

SUSTENTABILIDADE HÍDRICA: DESAFIOS PARA CONGLOMERADOS URBANOS

Sueli do Carmo Bettine [1]
Antonio Carlos Demanboro [2]



OLAM - Ciência & Tecnologia, Rio Claro, SP, Brasil – eISSN: 1982-7784
Está licenciada sob [Licença Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

Sustentabilidade: Conceitos e Discussão

Os aspectos da demanda de água e de escassez real ou potencial estão intimamente conectados ao crescimento populacional, à escala das atividades econômicas e à capacidade de suporte dos ecossistemas relacionada ao uso dos recursos naturais.

Ao longo do último século, a utilização de água cresceu duas vezes mais rapidamente do que a população (PNUD, 2006). O crescimento populacional redundando no aumento da produção de alimentos, demandando água e terras férteis para a agricultura, em competição com as cidades.

As técnicas de cultivo e irrigação deficientes e o uso excessivo de pesticidas e herbicidas têm provocado uma disseminada degradação dos solos e também de contaminação das águas. Os níveis atuais de terras irrigadas em partes da China, Índia, Paquistão e Estados Unidos têm apresentado declínio; os aquíferos estão se exaurindo, a salinização aumentando, e as populações urbanas e as indústrias demandam uma crescente participação nos limitados recursos hídricos. Entretanto, mais da metade da produção de grãos adicionais para 2010 é esperado que venha de terras irrigadas, de acordo com as projeções da *Food and Agriculture Organization of the United Nations* (FAO, 2007). Atualmente perto de 40% dos alimentos produzidos em todo o mundo provêm de agricultura irrigada exigindo

investimentos em esquemas de irrigação. É importante que tais esquemas sejam de pequena escala e que se coadunem com o conceito de tecnologia apropriada, os quais podem aumentar os níveis de produção enquanto minimizam os custos econômicos e o dano ambiental.

A escala das atividades humanas atingiu tal nível que tem levado ao limite a utilização dos recursos hídricos, principalmente na agricultura, setor que em 1990 foi responsável isoladamente por 80% do consumo total de água em países em desenvolvimento, e 40% nos países desenvolvidos (FAO, 2007).

A agricultura irrigada continuará a ser a maior consumidora de água, mas as exigências dos setores industrial e urbano estão crescendo rapidamente. Até 2050 as diferentes fontes de água do mundo terão que sustentar os sistemas agrícolas que alimentarão e constituirão o meio de subsistência de mais 4 bilhões de pessoas.

Assim, a questão é sobre qual seria a escala ótima de utilização dos recursos hídricos de forma sustentável, considerando o aumento populacional projetado e o conseqüente aumento das atividades econômicas, agrícolas e industriais, que agravarão este quadro.

Enfocando esta questão em termos teóricos, observa-se que estamos passando por uma transição de um mundo “vazio” para um mundo “cheio” enquanto os ecossistemas onde estão inseridos os recursos hídricos se mantêm constante em sua escala. O crescimento das atividades antrópicas e o aumento populacional tornam inevitável que no decorrer do tempo, tais atividades se tornem muito maiores em relação aos ecossistemas. Desse modo, verifica-se que a evolução das atividades antrópicas passou de uma era, na qual o capital feito pelo homem era o fator limitante do desenvolvimento econômico, para outra era, na qual o fator limitante é o capital natural restante (DALY, 1996).

Portanto, em termos de escala, há um limite máximo definido tanto pela capacidade regenerativa como pela capacidade de absorção do ecossistema,

prevalecendo a que for menor. Entretanto, Daly (1996, p. 36) esclarece que a escala máxima não é igual à “escala ótima”, sendo que esta última tem dois conceitos:

– **o ótimo antropocêntrico**, onde a regra é expandir a escala (ou seja, crescer) até o nível em que o benefício marginal para os seres humanos de capital físico manipulado pelo homem se iguale ao custo marginal para os seres humanos em sacrificar o capital natural (neste caso os recursos hídricos);

– **o ótimo biocêntrico**, onde outras espécies e seus habitats são preservados além do ponto necessário para evitar o colapso ecológico ou o declínio cumulativo, e além do ponto de máxima escala, devido ao reconhecimento que outras espécies também têm direito à vida. A escala ótima biocêntrica do nicho humano seria, então, muito menor que o ótimo antropocêntrico.

As definições de desenvolvimento sustentável em geral não especificam qual conceito de “escala ótima” devemos usar, sendo consistentes com qualquer escala que não esteja acima do máximo. Assim, Daly (1996, p. 37) afirma que: “A sustentabilidade é provavelmente a característica da escala ótima sobre a qual há maior consenso. É uma condição necessária, mas não suficiente, para a escala ótima.”

É lícito conjecturar que caso o crescimento populacional atinja os valores projetados – entre 8 a 10 bilhões de habitantes em 2050 – a forma como as atividades econômicas são desenvolvidas atualmente teria que sofrer significativos ajustes para que não seja superado o máximo antropocêntrico. Com base nesses fatores, é imprescindível discutir qual deveria ser a escala adequada de utilização dos recursos hídricos pela sociedade, de modo a assegurar a sustentabilidade das atividades antrópicas. No presente artigo discute-se o caso particular das principais metrópoles brasileiras.

Disponibilidade Hídrica

Segundo o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNDU,

2006) há atualmente mais de 1 bilhão de pessoas com acesso inadequado à água e estima-se que em 30 anos haverá 5,5 bilhões de pessoas vivendo em áreas com moderada ou séria falta de água.

Prevê-se que a população mundial estabilize-se entre 10 e 12 bilhões de habitantes por volta do ano 2050 (OMM/UNESCO, 1997), este número representa cerca de 4 a 6 bilhões de pessoas a mais do que a população atual, enquanto a quantidade de água disponível para consumo permanecerá a mesma.

A demanda total anual de água no mundo, estimada em 3940 km³, representa menos de 10% do volume total de água escoado em todos os rios (SETTI, 2000), portanto, em nível global, não há escassez hídrica. No entanto, a má distribuição espacial e temporal dos recursos hídricos faz com que algumas áreas sofram por falta d'água. Não só a desigualdade da distribuição espacial é problema, como também, a distribuição da população gera situações onde a escassez é ocasionada devido a uma excessiva demanda concentrada em determinadas áreas, pode-se dizer então que a região sofre de estresse hídrico.

O conceito de estresse hídrico baseia-se nas necessidades mínimas de água *per capita* para manter-se uma qualidade de vida adequada. De acordo com Beekman (1999) para satisfazer as necessidades domésticas; de saúde; de agricultura; indústria, e geração de energia, países em desenvolvimento requerem valores superiores a 1000 m³/hab.ano. Assim, foram definidos patamares específicos de estresse hídrico conforme apresentado na tabela 1.

Tabela 1 – Patamares específicos de estresse hídrico

Volume de água disponível (m ³ /hab.ano)	Situação hídrica
> 1700	Ocasionalmente tenderá a sofrer problemas de falta de água.
1.000 - 1700	O estresse hídrico é periódico e regular.
500 - 1.000	A região está sob regime de crônica escassez de água.
< 500	Considera-se que situação corresponde à escassez absoluta.

Fonte: Beekman (1999).

Tabela 2 – Estados brasileiros com problemas de disponibilidade hídrica

Posição	Estado	Disponibilidade (m ³ /hab.ano)	Situação hídrica
1	Pernambuco	1.270	O estresse hídrico é periódico e regular.
2	Paraíba	1.392	
3	Distrito Federal	1.537	
4	Sergipe	1.601	
5	Alagoas	1.671	
6	Rio Grande do Norte	1.681	
7	Rio de Janeiro	2.208	Somente ocasionalmente
8	Ceará	2.276	estará sujeito
9	São Paulo	2.694	a sofrer com problemas de
10	Bahia	2.862	falta de água.

Fonte: Setti (2000).

Na tabela 2 apresenta-se a disponibilidade hídrica dos estados brasileiros em situação que pode ser caracterizada como crítica. Com base nos valores das tabelas 1 e 2 observa-se que, mesmo os estados brasileiros com pior situação de disponibilidade hídrica, apresentam valores *per capita* superiores a 1.000 m³/hab.ano, indicando que o estresse hídrico é periódico e regular. Os problemas de escassez crônica decorrem das demandas localizadas nos conglomerados urbanos e da degradação da qualidade das águas nas mesmas regiões.

A ocupação inadequada do espaço nas metrópoles brasileiras produz, ainda, alterações no ciclo hidrológico, gerando enchentes freqüentes e contaminação dos aquíferos por problemas na coleta e disposição dos resíduos sólidos.

O Crescimento Urbano no Brasil

Estamos vivenciando o primeiro século urbano da história. O crescimento das cidades é um fenômeno inevitável e irreversível. A população urbana mundial em 2001 era de 3,2 bilhões de pessoas com projeções para 2025 chegar a 5,5 bilhões (POPULATION REFERENCE BUREAU, 1997).

No Brasil, até a década de 1930, a população total brasileira cresceu a taxas inferiores a 2% ao ano, conforme revela o Censo realizado em 1940 (IBGE, 2003). Na década seguinte, a taxa anual passou para 2,4% ao ano, atingindo seu ponto máximo de 3% nos anos 50. A partir daí, as taxas de crescimento declinaram e o Censo de 1991 e o de 2000, (IBGE, 2003) mostraram que a população total cresceu 1,9% ao ano na década de 1980 e 1,3% na de 1990 (Tabela 3). Segundo estimativas recentes, o país poderá apresentar no ano de 2010 um crescimento da população total, no máximo, de 1% (IBGE, 2003).

Tabela 3 – Evolução das taxas de crescimento no Brasil

Censo	Década	População total (1.000 hab.)	Taxa de crescimento anual (%)
1950	40	51.944,4	2,4
1960	50	70.992,3	3,0
1970	60	93.134,8	2,9
1980	70	119.011,0	2,5
1991	80	146.825,5	1,9
2000	90	169.590,7	1,3

Fonte: Bettine (2003).

O período de rápido crescimento populacional total foi acompanhado de intensa urbanização. Em 1940 cerca de dois terços da população total vivia em áreas rurais, e, o Censo de 1980 (IBGE, 2003) registra um contingente de 67,6% da população nas áreas urbanas, demonstrando a velocidade do processo de crescimento populacional acompanhado de intensa urbanização.

O Brasil passou a ter uma população predominantemente urbana em 1970, quando o Censo do IBGE registrou um grau de urbanização de 56%, e um crescimento concentrado, onde 2/5 do aumento da população total ocorreu nas dez maiores concentrações urbanas do país (IBGE, 2003).

O atual grau de urbanização brasileiro é de 81,2%, sendo a região Sudeste é a que apresenta o maior adensamento, 90,5% (Tabela 4).

Tabela 4 – Grau de urbanização das Regiões brasileiras

Regiões	População Total	População Urbana	População Rural	Grau de Urbanização
Norte	12.893.561	9.002.962	3.890.599	69,8%
Nordeste	47.693.253	32.929.318	14.763.935	69,0%
Sudeste	72.297.351	65.441.516	6.855.835	90,5%
Sul	25.089.783	20.306.542	4.783.241	80,9%
Centro-Oeste	11.616.745	10.075.212	1.541.533	86,7%
Brasil	169.590.693	137.755.550	31.835.143	81,2%

Fonte: Bettine (2003)

Nos últimos anos o processo de urbanização vem apresentando tendências de desaceleração e uma redução do ritmo de concentração nos centros metropolitanos e nas cidades maiores. Para comprovar essa mudança basta observar que, na década de 1960, o conjunto das cidades com mais de 20 mil habitantes havia crescido a uma taxa de 5,4% ao ano. Na década de 1970, esta taxa manteve-se em 4,9% e na de 1980 baixou para 2,6%. Assim, as 20 cidades com 500 mil ou mais habitantes em 1980, que vinham ostentando taxas elevadas de crescimento, registraram aumento de apenas 2,03% ao ano durante a década de 80, e aquelas com mais de um milhão de habitantes, de apenas 1,9% ao ano (BRASIL, 1995).

A tendência atual têm sido a de aumento das taxas de crescimento populacional das cidades de médio porte que são pólos de crescimento regional, e de redução das taxas de crescimento populacional de cidades núcleo de regiões metropolitanas. Cidades com população entre 100 e 500 mil habitantes, crescem à taxa de 4,8%, enquanto cidades com 1 milhão de habitantes apresentam taxa média de 0,9%. Desse modo, os problemas enfrentados pelas grandes cidades decorrentes da urbanização não planejada passam a se reproduzir nas cidades de médio porte (TUCCI, 2002).

Esse crescimento tem em comum a expansão irregular da periferia, contrariando as regulamentações urbanas estabelecidas, a expansão sobre áreas de mananciais abastecedores e a ocupação de áreas públicas, normalmente áreas ribeirinhas invadidas pela população sem recursos.

O adensamento urbano resulta em ausência de aparelhamento relativo aos recursos hídricos, quais sejam: abastecimento de água; coleta e tratamento de esgotos, e drenagem pluvial. Segundo os números da Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB), elaborada pelo IBGE e apresentada no Atlas de Saneamento, o país ainda tem um contingente de 31.452.673 de pessoas sem acesso às redes públicas de água (IBGE, 2004). Em 3.258 distritos brasileiros, que representam 38% dos distritos abastecidos, a água captada é distribuída diretamente às populações, sem nenhum tipo de tratamento.

Das captações de água para abastecimento, em 49% dos distritos são feitas de fontes superficiais, e 56% dessas fontes encontra-se em situações de riscos potenciais. Entre as ameaças estão: lançamento de esgoto sanitário; despejo de resíduos industriais; vazadouro de lixo; atividade mineradora, e presença de resíduos tóxicos (IBGE, 2004). Na região Sudeste encontra-se a maior incidência dos registros de riscos de poluição e contaminação nas áreas de captação. Tal situação é decorrente dos aglomerados humanos e das atividades agrícolas e industriais mais intensas, com destaque para os estados de São Paulo e Minas Gerais (IBGE, 2004).

Quanto ao esgotamento sanitário, apenas 51% da população urbana brasileira conta com coleta de esgotos. No Rio de Janeiro, mais de 50% do esgoto coletado não recebe tratamento, e em São Paulo, apesar de menor, o índice ainda é significativo: 35%. Várias capitais, como Manaus; São Luís; Rio Branco, e Belo Horizonte, não tratam um metro cúbico sequer de seus esgotos (IBGE, 2004).

Outro impacto decorrente da urbanização é o aumento da poluição concentrada e da poluição difusa nas águas superficiais e subterrâneas. Impacto

este, que ocorre logo no início das precipitações devido ao carreamento de material sólido, e a mistura entre os sistemas pluvial e o de esgotos sanitários provocada pelas ligações clandestinas de esgotos nos sistemas de drenagem.

A Situação Hídrica das Principais Metrôpoles Brasileiras

No passado, os governos respondiam às pressões sobre os recursos hídricos procurando aumentar a oferta através de desvios de rios e construção de barragens. Uma primeira idéia da sustentabilidade hídrica de cada metrópole pode ser obtida comparando-se a malha hídrica na região da mancha urbana e as represas que foram construídas para regularizar as vazões dos rios. Estas informações são apresentadas, de forma sintética, na tabela 5.

Na tabela 6 apresentam-se as ofertas globais de recursos hídricos, a população atual e a população 'sustentável', das metrôpoles brasileiras. Para o cálculo da população 'sustentável' multiplicou-se a vazão disponível pelo número de segundos do ano e dividiu-se o resultado pelo parâmetro de 1000 m³/hab.ano (ficando $Q_{\text{disponível}} \times 31.536$). Nos casos em que se dispõe de informações mais detalhadas das disponibilidades hídricas são apresentadas além das vazões médias de longo período, as vazões mínimas de referência e/ou as vazões de estiagem, valores estes que refletem muito melhor a situação real de escassez dos recursos hídricos do que a vazão média.

As regiões metropolitanas de Salvador e Curitiba estão no limite 'sustentável', considerando-se a vazão média de longo período para estas localidades. Desse modo, estas metrôpoles também devem apresentar problemas de disponibilidade hídrica nos períodos de estiagem, embora em menor grau que as metrôpoles citadas anteriormente.

A cidade de São Paulo é, de longe, a primeira megacidade brasileira e, também, a primeira a apresentar problemas de sustentabilidade hídrica. Necessita

buscar 33 m³/s de água na bacia do rio Piracicaba, localizada na região metropolitana de Campinas, comprometendo o abastecimento das cidades e indústrias localizadas nesta região. A situação das regiões metropolitanas de São Paulo e Campinas é extremamente crítica no período de estiagem (CBH-PCJ, 2004).

A região metropolitana do Rio de Janeiro conta com pequena malha hídrica e depende, basicamente, da represa do rio das Lajes e da represa do sistema Guandu para seu abastecimento, tornando-a neste aspecto bastante vulnerável em termos de sustentabilidade hídrica. Na região Nordeste, as regiões metropolitanas de Fortaleza e Recife vivenciam situações de restrição de consumo devido aos baixos níveis dos reservatórios. Na região Centro-Oeste destaca-se a região de Brasília, com uma população que demanda 3,7 vezes mais água do que aquela disponível no seu sistema hídrico (MARIOTONI, 2000).

Tabela 5 – Rios e Represas das metrópoles brasileiras

Metrópole	Rios principais	Represas Principais
São Paulo	Tietê e tributários (recebe 33 m ³ /s do sistema Cantareira)	Jaguari, Ponte Nova, Taiapuê, Billings, Rio das Pedras, Guarapiranga, Pirapora, Juquitiba, Salesópolis,
Rio de Janeiro	Paraíba do Sul	Rio das Lajes e Guandu
Belo Horizonte	Vermelho, Velhas, Paraopeba, Betim, Lagoas: Santa, Sumidouro.	Codorna, Ibireté, Várzea das Flores, Pampulha.
Salvador	Jacuípe, Joanes	Santa Helena, Joanes I e II, Pitu - Açu e Cobre
Curitiba	Iguaçu, Barigui, Verde, Itaqui, Papagaios, Capivari, S. Miguel, Santa Ana, Açungui, Conceição, Antas, Una Arraial.	
Recife	Capiberibe, Jaboatão, Pirapema, Beberibe.	Tapacurá
Fortaleza	Pacoti	Orós, Pacoti
Brasília	Paranoá, S.Bartolomeu, Pípiripau, lagoas: Paranoá e Santa Maria.	Santa Maria
Campinas	Piracicaba, Jaguari, Atibaia.	(Sistema Cantareira retira 33 m ³ /s para S. Paulo)

Fonte: ANA – Agência Nacional de Águas (2006).

Tabela 6 – Vazão Disponível, população atual e população sustentável para as regiões metropolitanas brasileiras.

Metrópole	Área da bacia (km ²)	Vazão Específica (l/s/km ²)	Vazão Disponível (m ³ /s)	População Atual (habitantes)	População Sustentável (Q _{disponível} x 31.536)
São Paulo	5.650	18,6 5,3 3,2	Q _{ref} = 105,00 Q _{95%} = 30,00 Q _{7,10} = 18,00	17.655.000	3.311.280 946.080 567.648
Campinas	11.020	4,5 4,9 3,1	Q _{ref} = 50,00 Q _{95%} = 54,00 Q _{7,10} = 34,00	2.181.000	1.576.800 1.702.944 1.072.244
R.Janeiro	5.111	12,5	Q _{mlt} = 63,9	10.777.000	2.015.150
B.Horizonte	7.020	12,5	Q _{mlt} = 87,8	4.145.000	2.768.861
Recife	7.420	5,7	Q _{mlt} = 42,3	3.404.000	1.333.973
Salvador	12.800	5,7	Q _{mlt} = 73,0	2.957.000	2.302.128
Fortaleza	8.664	2,3 8,6	Q _{ref} = 24,2 Q _{mlt} = 74,9	2.896.000	763.171 2.362.046
Brasília	2.175	10,7	Q _{mlt} = 23,3	2.721.000	734.789
Curitiba	5.202	12,5	Q _{mlt} = 65,0	2.688.000	2.049.840

Fonte: IBGE (2007); CBH-PCJ (2004); MARIOTONI (2000).

Q_{ref} – vazão regularizada por reservatório; Q_{95%} – vazão para noventa e cinco por cento de permanência no tempo; Q_{7,10} – vazão de sete dias consecutivos e dez anos de período de recorrência; Q_{mlt} – vazão média de longo termo.

Gestão do Consumo

O consumo de água em áreas urbanas é classificado por segmento de uso, uma dessas classificações considera: uso residencial, não residencial (comercial; público; serviços; processos produtivos de pequeno porte, entre outros) e grandes consumidores. Os consumos residenciais e não residenciais acompanham o crescimento urbano, apresentando variação proporcional ao aumento populacional. Já os grandes consumidores, normalmente industriais, não possuem consumo diretamente proporcional ao crescimento urbano, mas sim, ao seu processo produtivo.

A água consumida pelo segmento residencial constitui mais da metade do consumo total de água nas áreas urbanas. Um exemplo é a região metropolitana de São Paulo, na qual, o consumo residencial chega a 84,4% do consumo total urbano (GONÇALVES, 2006).

O consumo de água em uma residência, expresso em litros por habitante por dia (L/hab.dia) pode variar de 50 L/hab.dia a 600 L/hab.dia. Segundo Bettine (2003), a intensidade do consumo não está diretamente associada ao porte do município, pois, enquanto o consumo médio nacional é de 141 L/hab.dia, municípios como Viana (MA) com 22.766 habitantes, e Coqueiral (MG) com 6.118 habitantes, apresentam consumo *per capita* em torno de 260 L/hab.dia. Assim, o consumo de água residencial é influenciado por diversos fatores, tais como: clima; renda familiar; valor da tarifa; características culturais, e forma de gerenciamento do sistema de abastecimento.

Dessa forma, é possível considerar que nas áreas conurbadas, o poder público lance mão de instrumentos de gerenciamento cuja prioridade de suas ações seja a conservação dos recursos hídricos.

Os programas de conservação desses mesmos recursos constituem-se em importantes instrumentos para assegurar a oferta de água potável às populações das áreas urbanas. A conservação dos recursos hídricos compreende o uso racional e eficiente, bem como, o reaproveitamento ou reúso da água.

O uso racional da água implica em conscientizar a população quanto à necessidade de se evitar os desperdícios e de se reduzir o consumo. Significa, ainda, a implementação de programas de redução de perdas físicas nos sistemas abastecedores e de ações de aumento de reciclagem ou reuso das águas.

Como forma de reúso das águas, é possível destacar a utilização das águas provenientes dos sistemas de tratamento dos esgotos para irrigação agrícola; de parques públicos; áreas verdes de condomínios; campos de golfe, além de usos para lavagem de ruas e desobstrução das canalizações de esgotos. Na Califórnia (EUA), cerca de 110 milhões de metros cúbicos por dia são reutilizados como água para a agricultura (GONÇALVES, 2006). É possível, ainda, no âmbito das residências, o uso de água não potável para lavagem de pisos e descarga sanitária,

águas estas provenientes das pias de banheiros e das descargas de máquinas de lavar roupa.

Outras formas de uso racional dos recursos hídricos referem-se ao emprego de equipamentos economizadores de água no âmbito das edificações, sejam residenciais ou públicas, tais como: torneiras com fechamento automático; torneiras com pulverizador; torneiras com funcionamento sob comando; válvulas de descarga de baixo consumo; mictórios com limpeza sem água (com selo oleoso); vasos sanitários segregadores de urina; máquinas de lavar roupa com programas específicos; e ainda, sistemas a vácuo de coleta de esgotos, estes últimos mais utilizados em hotéis, *shopping-centers* e fábricas.

As questões de economia e reúso das águas passam por decisões econômicas e políticas; assim, é importante que se estabeleçam critérios técnicos, econômicos e legais para o uso econômico e reúso dos recursos hídricos no Brasil, de forma a ampliar sua oferta e garantir a sustentabilidade das regiões metropolitanas.

Considerações Finais

A disponibilidade hídrica pode ser, em determinadas situações, o principal parâmetro da sustentabilidade de um espaço territorial. Uma determinada população, ao explorar os recursos naturais além da capacidade regenerativa e de absorção do ecossistema, certamente ocasionará um desequilíbrio no longo prazo com reflexos negativos sobre a quantidade e qualidade de vida da própria população.

É possível conviver com uma disponibilidade hídrica *per capita* inferior a 1000 m³/hab/ano e, de fato, isto já vem ocorrendo durante a maior parte do tempo nas principais metrópoles brasileiras; porém, se o objetivo é alcançar a sustentabilidade

a longo prazo, a estratégia de utilização deverá ser muito diferente da adotada atualmente.

Ao adotar uma escala ótima de utilização, mesmo que seja a ótima antropocêntrica, as principais metrópoles brasileiras deveriam diminuir sua população. Evidentemente há motivos históricos e vantagens econômicas para as pessoas habitarem um espaço restrito, mas há limites para tal, e um deles, certamente, é a disponibilidade hídrica.

Encontrar os mecanismos e as ferramentas de planejamento para garantir a sustentabilidade hídrica, parece ser o principal desafio atual e futuro; principalmente se considerarmos a complexa teia de inter-relações que se estabelece nestes restritos espaços territoriais. Limitar a população a um máximo 'sustentável', adotando-se *a priori* a escala de utilização de recursos hídricos com base no parâmetro de 1000 m³/hab.ano, apresenta-se como uma alternativa para o planejamento de espaços territoriais que ainda não se caracterizaram como megacidades, mas que já apresentam indícios para tal, como Salvador, Curitiba e Goiânia.

As demandas relacionadas à água intensificam-se com o crescimento das cidades e conseqüente conurbação. Este crescimento nem sempre está associado a desenvolvimento, cujo significado é qualidade de vida para a população, ao contrário, as regiões metropolitanas têm crescido de forma insustentável com impactos sobre a própria população que ali vive.

Há que se considerar, também, que as alterações climáticas transformarão os padrões hidrológicos e, portanto, a disponibilidade de recursos hídricos. Sociedades inteiras serão afetadas com as possíveis alterações nos regimes pluviométricos e as conseqüentes mudanças nos fluxos de água. Dessa forma, o potencial de crescimento de várias economias no mundo será reduzido, e a parcela carente da população é aquela que mais sofrerá as conseqüências dessas alterações.

Apesar da complexidade dos fatores que envolvem a gestão das águas em conglomerados urbanos é urgente que as entidades públicas e privadas envolvidas no seu gerenciamento, juntamente com a população, se articulem no sentido de vencer pressões setoriais e político-administrativas a fim de se estabelecer o limite de crescimento destas áreas, onde a disponibilidade hídrica possa ser um dos fatores considerados.

Referências

ANA. **Agência Nacional de Águas**. Disponível em:

<<http://www.ana.gov.br/GestaoRechidricos/PlanejHidrologico/default.asp>>. Acesso em: 12 ago/2006.

BEEKMAN, G. B. Gerenciamento integrado dos recursos hídricos, IICA, Brasília, 1999 In: SETTI, A. A. et al. **Introdução ao gerenciamento de recursos hídricos**. Brasília: Agência Nacional de Energia Elétrica, Superintendência de Estudos e Informações Hidrológicas, 2ª. Ed, 2000.

BETTINE, S. C. **Instrumento de regulação dos serviços de saneamento básico: um enfoque multiobjetivo**. 2003. 202 p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, Campinas/SP, 2003.

BRASIL. MPO – Ministério do Planejamento e Orçamento, Secretaria de Política Urbana – IPEA, Série modernização do setor de saneamento, 1995. Disponível em: < <http://www.snis.gov.br> > **Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 1995**. Acesso em: 25 fev/2006.

CBH-PCJ - Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí, Situação dos recursos hídricos das bacias hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí – UGRHI 5. **Relatório Um**. (IRRIGART, 2004). Disponível em: <<http://www.comitepcj.sp.gov.br/comitespcj.htm>>. Acesso em: 13 fev/ 2008.

DALY, H. **Beyond growth: the economics of sustainable development**. Boston: Beacon Press, 1996.

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. **World Agriculture: Summary Report 2007**. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/004/y3557E/y35557E00.htm>>. Acesso em: 28 abr/2007.

GLEICK, P. H. **Water in crisis: a guide to the world's fresh water resources**. New York: Oxford University Press, 1993.

GONÇALVES, R. F. (Coord.) **Uso racional de água em edificações**. Projeto PROSAB. Rio de Janeiro: ABES, 2006.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Tendências Demográficas: Uma análise da população com base nos resultados dos Censos Demográficos 1940 a 2000. Disponível em <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/tendencia_demografica/analise_populacao/1940_2000/comentarios.pdf>. Acesso em 04 fev/2003.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Atlas de Saneamento – 2004. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br/bda/pesquisa/pnsb/default.asp>>. Acesso em: 23 out/2006.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em 15 set/2007.

MARIOTONI, C.A.; DEMANBORO, A.C. A gestão dos recursos hídricos em mega cidades: desafios da sustentabilidade econômica-ecológica. In: VIII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 8., 2000, Salvador, **Anais ENTAC 2000**, ANTAC, V.1, p. 327-335.

OMM/UNESCO – Organización Meteorológica Mundial/Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia e la Cultura. **Hay suficiente agua en el mundo?** Montevideo: OMM/UNESCO, 1997.

PNUD – Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. **Relatório do Desenvolvimento Humano 2006**. Disponível em: < <http://www.pnud.org.br/rdh>>. Acesso em: 25 set/2007.

POPULATION REFERENCE BUREAU. La dinámica entre la población y el medio ambiente, Washington DC, 1997. In: DEMANBORO, A.C.; MARIOTONI, C.A. O conceito de escala e o desenvolvimento sustentável: implicações sobre os recursos hídricos e energéticos. **Revista Brasileira de Energia**, Rio de Janeiro, vol. 7, n. 2, 1999, p. 64-77.

SETTI, A. A. et al. **Introdução ao gerenciamento de recursos hídricos**, Brasília: Agência Nacional de Energia Elétrica, Superintendência de Estudos e Informações Hidrológicas, 2ª. Ed, 2000. Disponível em: <<http://hidroweb.ana.gov.br/cd2/index.htm>>. Acesso em: 15 out/2006.

TUCCI, C.E.M. Gerenciamento da drenagem urbana. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, vol.7, n.01, jan/março 2002, p. 5-27.

RESUMO

O crescimento populacional tem pressionado a demanda por recursos hídricos, especialmente para a produção de alimentos. O segmento agrícola é responsável por mais de sessenta por cento do consumo de água no planeta e compete com as atividades industriais e o consumo humano. A escala de atividades humanas tem levado o uso dos recursos hídricos ao seu limite, especialmente nas regiões metropolitanas. Este artigo discute os limites do crescimento populacional, apontando os problemas das regiões metropolitanas brasileiras e sua situação hídrica, mostrando como cada uma delas excedeu a população sustentável.

Palavras-chave: Meio Ambiente. Sustentabilidade. Recursos Hídricos. Regiões Metropolitanas. Aumento Populacional. Limites de Crescimento.

ABSTRACT

The population increases has been pressure the water resources require, especially by foods production uses. The agricultural segment is responsible for more than sixty per cent of the water consumption in the planet and competes with the human and industries activities. The human activities scale has taken water resources use to its limit, especially in the metropolitan areas. This paper discuss population growth limits pointing out the Brazilian metropolitan areas problems and it's water situation, showing how each one overstep the sustainable population.

Key words: Environment. Sustainability. Water Resources. Metropolitan Areas. Population increase. Growth Limits.

Informações sobre os autores:

[1] Sueli do Carmo Bettine – <http://lattes.cnpq.br/1291060058444949>

Professora pesquisadora da Pontifícia Universidade Católica de Campinas (SP). Centro de Ciências Exatas, Ambientais e de Tecnologias, Faculdade de Engenharia Ambiental, Campinas, São Paulo.

Contato: subettine@puc-campinas.edu.br

[2] Antonio Carlos Demanboro – <http://lattes.cnpq.br/2675009900378770>

Professor pesquisador da Pontifícia Universidade Católica de Campinas (SP). Centro de Ciências Exatas, Ambientais e de Tecnologias, Faculdade de Engenharia Ambiental, Campinas, São Paulo.

Contato: demanboro@puc-campinas.edu.br