à grande expansão urbana, tornam-no um típico representante dos municípios dependentes de pequenas bacias hidrográficas costeiras do Domínio Tropical Atlântico.

### Abstract

This paper deals with the need for a new paradigm in the water management taking into account the present context of water scantiness. The water availability and the population growth are analysed at different scales under the newest legislation point of view. Eventually, the importance of small watersheds for water supply of middle and small cities is emphasized. The case of Angra dos Reis municipality is studied, as a typical representative of the municipalities of the Atlantic Tropical domain situated in steep landscape and covered by the remainder patches of the Tropical Rainforest (Mata Atlântica). These cities are dependent on small coastal hydrographic basins for water supply, and are facing unplanned urban expansion, that dramatically threatens their natural beauty and fragile landscape.

### 1. Disponibilidade hídrica: a visão global

Enquanto a produção de água doce no planeta é estável, o consumo da água aumenta em nível superior ao crescimento populacional. No século XX, a população mundial cresceu 4 vezes, enquanto o consumo de água cresceu 7 vezes. (Lima, 2001). Atualmente, há mais de 1 bilhão de pessoas sem suficiente acesso à água para consumo doméstico e estima-se que em 30 anos haverá 5,5 bilhões de pessoas vivendo em áreas com moderada ou séria falta d'água (ONU, 1993 *apud* Demanboro e Mariotoni, 2001)

Como agravante dessa situação, a água doce é desigualmente distribuída no espaço, como pode ser observado na Tabela 1, que apresenta valores sobre a distribuição da disponibilidade de água doce nos continentes.

Região	População no Ano 2000*		Disponibilidade per capita <sup>I</sup> (mil m <sup>3</sup> /ano)	Escassez hídrica <sup>II</sup> (%)*
	(milhões)	(%)		
África	790	13	4,0	<10 a 40
Europa	726	12	7,7	10 a 40
América do Norte	305	5	17	10 a 40
América Sul/Central	508	8	25	<10
Ásia	3678	61	4,0	20 a 40
Oceania	30	1	33	<10
<b>Mundo</b>	<b>6037</b>	<b>100</b>	<b>7,0</b>	<b>-</b>

**Tabela 1** - Disponibilidade hídrica de água doce per capita para o ano 2000. (Demanboro et al, 1999)

Fonte: Population Reference Bureau (1997); \*ONU (1997)

<sup>I</sup> Padrões internacionalmente aceitos consideram a faixa de disponibilidade entre 1000 e 2000 m<sup>3</sup> per capita/ano como de potencial escassez hídrica e, disponibilidade inferior a 1000 m<sup>3</sup> per capita/ano, como escassez real. (Gleick, 1993 *apud* Demanboro e Mariotoni, 1999).

<sup>II</sup> A razão entre a retirada de água e a disponibilidade hídrica anual menor do que 10% indica pequenos problemas de gerenciamento de recurso hídricos. Já uma faixa entre 10 a 20% indica que a disponibilidade hídrica está se tornando um fator limitante e investimentos significativos são necessários no futuro. Por fim, razão superior a 20% indica que o gerenciamento, tanto do suprimento, como da demanda serão necessários (ONU *apud* (Demanboro; Mariotoni 1999).

<sup>1</sup> Departamento de Cartografia, UFF. [nunes@bridge.com.br](mailto:nunes@bridge.com.br)

<sup>2</sup> Departamento de Geoquímica, UFF.

Os aspectos de demanda e de escassez de água estão relacionados ao crescimento demográfico, à escala das atividades econômicas e à capacidade de suporte dos recursos naturais (Demandoro et al. 1999). Em relação às condições naturais, o maior produtor de água é o continente sul americano, seguido pela Ásia; este, porém, apresenta uma baixa disponibilidade hídrica, devido à grande concentração populacional. A Oceania, ao contrário, apresenta uma alta disponibilidade hídrica, em função da pequena população e não por condições naturais. Já a baixa disponibilidade de África existe em função da conjugação de fatores naturais e populacionais. Por fim, nos países industrializados (europeus e norte-americanos), a disponibilidade hídrica per capita não será o fator limitante e sim a escassez hídrica provocada pelas atividades antrópicas, principalmente agrícola e industrial. A população mundial está prevista para se estabilizar por volta de 2050 em aproximadamente 11 bilhões de habitantes. É esperado que a Europa aumente a sua disponibilidade hídrica, devido ao decréscimo populacional. A América Latina e Caribe, a Ásia e Oceania deverão manter sua participação na população mundial, enquanto a África aumentará substancialmente a sua participação. A África e a Ásia juntas vão representar 90% do acréscimo populacional previsto para o período entre 2000 e 2050. (Demandoro et al. 1999)

## 2. Disponibilidade hídrica: a visão nacional

O Brasil possui 8% da água disponível no mundo, cerca de 6 mil km<sup>3</sup>/ano, com disponibilidade hídrica per capita de 37 mil m<sup>3</sup>/hab.ano. Porém, 73% da água doce disponível está na bacia amazônica, onde se concentra apenas 4% da população brasileira (Setti et al. 2000).

Bacias Hidrográficas	População 1996		Disponibilidade hídrica		
	milhões	%	km <sup>3</sup> /ano	%	per capita (mil m <sup>3</sup> /hab.ano)
Amazônica	6,7	4	4200	73	629
Tocantins	3,5	2	372	6	106
Atlântico Norte - Nordeste	31,3	20	285	5	9
São Francisco	11,7	7	90	2	8
Atlântico Leste	35,9	23	137	2	4
Paraguai *	1,8	1	41	1	22
Paraná*	49,9	32	347	6	7
Uruguai	3,8	2	131	2	34
Atlântico Sudeste	12,4	8	136	2	11
<b>Brasil</b>	<b>157</b>	<b>100</b>	<b>5750</b>	<b>100</b>	<b>37</b>

**Tabela 2** - Disponibilidade hídrica das bacias hidrográficas brasileiras (Setti et al. 2000)

Fonte: SIH/ANEEL 1999

\*Produção hídrica brasileira

Demanboro e Mariotoni (2001) analisaram o quadro dos recursos hídricos nas 13 principais cidades do Brasil. Apesar de ser um país privilegiado em termos de disponibilidade hídrica global, a concentração da população brasileira em conglomerados urbanos vem gerando pressões crescentes sobre os recursos hídricos. Os autores demonstraram que, das metrópoles brasileiras estudadas, São Paulo, Campinas, Rio de Janeiro, Belo Horizonte, Recife, Fortaleza e Brasília apresentam situação mais crítica quanto à disponibilidade hídrica per capita. Já as regiões metropolitanas de Salvador, Curitiba e Goiânia estão no limite 'sustentável'. As regiões metropolitanas de Porto Alegre, Belém e Manaus não apresentam problemas de disponibilidade hídrica, por estarem localizadas próximas a fontes de vazão elevada.

Assim como a distribuição de água é não uniforme no espaço, ela não é distribuída igualmente entre as classes sociais, sendo um reflexo das desigualdades sociais. No Brasil, segundo Rato e Macedo, 1997, 38% das famílias que ganham até 2 salários mínimos não têm acesso aos serviços públicos de abastecimento de água. Já para as famílias com renda acima de 10 salários, este percentual é menor do que 1%, ou seja, "o que existe está concentrado nas populações que têm mais capacidade de pagar pelo serviço".

No Brasil, 72% do volume de água captado são destinados à atividade agrícola, seguindo a tendência mundial. Para as atividades industriais, são captados 10% do total. O restante da captação, 18%, é destinado ao abastecimento de água da população (Setti et al. 2000).

## 2.1. A Legislação de águas

O marco legal na gestão dos recursos hídricos no Brasil é o Código de Águas, estabelecido em 1934 pelo Decreto Federal nº 24.643. O código foi instituído no momento em que o Brasil passava de uma economia baseada no setor agrário para uma economia urbano-industrial e necessitava da produção de energia hidrelétrica para movimentar este setor (Lacorte, 1994 *apud* Leal, 1998)

Segundo Leal, 1998, apesar do Código ser antigo, ele estabeleceu aspectos importantes e conceitos atuais sobre a gestão das águas, como:

- a) A aplicação do princípio de usuário-pagador: no parágrafo 2º do artigo 36, é definido que "o uso da águas pode ser gratuito ou retribuído".
- b) A necessidade de preservação das condições da água pelo usuário de montante perante os usuários de jusante, colocada no Título III, que regulamenta o aproveitamento das águas comuns.
- c) O regime de outorga, estabelecido pelo artigo 43, definindo que "as águas públicas não podem ser derivadas para as aplicações da agricultura, da indústria e da higiene sem a existência de concessão administrativa."
- d) A definição do uso prioritário da água para o abastecimento público: no artigo 36 fica estabelecida a "preferência da derivação para o abastecimento das populações".
- e) A defesa do aproveitamento múltiplo das águas, colocada pelo artigo 51, estabelecendo que "em regulamento administrativo se disporá sobre as condições de derivação, de modo a conciliarem quanto possível os usos a que as águas se prestam".

Vários desses princípios são bastante atuais, porém não foram aplicados por falta de uma regulamentação específica. Para Leal e La Rovere, 1997, isso mostra que uma legislação adequada é fundamental, mas não suficiente para estabelecer determinadas práticas, sendo necessário também um quadro institucional e uma situação política que possibilite sua regulamentação e aplicação.

A Constituição Federal de 1988 muito pouco alterou o Código das Águas. Uma destas poucas modificações foi a extinção do domínio privado da água, previsto em alguns casos, e do domínio municipal. A Constituição de 1988 estabelece apenas dois domínios para os corpos d'água: (1) domínio da União, para rios e lagos que banhem mais de um estado, ou que sirvam de fronteira entre essas unidades, ou de fronteira entre o Brasil e países vizinhos, ou deles provenham ou para eles se estendam e (2) domínio estadual, para os corpos d'água que se situem exclusivamente em um estado (MMARH, 1997).

A Política Nacional de Recursos Hídricos, prevista na Constituição de 1988, foi estabelecida pela Lei nº 9.433 em janeiro de 1997. Ela é um reflexo da projeção mundial de cenários catastróficos em relação à disponibilidade de água doce suficiente para abastecer as futuras gerações. Com essa política, o Brasil passa a adotar instrumentos de gestão já implementados em outros países, como França e Alemanha, e que vêm sendo incentivados por acordos internacionais. O Capítulo 18 item 16 da Agenda 21 coloca como pré-requisito para um manejo sustentável da água o reconhecimento de seus custos totais, através de cobrança de tarifas que reflitam o custo real da água, quando usada como bem econômico.

No artigo 1º da Lei das Águas, como é conhecida, são estabelecidos seus princípios básicos: (1) a adoção da bacia hidrográfica como uma unidade de planejamento, (2) o uso múltiplo das águas, (3) o reconhecimento da água como um bem natural limitado, (4) reconhecimento do valor econômico da água e (5) gestão descentralizada e participativa.

No artigo 5º, ficam estabelecidos instrumentos para viabilizar a aplicação dos princípios da lei. São eles: (1) Plano Nacional de Recursos Hídricos, (2) outorga de direito de uso dos recursos hídricos, (3) cobrança pelo uso da água, (4) enquadramento dos corpos d'água em classes de uso e (5) Sistema Nacional sobre Recursos Hídricos.

A outorga de direito de uso dos recursos hídricos é um instrumento pelo qual o usuário recebe uma autorização para fazer uso da água. Segundo MMARH (1997), este instrumento disciplina uso dos recursos hídricos e constitui-se, assim, no elemento central de controle para o seu uso racional.

Pelo Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos - SNGRH, também criado pela Lei da Águas, fica estabelecido um arranjo institucional claro, baseado em uma gestão compartilhada do uso da água. São os seguintes organismos que integram o sistema: (1) Conselho Nacional de Recursos Hídricos, (2) Conselhos de Recursos Hídricos dos Estados; (3) Comitês de Bacia hidrográfica, (4) Agências da Água e (5) órgãos dos poderes públicos, cujas competências se relacionem com a gestão dos recursos hídricos.

Os comitês de bacias hidrográficas são um tipo de organização inteiramente nova na administração dos bens públicos no Brasil. Destinados a agir como "parlamento das águas da bacia", pois são o fórum de decisão no âmbito de cada bacia hidrográfica, são compostos por representantes dos usuários, das prefeituras, da sociedade civil organizada e dos demais níveis de governo (Ministério do Meio Ambiente dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal 1997).

As Agências da Água, também um novo tipo de organismo, correspondem à parte técnica dos respectivos comitês que estão vinculados a elas e têm como atribuição gerir os recursos oriundos da cobrança pelo uso da água. Enquanto as agências têm o papel de secretarias executivas de um comitê ou de um grupo de comitês, estes últimos são órgãos consultivos com jurisdição sobre uma bacia ou um conjunto de bacias contíguas.

A Constituição Federal de 1988 e as Constituições Estaduais de 1989 possibilitaram que os estados também elaborassem sua própria legislação sobre recursos hídricos. As leis estaduais devem seguir os princípios da lei federal, porém podem detalhar aspectos específicos e criar seus próprios sistemas de gestão com diferentes estruturas institucionais (Leal, 1998).

A Política Estadual de Recursos Hídricos do Rio de Janeiro foi instituída em agosto de 1999, pela Lei nº 3.239, quando também foi criado o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos. A Lei Estadual segue os mesmos fundamentos e diretrizes da Lei Federal nº 9.433/97, porém expande sua abrangência para as águas subterrâneas.

### **3. Disponibilidade hídrica: a visão regional**

O potencial hídrico do estado do Rio de Janeiro é de 30 km<sup>3</sup>/ano, o que resulta em disponibilidade per capita de 2,2 mil m<sup>3</sup>/ano (Setti et al. 2000). Esta disponibilidade hídrica é suficiente para atender às demandas atuais de consumo, mas está próxima a uma potencial escassez, e coloca o estado em sétimo lugar entre os de menor disponibilidade no país. Estima-se que as demandas para usos preponderantes (abastecimento público, irrigação e uso industrial) estejam na faixa de 10% da disponibilidade (Santos, 2001), o que indica que investimentos significativos serão necessários no futuro.

A Serra do Mar, que atravessa longitudinalmente o estado do Rio de Janeiro, é o grande divisor de águas deste estado e separa a drenagem natural em duas principais vertentes: a do Rio Paraíba do Sul e a Vertente Atlântica.

A Vertente Atlântica corresponde a 40% do território fluminense e concentra cerca de 80% da população do estado. Como o divisor de águas está próximo ao litoral, não há a formação de uma grande bacia hidrográfica, mas a presença de dezenas de bacias, de dimensões diversas, que nascem na Serra do Mar e deságuam nas lagoas costeiras, baías ou diretamente no Oceano Atlântico. Em geral, estas bacias apresentam uma grande amplitude altimétrica e canal de drenagem de pequena extensão, fazendo com que o alto curso possua uma alta declividade, gerando uma abrupta ruptura de declive quando os canais alcançam as planícies costeiras, predominantemente, de pequenas extensões.

A bacia hidrográfica do Rio Paraíba do Sul é a maior do estado, ocupando uma área de 57% do território fluminense, sendo responsável pelo abastecimento de cerca de 11 milhões de habitantes residentes entre os municípios de Campos e Resende. O Rio Paraíba do Sul é de domínio federal, pois atravessa três estados: Rio de Janeiro, São Paulo e Minas Gerais. Em território fluminense, esta bacia é formada por inúmeras sub-bacias cujas nascentes estão no reverso da Serra do Mar e são responsáveis pelo abastecimento dos municípios serranos.

O paralelismo das escarpas da Serra do Mar ao litoral, opondo-se frontalmente à direção das frentes polares, aliado às grandes altitudes, que ultrapassam 1.000 m, fazem com que as encostas meridionais da Serra do Mar possuam índice pluviométrico anual acima de 2.000 mm (Nimer, 1989). No sul do estado e na área contínua no estado de São Paulo, onde a Serra do Mar encosta no litoral, o índice pluviométrico passa dos 2.500 mm. Inclusive, nesta região, segundo Nimer (1989), está o local mais chuvoso do Brasil, próximo a Paranapiacaba e Itapanhaú, onde a média anual é de 3.600 mm.

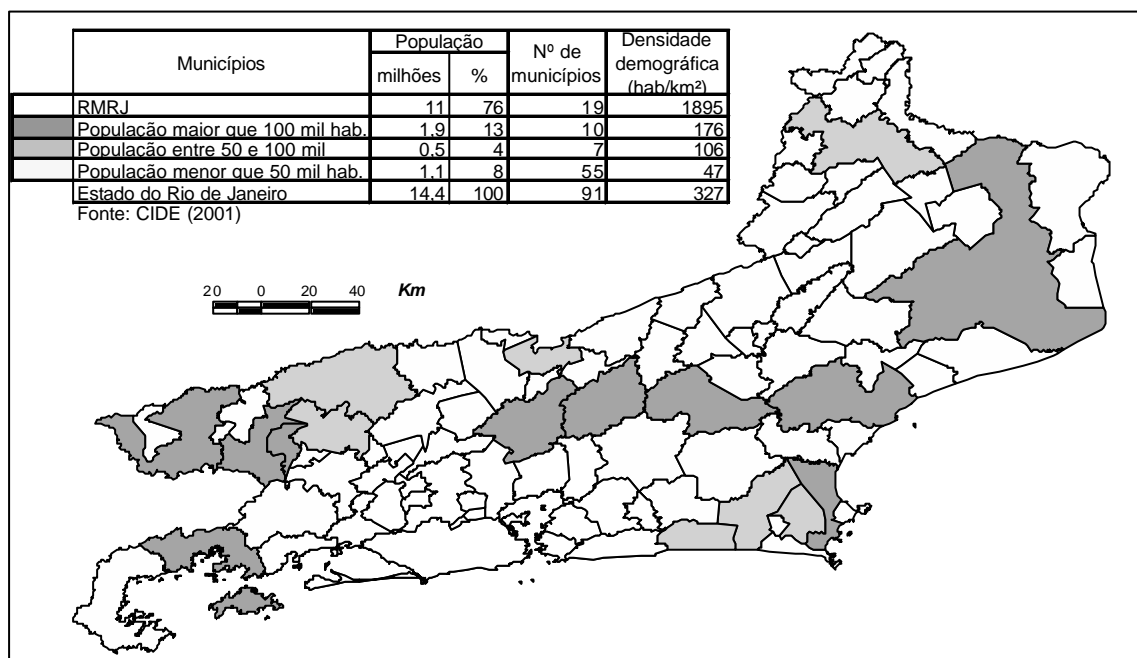
Contrastando com a Vertente Atlântica, o Vale do Paraíba, situado no reverso da Serra do Mar, apresenta pluviometria anual bem mais modesta, variando entre 750 a 1.000mm (Nimer, 1989). A Baixada Litorânea, desde a Lagoa de Araruama até o estado do Espírito do Santo, onde a Serra do Mar está mais afastada do litoral, é uma área igualmente menos chuvosa, apresentando altura de precipitação anual inferior 1.000 mm (Nimer, 1989). Em função das condições climáticas especiais da área, a vegetação presente no Pontal de Cabo Frio é considerada uma disjunção fitogeográfica mais meridional da estepe tropical (caatinga) no Brasil (Santos et al, 1987)

A irregularidade é outro fator característico do regime de chuvas na Região Sudeste. Segundo Nimer (1989), no Brasil, a irregularidade dos índices pluviométricos anuais nesta região é inferior apenas à do Nordeste. No semestre chuvoso, entre os meses de outubro e março, o acúmulo de chuvas corresponde a 70-80% da pluviometria anual na Serra do Mar, e a 80-85% no Vale do Paraíba. A forte concentração pluviométrica ocorre mais pela intensidade das chuvas nesta época do ano, do que pela sua maior frequência.

Como exemplo da irregularidade das chuvas interferindo no regime de vazão dos rios, podem-se citar dados do Rio Paraíba do Sul: a vazão máxima média, próximo à sua foz, nos meses de dezembro a março, é de 2.140 m<sup>3</sup>/s. Já nos meses de julho a outubro, a vazão mínima média é 99 m<sup>3</sup>/s (Projeto PLANÁGUA - SEMADS/GTZ, 2001).

### 3.1 A distribuição e a evolução da demografia no estado do Rio de Janeiro

Com base na análise dos dados do Censo Demográfico de 2000 (Figura 1), verifica-se uma grande concentração da população fluminense na Região Metropolitana do Rio de Janeiro (RMRJ), correspondendo a 76% da população do estado, com densidade demográfica de 1865 hab./km<sup>2</sup>. O interior do estado apresenta-se com baixíssima densidade, os municípios com população menor do que 50 mil habitantes, que correspondem a 51% do território fluminense, apresentam uma densidade demográfica de 51 hab./km<sup>2</sup>. Porém, fora da RMRJ, há municípios que concentram população maior que 100 mil hab, e apresentam função de centros regionais, concentrando uma população de 13% do total do estado.

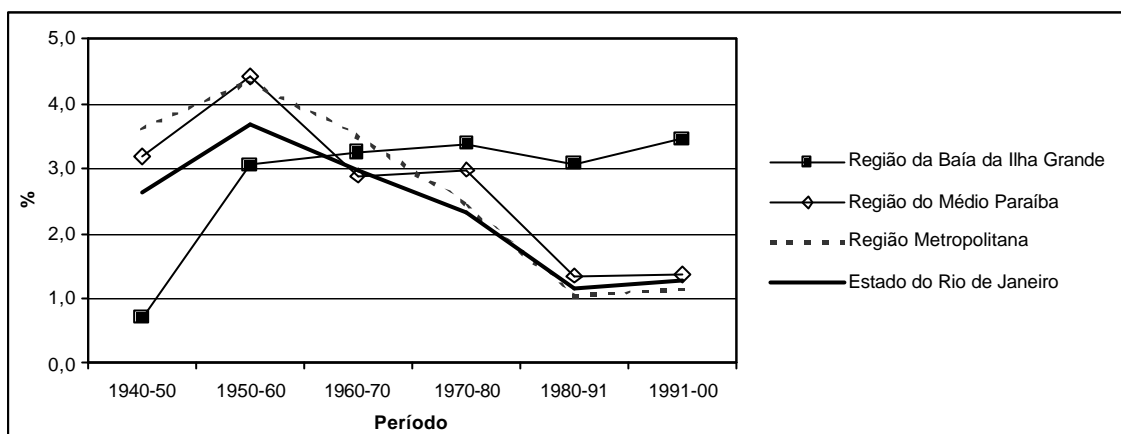


**Figura 1:** Distribuição da população no estado do Rio de Janeiro - 2000

Nas duas últimas décadas, no entanto, verificou-se uma descentralização da população no estado, devido à diminuição da taxa de crescimento demográfico da RMRJ e ao aumento desta taxa em outras regiões do estado.

Como pode se observado na Figura 2, a taxa de crescimento da RMRJ atingiu um pico de 4,5% ao ano na década de 50, comportamento também seguido pela Região do Médio Paraíba, devido à instalação da Companhia Siderúrgica Nacional (CSN) em Volta Redonda. Nas duas últimas décadas, no entanto, a taxa de crescimento da RMRJ foi de apenas 1,1% ao ano, inferior à taxa apresentada pelo estado, que foi de 1,2%. No mesmo período, outras regiões apresentaram uma taxa superior, ou muito próxima, à da RMRJ, destacando-se o crescimento das regiões das Baixadas Litorâneas e da Baía da Ilha Grande, com a taxa de 4,1% e 3,5% ao ano, respectivamente.

**Figura 2:** Taxa média geométrica de crescimento demográfico anual do estado do Rio de Janeiro - 1940-2000.



Fonte: CIDE (2001)

### 3.2 O abastecimento de água

O principal sistema de abastecimento de água do estado é o Guandu (Tabela 3), que abastece a Baixada Fluminense e a cidade do Rio de Janeiro e apresenta uma capacidade de atendimento de 9,6 milhões de habitantes. O Rio Guandu está localizado na Vertente Atlântica, porém recebe águas do Rio Paraíba do Sul com desvio de 120 m<sup>3</sup>/s, enquanto a sua vazão média original é de apenas 3,2 m<sup>3</sup>/s. A vazão distribuída para o abastecimento pelo sistema é de 40 m<sup>3</sup>/s (Selles, 2002).

Manancial	Capacidade de atendimento <sup>1</sup>		Municípios atendidos
	(milhões hab)	(%)	
Rio Guandu	9,6	62	Rio de Janeiro e Baixada Fluminense
Canal Imunana	1,5	10	Niterói, São Gonçalo, Itaboraí
Ribeirão das Lajes	1,2	8	Rio de Janeiro e Baixada Fluminense
Lagoa de Juturnaíba	0,5	3	Araruama, Saquarema, Silva Jardim, Cabo Frio, Armação dos Búzios, Arraial do Cabo, São Pedro da Aldeia, Iguaba Grande

**Tabela 3** - Principais sistemas de abastecimento de água do estado do Rio de Janeiro, 2000.

<sup>1</sup> Capacidade = Vazão / consumo per capita (consumo per capita de 300 litros/dia para a Região Metropolitana e 200 litros/dia para as demais regiões). Fonte: (CIDE, 2001)

A cidade do Rio de Janeiro e a Baixada Fluminense também são abastecidas por Ribeirão das Lajes, além de outros mananciais menores formando pequenos sistemas de abastecimento. A represa de Ribeirão das Lajes apresenta uma capacidade de atendimento de 1,1 milhão de habitantes, com uma vazão distribuída de 5 m<sup>3</sup>/s.

A Bacia do Rio Macacu, com um total de 1.260 km<sup>2</sup> e localizada na Vertente Atlântica, é responsável, através do sistema Imunana-Laranjal, pelo abastecimento dos municípios de São Gonçalo, Niterói e Itaboraí, atendendo a uma população de 1,2 milhão de habitantes, ou seja, 8% da população total do estado.

Os municípios da Região dos Lagos são abastecidos pela Lagoa de Juturnaíba, localizada na bacia do Rio São João, também na Vertente Atlântica, com uma área de 2.190km<sup>2</sup>. Este sistema distribui uma vazão de 1,3 m<sup>3</sup>/s atendendo uma população de aproximadamente 490 mil habitantes. Durante os feriados e verão, a população quase quadruplica (Projeto PLANÁGUA - SEMADS/GTZ, 2001). Deve-se destacar que esta região é a mais seca do estado, como já descrito, e o Rio São João não corta esta região, ou seja, a solução de abastecimento desta área já é feita pela transposição de águas entre regiões.

O restante dos municípios, correspondendo a 25% da população fluminense, é abastecido por outros mananciais, inclusive por água subterrânea, que atende cerca de 1% da população.

Há municípios onde o serviço é prestado por uma concessionária, como, por exemplo, acontece em Nova Friburgo, com a Concessionária de Águas e Esgoto de Nova Friburgo (CAENF). Há outros casos, como, por exemplo, o município de Angra dos Reis, onde a

prestação é feita pela prefeitura, através de pequenos sistemas de abastecimento, e pela Companhia Estadual de Águas e Esgotos (CEDAE) que mantém uma parceria com o município para manutenção do sistema Japuiba.

### **3.3 As perspectivas para o abastecimento de água**

Continuando a tendência de desconcentração demográfica da Região Metropolitana verificada nas últimas duas décadas, o abastecimento de água no estado deve tomar uma outra direção. A concentração da população no espaço leva a soluções de grande escala para o abastecimento, como é o caso do sistema Guandu, mas se a população estiver distribuída de modo menos concentrado, o atendimento pode passar por soluções de menor escala.

Diante deste quadro, as pequenas bacias hidrográficas deverão sofrer impacto crescente tanto para atender à demanda de água das cidades médias, como pelo próprio crescimento demográfico nestas cidades, acarretando em ocupação, nem sempre planejada, destas bacias. Ao lado disto, as soluções para atender à nova demanda devem ser adotadas por municípios onde recursos econômicos e humanos são limitados (Tucci, 2000) e a responsabilidade político-administrativa sobre corpos d'água que atravessam o território não está contemplada na esfera municipal, conforme a legislação federal e estadual (Milaré, 2000).

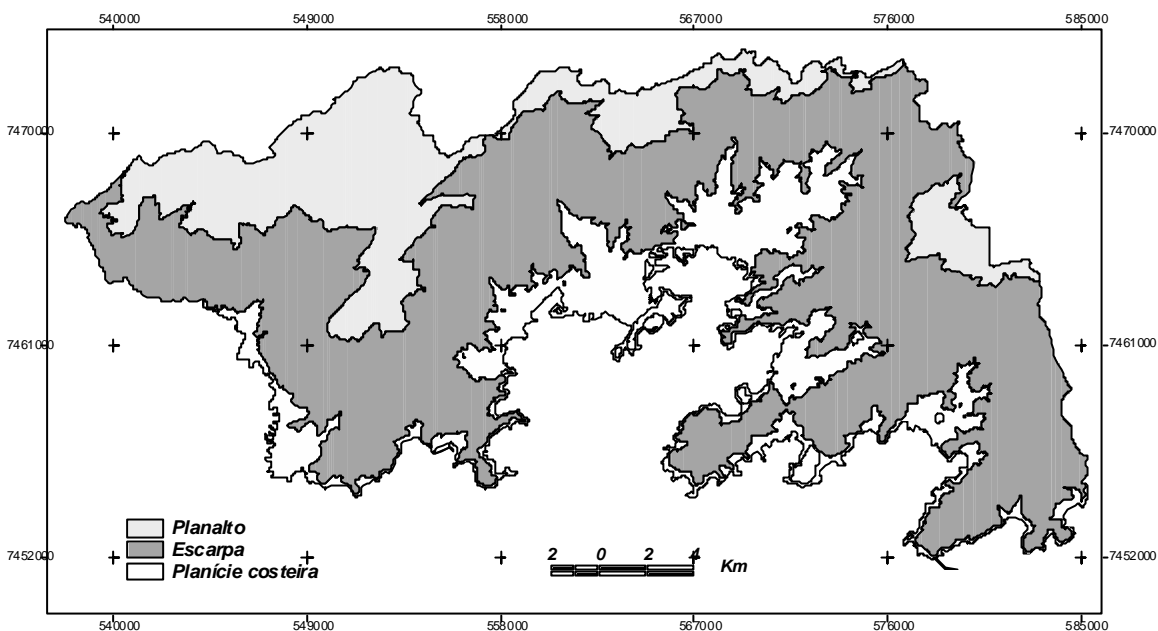
Outros fatos devem ser destacados em relação ao abastecimento de água no estado do Rio de Janeiro:

- a) O principal manancial do estado, o Rio Paraíba do Sul, encontra-se com alto nível de poluição. Segundo Ceivap, a região de toda a bacia recebe 1 bilhão de litros de esgoto sem tratamento, além dos lançamentos industriais tóxicos e de resíduos sólidos (Projeto PLANÁGUA - SEMADS/GTZ, 2001).
- b) Os municípios estão, em geral, situados em pequenas bacias hidrográficas, logo as soluções para o abastecimento d'água são baseadas nestes mananciais.
- c) A maior regularidade das chuvas ocorre na região serrana, o que demonstra a importância na preservação dos retalhos de Mata Atlântica ainda presentes nesta área, garantindo assim a reposição de água das pequenas bacias hidrográficas do estado.
- d) A existência de uma região no estado, Região dos Lagos, onde há déficit hídrico, e que já está sendo abastecida pela bacia do Rio São João, situada fora da região.
- e) A potencial situação de escassez hídrica do estado, segundo critérios adotados internacionalmente, conforme já descrito no início deste item, agravada pela poluição do principal manancial do estado, Rio Paraíba do Sul, faz com que as pequenas e médias bacias hidrográficas, cujas nascentes se encontram no estado, tornem-se opções de abastecimento para as cidades médias, como, por exemplo, já acontece com as bacias de Cachoeiras de Macacu e São João, que juntas abastecem cerca de 14% da população fluminense.

### **4. Disponibilidade hídrica: a visão local**

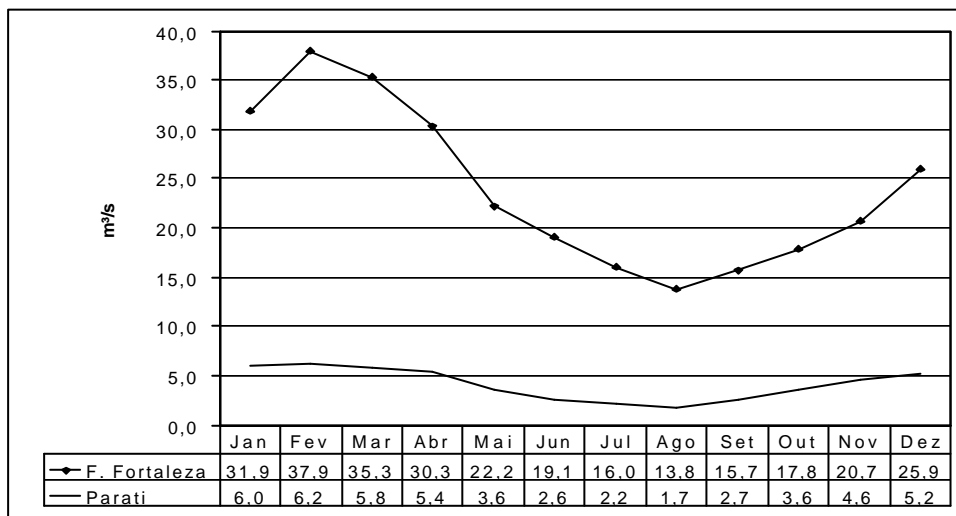
O município de Angra dos Reis está localizado na Serra do Mar, no trecho onde a serra se aproxima do litoral. Além da faixa continental, o município é constituído por inúmeras ilhas que correspondem a 23% da área total de 816km<sup>2</sup> do município .

Em seu território, 80% da área são cobertos pela Floresta Pluvial Atlântica (Silva, 2002), o que coloca o município, junto com Parati, em primeiro lugar em cobertura vegetal no Estado do Rio de Janeiro. Isto ocorre onde o relevo é muito íngreme, pois 40% da faixa continental possui relevo montanhoso e escarpado, e apenas 17% da área corresponde às planícies costeiras. Acima de 1.000m de altitude está localizado o planalto, predominando declividades abaixo de 30% (Figura 3). Esta fisiografia, dominante na área litorânea situada entre o sul do estado do Rio de Janeiro e Santa Catarina, condiciona pequenas bacias hidrográficas, com cursos d'água curtos, íngremes e de regime torrencial.



**Figura 3** - Mapa de Relevo - Município de Angra dos Reis

O regime de chuvas é marcado por uma estação seca (abril-setembro), quando o volume médio de chuvas representa apenas 30% da precipitação anual, a qual tem média próxima a 2.000mm (Nimer, 1989). A distribuição irregular de chuvas afeta o ciclo hidrológico, fazendo com que a vazão média dos rios atinja, no mês de maior vazante, apenas 1/3 do volume do mês de maior enchente (Figura 4).



**Figura 4** - Vazão média estação Fazenda Fortaleza, localizada no rio Mambucaba, e estação Parati, localizada no rio Perequê-açu (1980-99).

#### 4.1 A distribuição e a evolução da demografia no município de Angra dos Reis

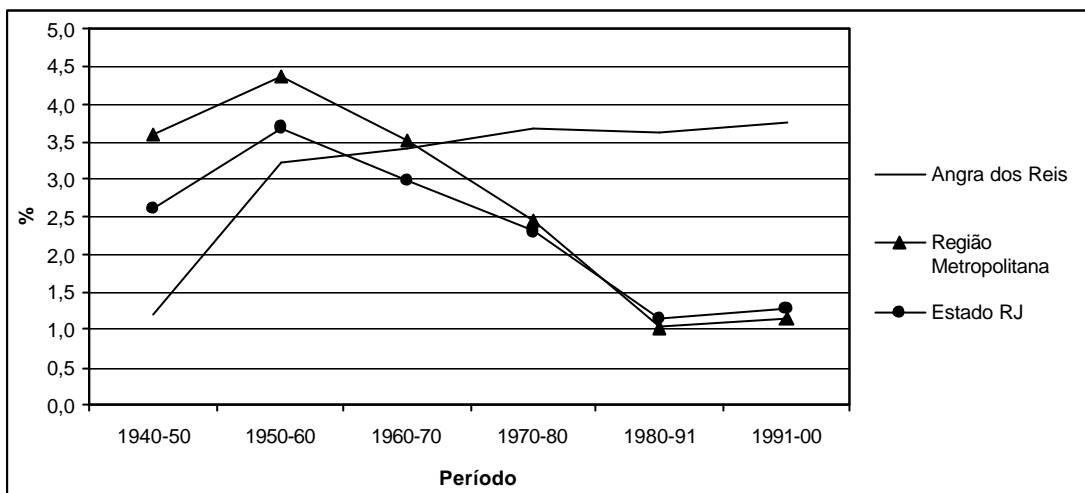
A ocupação urbana em Angra dos Reis distribui-se ao longo da BR-101, que corta o município longitudinalmente, servindo de ligação entre os núcleos urbanos. A população concentra-se nas reduzidas planícies costeiras e avança para as encostas, ultrapassando a altitude de 60m estabelecida pelo Plano Diretor Municipal (Lei nº 162/91) como a altura limite para presença de edificações. O avanço da área urbana para as encostas aumenta o *stress* sobre o bioma Mata Atlântica, aqui, e, em geral, nas escarpas costeiras do Domínio Tropical Atlântico.

Nas planícies dos rios Japuiba e Mambucaba, com 7km² e 10km² de área, respectivamente, residem cerca de 30% da população continental, sendo que o restante da população distribui-se nas pequeníssimas planícies costeiras e nas encostas. As maiores planícies, presentes na área continental do município, correspondem às áreas entre os rios Jurumirim e Ariró e entre os



rios Bracuí e Grataú com, respectivamente, 25 km<sup>2</sup> e 17km<sup>2</sup> de área, ainda com presença de manguezais e com baixa densidade demográfica.

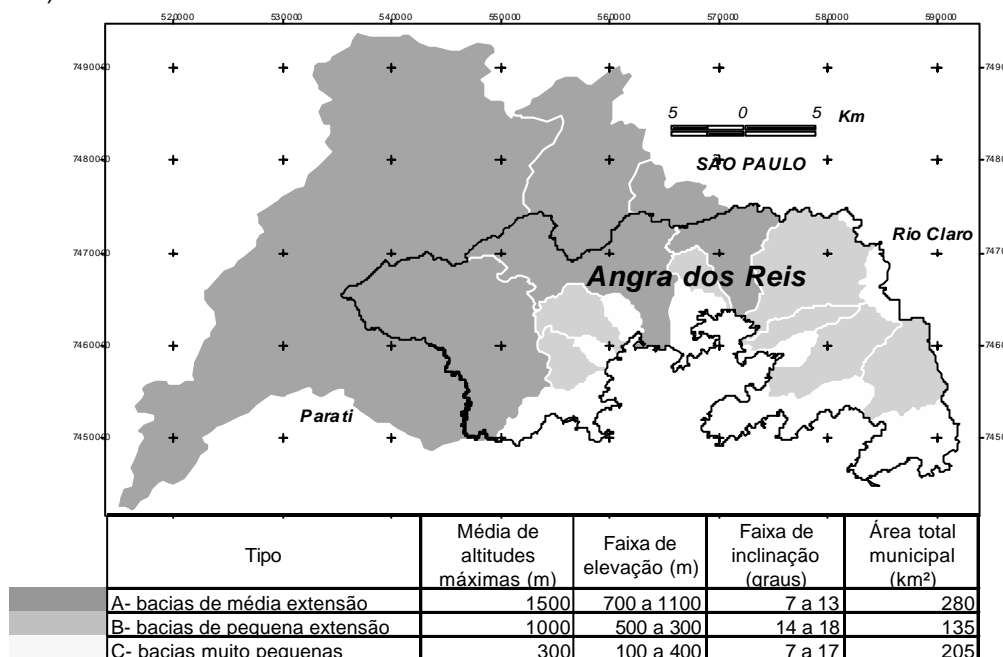
Desde a década de 50, o município de Angra dos Reis vem apresentando alta taxa de crescimento demográfico, acima de 3% anual (Figura 5). A partir da década de 60, a taxa de crescimento do estado e da RMRJ entraram em declínio, enquanto a do município de Angra dos Reis continuou elevada até o ano 2000. O crescimento demográfico verificado no período de 1950 a 2000 está vinculado à implantação de projetos econômicos oriundos do governo federal. Assim, na década de 50, iniciou-se a implantação do estaleiro Verolme. Na década de 70, foram construídos o Terminal da Petrobras e a Rodovia Rio-Santos, e iniciou-se a construção da Usina Nuclear Angra 1, que entrou em funcionamento em 1985. Em 1991, foram retomadas as obras da usina Angra 2, tendo entrado em operação em 2000. Atualmente, vêm sendo feitos estudos para a construção da usina Angra 3.



**Figura 5** - Taxa média geométrica de crescimento demográfico anual - 1940-2000

**4.2 Caracterização das bacias hidrográficas no município de Angra dos Reis**

As bacias hidrográficas situadas na faixa continental do município de Angra dos Reis podem ser classificadas quanto às características fisiográficas e localização nos seguintes tipos (Figura 6):



**Figura 6** - Bacias hidrográficas do Município de Angra dos Reis

- a) Tipo A - bacias de média extensão - apresentam área variando entre 67 e 730km<sup>2</sup>; suas nascentes estão localizadas no planalto a uma altitude superior a 1.500m, no estado de

São Paulo e, por isto, os rios que cortam os dois estados são considerados de domínio federal. Estas bacias são as maiores do município, correspondendo à área total de 272 km<sup>2</sup>, ou seja, 48% da faixa continental. São elas: Rio Ariró – 67 km<sup>2</sup>, Rio Bracuí - 190 km<sup>2</sup> e Rio Mambucaba - 730km<sup>2</sup>.

- b) Tipo B - bacias de pequena extensão - apresentam área entre 12 a 70km<sup>2</sup> e localizam-se totalmente no interior do município, com as nascentes a uma altitude de 1.000m. A área total destas bacias é de 154 km<sup>2</sup> e corresponde a 27% da parte continental do município. São elas: Jurumirim – 68 km<sup>2</sup>, Jacuecanga - 40km<sup>2</sup>, Japuíba - 40km<sup>2</sup>, Grataú - 24km<sup>2</sup>, Frade - 16km<sup>2</sup>, Areia do Pontal -15km<sup>2</sup> e Florestão - 12km<sup>2</sup>.
- c) Tipo C - bacias muito pequenas - apresentam área inferior a 12km<sup>2</sup>, e estão localizadas nas encostas próximas ao litoral e nos costões litorâneos. Apresentam uma área total de 140km<sup>2</sup>, representando 25% da parte continental do município, onde se concentra 60% da população.

Considerando apenas as bacias dos tipos A e B, o potencial hídrico<sup>3</sup> do município de Angra dos Reis é de aproximadamente 1,5 km<sup>3</sup>/ano, o que resulta em disponibilidade hídrica per capita de 13 mil m<sup>3</sup>/ano. Segundo critério já mencionado, que considera 2000 m<sup>3</sup> per capita/ano como de potencial escassez hídrica, pode-se afirmar que Angra dos Reis está muito distante desta situação.

#### **4.3 O abastecimento de água no município de Angra dos Reis**

O principal uso das águas fluviais é o abastecimento público. Em função das características físicas e da ocupação urbana do município, ao longo da BR-101, o abastecimento pela rede geral é feito através de 56 sistemas de abastecimento distribuídos pelo território angrense. Os principais mananciais são os rios e as nascentes. Apenas dois sistemas captam água de poços. Com exceção de cinco sistemas, as captações estão localizadas em bacias de drenagem com área menor de 5 km<sup>2</sup>, predominando captações em bacias de primeira e segunda ordens com área inferior a 2 km<sup>2</sup>. Segundo PMAR (1999), de um total de 120 mil habitantes residentes no município, cerca de 40% se abastecem pelo sistema de Japuíba, único em parceria com a CEDAE, 40% por outros sistemas da prefeitura, 18% por sistemas particulares, pertencentes a condomínios, hotéis, vilas de funcionários de empresas (Furnas, Tebig, Verolme etc), e os 2% restantes da população não usufruem de água distribuída pela rede.

Em trabalho de campo, realizado no início de setembro de 2001 no município de Angra dos Reis, foram visitados quatro sistemas de abastecimento. Neles, toda a água presente no curso d'água estava sendo captada para o abastecimento público, fazendo com que o leito do canal, a jusante da captação, estivesse seco. Um destes sistemas, Itapicu, apresenta uma bacia de drenagem que 5km<sup>2</sup>, abastecendo uma população 12 mil habitantes residentes no Parque Perequê e Parque Mambucaba.

O abastecimento de água no município evidencia problemas de gestão constatados pela (1) ocasional falta de água nos domicílios, agravada durante os finais de semana e feriados prolongados, quando o município recebe turistas; (2) ausência de água nos canais de drenagem a jusante da captação durante o período de estiagem como observado em campo; e (3) dificuldade no gerenciamento de numerosos sistemas de abastecimento públicos e particulares pelo poder público, afetando diretamente a qualidade e a quantidade da água distribuída.

#### **4.4 As perspectivas para o abastecimento de água em municípios semelhantes a Angra dos Reis**

Tomando como exemplo a situação do abastecimento de água no município de Angra dos Reis, verifica-se que a estrutura atual não segue um padrão sustentável, ameaçada que está pelo crescimento demográfico acelerado, embora prescindindo ainda de soluções emergenciais. A abundância de água de boa qualidade ainda presente em quase todo o município, permite que a solução para o abastecimento passe por medidas muito simples: procura-se o curso d'água mais próximo, constrói-se uma pequena barragem, ou um reservatório, que nem sempre é necessário, e uma rede de distribuição ligando o manancial à área objeto da demanda. Caso

<sup>3</sup> Valor aproximado, calculado com base no trabalho de regionalização de vazão elaborado pela CPRM (2002) para a bacia hidrográfica da Vertente Atlântica, correspondendo à bacia 59, segundo classificação da ANA (Agência Nacional de Águas (ANA)). As bacias do tipo C foram excluídas do cálculo devido à restrição do método quanto a extensão das bacias hidrográficas com área inferior a 20 km<sup>2</sup>,

um determinado corpo d'água não seja adequado, muito próximo a este há um outro com água abundante de excelente qualidade, a tal ponto que apenas recentemente iniciou-se a construção de caixas d'água nas residências. Por outro lado, esta grande vantagem comparativa de municípios com a fisiografia descrita facilita a pulverização de inúmeros sistemas de abastecimento em pequenas bacias hidrográficas, e o conseqüente enfraquecimento das economias de escala.

Dentre os aspectos de gestão, a presença de inúmeros sistemas dificulta o controle da qualidade do tratamento primário e a fiscalização a montante de todas as captações, para impedir usos que afetem a qualidade e a quantidade de água.

Do ponto de vista ambiental, a manutenção da vazão ecológica<sup>4</sup> não deve ser negligenciada, o que se torna crítico em épocas de estiagem, que podem ocorrer simultaneamente com pressões sazonais de demanda turística. Este problema é agravado em bacias hidrográficas muito pequenas, pois podem não apresentar área suficiente para recarga do sistema, fazendo com que a vazão restante no canal de drenagem, após a captação de água, seja insuficiente para a proteção dos ecossistemas ou, na pior situação, a vazão não atender à demanda, acarretando a falta d'água nas residências

Finalmente, a perspectiva da continuidade da atual taxa de crescimento demográfico nesta região cria um cenário de colapso do sistema a médio prazo, que ainda pode ser prevenido com soluções duradouras, socialmente justas e ambientalmente sadias.

### **5. Considerações finais**

Cerca de 80% da população da RMRJ, situada em municípios a oeste da Baía de Guanabara, é abastecida pelo Rio Guandu através da transposição de águas do Rio Paraíba do Sul.

Segundo Selles (2002), a disponibilidade hídrica do Rio Guandu, deduzindo a demanda atual, é de apenas 54 m<sup>3</sup>/s, e já está no seu limite, pois é necessária que permaneça a vazão de pelo menos 50m<sup>3</sup>/s para impedir que a cunha salina avance para o interior do canal. Este quadro é agravado considerando que há uma demanda reprimida de água, já que a população de alguns bairros e localidades da RMRJ não é atendida adequadamente pela atual estrutura de abastecimento (Rios; Berger, 2002)

Alternativas são apontadas para aumento da disponibilidade da bacia do Rio Guandu, entre elas medidas que visem diminuir o desperdício e perda de água, que são avaliadas em 44% para RMRJ (Rios; Berger, 2002). Também é apontada como alternativa o aumento da vazão de transposição de águas para o Rio Guandu, o que é um tema bastante polêmico, pois: (1) segundo o CEIVAP<sup>5</sup>, o Rio Paraíba do Sul já não apresenta vazão suficiente para atender esta nova demanda; e (2) segundo Dr. Jander Duarte<sup>6</sup>, a tentativa de tirar mais água do Paraíba do Sul pode abrir nova discussão sobre a transposição da bacia, que foi acertada através de leis federais, que acordaram a operação do sistema elétrico e o uso das águas para jusante.

Os municípios da RMRJ situados a leste da Baía de Guanabara - São Gonçalo, Niterói e Itaboraí - são abastecidos pelas águas do Rio Macacu. Estes municípios dependem muito desta bacia, pois as alternativas de mananciais para abastecimento nesta região são escassas<sup>7</sup>.

A escassez de mananciais aumenta na Região dos Lagos, onde a maior parte dos municípios já são abastecidos por manancial externo à região, a bacia do Rio São João.

Os municípios situados na bacia do Rio Paraíba do Sul são abastecidos diretamente por este manancial ou por seus afluentes cujas nascentes encontram-se no reverso da Serra do Mar, como é o caso dos municípios serranos.

Diante deste quadro, conclui-se que:

- a) As bacias de menor porte são fundamentais para o futuro e atual abastecimento de água no estado do Rio de Janeiro. Deve-se destacar que, majoritariamente, os cursos d'água são de domínio estadual, o que facilita a sua gestão, na medida que as decisões são tomadas na esfera estadual de poder.

<sup>4</sup> Vazão mínima que deve ser mantida no leito do rio, a jusante da captação de água, para proteção dos ecossistemas.

<sup>5</sup> Comunicação oral do coordenador CEIVAP (Comitê para Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul), Claudio Serricchio, no seminário *A Gestão da Água do Estado do Rio de Janeiro*, realizado no Clube de Engenharia, Rio de Janeiro, em 18 de setembro de 2002.

<sup>6</sup> Comunicação oral do Dr. Jander Duarte (UFRJ), no *Seminário Bacia Hidrográfica do Rio Guandu. Problemas e Soluções*, realizado na UFRRJ, Seropédica, RJ, em 05 de março de 2002. Transcrição do seminário em Cd-rom.

<sup>7</sup> Durante a elaboração do artigo, o sistema Imunana-Laranjal foi desligado duas vezes, pois o Rio Macacu não apresentava vazão suficiente para manter o sistema em atividade, em função da estiagem acompanhada de um inverno com temperaturas elevadas.

- b) Há a necessidade de estudos sobre o comportamento hidrológico de pequenas bacias hidrográficas para, entre outros pontos, avaliar a sua real disponibilidade hídrica, principalmente, durante o período de estiagem. Deve-se destacar que o monitoramento de bacias de pequeno porte praticamente não é feito no Brasil (Tucci, 2000).
- c) A necessidade de preservação da cobertura florestal nas bacias hidrográficas fluminenses, principalmente, as de menor porte, de forma a garantir vazão suficiente para que suas águas possam ser utilizadas durante todo o período do ano, inclusive na estiagem.

Contrastando com o estado do Rio de Janeiro, Angra dos Reis é um município privilegiado em relação à disponibilidade hídrica. A falta de água verificada nos domicílios angrenses é fruto da estrutura de abastecimento deficitária e não está relacionada a questões naturais. Desta forma, a elaboração de um plano de gerenciamento dos recursos hídricos neste município é urgente, tanto para atender às demandas atuais e futuras da população quanto para preservar este recurso natural indispensável.

Porém, a manutenção da taxa de crescimento demográfica do município aliada a uma ocupação desordenada do solo, o que tem levado à ocupação das encostas e à degradação da Mata Atlântica, podem afetar as condições ambientais que proporcionam um superávit hídrico no município. Dada a escassez deste recurso na escala global, este superávit pode representar uma vantagem comparativa de Angra dos Reis, o que possivelmente também ocorra em outros municípios situados em ambiente semelhante ao de Angra - altos índices pluviométricos junto a encostas ainda com predominância de florestas - como ocorre no litoral brasileiro, entre o sul do estado do Rio de Janeiro e o estado de Santa Catarina.

#### **Referências Bibliográficas:**

CIDE. Centro de Informações e Dados do Rio de Janeiro. (2001). Anuário estatístico do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, CIDE.

CPRM. Serviço Geológico do Brasil. (2002). Regionalização de Vazões da Sub-bacia 59. São Paulo, ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica.

Demandoro, A.C.; Mariotoni, C. A.; Bettine, S.C. (1999) A Escala Demográfica no Planeta e a Demanda por Recursos Hídricos: Cenários para o Desenvolvimento Sustentável. In: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos,13. Anais. Porto Alegre, ABRH. Cd-rom.

Demanboro, A.C.; Mariotoni, C.A. . O Conceito de Escala e o Desenvolvimento Sustentável: Implicações sobre os Recursos Energéticos e Hídricos. Projeto Água - Unicamp. <http://www.eco.unicamp.br/projetos/agua/artigos.html>. Jan/2001.

Lanna, A.E., Pereira, J.S.; Silva, L.M. (1997). Análise de Critérios de Outorga de Direitos de Uso da Água. Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos,12, Vitória -ES. Anais. Porto Alegre, ABRH. Cd-rom.

Leal, M.S.; La Rovere, E.L. (1997). Implantação e Operacionalização do Modelo de Gestão de Recursos Hídricos. Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 12, Vitória -ES, 1997. Anais. Porto Alegre, ABRH. Cd-rom.

Leal, M.S. (1998). Gestão Ambiental de Recursos Hídricos: Princípios e Aplicações. Rio de Janeiro, CPRM.

Lima, L.H. (2001). O Dia Mundial da Água. Jornal O Globo. Suplemento O Dia Mundial da Água. Rio de Janeiro, 22/03/2001.

Milaré, É. (2000). Direito do Meio Ambiente, Ed. Revista dos Tribunais.

MMARH. Ministério do Meio Ambiente dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal (1997). Política Nacional da Recursos Hídricos - Lei nº 9.433 de 8 de Janeiro de 1997.

Nimer, E. (1989). Climatologia do Brasil. Rio de Janeiro, IBGE.

PMAR. Prefeitura Municipal de Angra dos Reis. Perfil Sócio Econômico do Município de Angra dos Reis. Secretaria Municipal de Desenvolvimento Econômico. Angra dos Reis, 1999.

Projeto PLANÁGUA - SEMADS/GTZ. (2001). Ambiente das Águas no Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, SEMADS, Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável.

Rato, A.M.G.G.; Macedo, C.E.C. (1997). Saneamento básico no Estado do Rio de Janeiro. In: Gestão de Recursos Hídricos e de Saneamento - A Experiência Alemã. Rio de Janeiro, FIRJAN, 1997. Anais. Rio de Janeiro, Projeto PLANÁGUA - SEMA / GTZ.

Rios, J.L.P.; Berger, S.G. (2002) Estudos Sócio-Econômicos e de Demanda de Água para a RMRJ. Seminário Bacia Hidrográfica do Rio Guandu. Problemas e Soluções. Seropédica-RJ. UFRRJ/SERLA. Cd-rom.

Santos, J. L. d. (2001). Os desafios da gestão de recursos hídricos do ERJ. O Dia Mundial da Água. O Globo. Rio de Janeiro, 22/03/2001.

Santos, M.,M.; Ururahy, J.C.C.; Colares, J.E.R. (1987). Nota sobre uma Formação Fisionômico-Ecológica disjunta da Estepe Nordestina na área do Pontal de Cabo Frio (RJ). Revista Brasileira de Geografia. 25-30p.

Selles, I.M. (2002)- Disponibilidade Hídrica e Superficial - Aspecto Qualidade. Seminário Bacia Hidrográfica do Rio Guandu. Problemas e Soluções, Seropédica-RJ. UFRRJ/SERLA. Cd-rom.

Setti, A.A.; Lima, J.E.F.; Chaves, A. G. M.; Pereira, I. C. Introdução ao Gerenciamento de Recursos Hídricos. Agência Nacional da Água. Brasília, 2000.

Silva, G.N. (2002). Caracterização do Uso e Cobertura do Solo do Município de Angra dos Reis. Monografia (Graduação). Instituto de Geociências, Universidade Federal Fluminense.

Tucci, C.E.M., Hespanhol, I., Cordeiro Netto, O.M. (2000). Cenários da Gestão da Água no Brasil: Uma Contribuição para "Visão Mundial da Água". Revista Brasileira de Recursos Hídricos. vol. 5. p.31-43.