

## ESCASSEZ HÍDRICA NA AMÉRICA DO SUL: SITUAÇÃO ATUAL E PERSPECTIVAS FUTURAS

*Simona Pedde<sup>1</sup>; Carolien Kroeze<sup>2</sup>; \*Lineu N. Rodrigues<sup>3</sup>*

**Resumo** – A escassez hídrica é um dos principais problemas a ser enfrentado pela humanidade neste século. Em várias regiões do mundo a demanda tem superado a disponibilidade hídrica. Mesmo os cenários mais otimistas indicam que essa situação tende a se agravar devido a combinação de vários fatores, tais como o crescimento da renda, da população e do seu estilo de vida, cada vez mais demandantes de recursos. Mesmo na América do Sul, onde se tem a segunda maior disponibilidade hídrica per capita do mundo, observa-se, em várias regiões, um desequilíbrio entre oferta e demanda hídrica. Neste trabalho, avaliou-se como o crescimento populacional e as variações na vazão, duas importantes forçantes, poderão impactar a escassez hídrica na América do Sul no futuro. As variações dessas duas forçantes foram simuladas utilizando-se o modelo de transporte de nutrientes, Global NEWS. As pressuposições para elaboração dos cenários foram feitas com base na Avaliação Ecosistêmica do Milênio. Os resultados indicaram que na média a vazão cresceu em todos os cenários avaliados, mas não em todas as bacias hidrográficas. Na maioria dos casos nem mesmo o aumento do escoamento superficial foi suficiente para compensar o aumento do crescimento da população na região.

**Palavras-Chave** – Recursos hídricos, Global NEWS, Avaliação Ecosistêmica do Milênio.

## WATER SCARCITY IN SOUTH AMERICA: PRESENT AND FUTURE PERSPECTIVES

**Abstract** – Water scarcity is one of the greatest challenges faced by humanity in this century. In different regions in the world water demand largely exceeds water supply. Even in the most optimistic scenarios, this situation will worsen because of the combination of different factors such as population growth and changes in life-style. Today's water availability per capita in South America amounts to about 30.000 m<sup>3</sup> year<sup>-1</sup>, the second highest in the world. Nevertheless, highly densely populated areas are suffering from water scarcity due to the disequilibrium between water demand and supply. In this study, we analyze how changes in two drivers, population and surface runoff, will affect the balance of water supply and demand in the future. The variation in these drivers is computed in four quantitative scenarios produced as the output of the global nutrient transport model, Global NEWS for the years 2000 and 2050. The different storylines and assumptions of the scenarios are based on the Millennium Ecosystem Assessment scenarios. The results indicate that average surface runoff will increase in some basins. In the majority of cases, even the increase of a basin's surface runoff will not compensate for the increase in population.

**Keywords** – Water resources, Global NEWS, Millennium Ecosystem Assessment.

<sup>1</sup> Pesquisadora, Wageningen University and Research Centrum, [simona.pedde@wur.nl](mailto:simona.pedde@wur.nl).

<sup>2</sup> Professora, Wageningen University and Research Centrum, [carolien.kroeze@wur.nl](mailto:carolien.kroeze@wur.nl).

<sup>3</sup> Pesquisador, Embrapa Cerrados, [lineu.rodriques@embrapa.br](mailto:lineu.rodriques@embrapa.br).

## INTRODUÇÃO

A escassez hídrica é um dos principais problemas a ser enfrentado pela humanidade neste século. O uso sustentável da água não deve ser uma prioridade apenas do setor agrícola e das regiões onde já se observam a escassez de água, ele deve uma prioridade de todos os setores da economia e regiões.

O uso inadequado do recurso água desequilibra o frágil equilíbrio entre oferta e demanda, contribuindo para a ocorrência da escassez hídrica e o redução da qualidade de vida da população. Em situação de escassez, a água disponível não é suficiente para se atingir uma produção adequada de alimentos, trazendo vários problemas para a sociedade, entre eles o agravamento da fome e da pobreza.

Em várias regiões do mundo a demanda tem superado a disponibilidade hídrica. Mesmo os cenários mais otimistas indicam que essa situação tende a se agravar devido a combinação de vários fatores, tais como crescimento da renda, da população e do seu estilo de vida, cada vez mais demandantes de recursos. Mesmo na América do Sul, onde se tem a segunda maior disponibilidade hídrica per capita do mundo, já se observam desequilíbrios entre a oferta e a demanda hídrica, que ocorre, em grande parte das vezes, pelo fato dos recursos hídricos não serem uniformemente distribuídos na região. Isto é, nem sempre ele está presentes em quantidades adequadas onde se localizam as maiores concentrações urbanas e as altas demandas (Bates, 2008).

Como os países da América do Sul estão vivenciando e continuarão a vivenciar no futuro um crescimento econômico, é de se pressupor que haverá um aumento da demanda por água. Nesse sentido, para que não ocorra escassez hídrica, a disponibilidade hídrica deve ser suficiente para atender a esse aumento da demanda. A escassez, analisada sob essa perspectiva, pode ser considerada um problema de oferta (Hoekstra, 1998), pois as mudanças ocorridas na demanda, como, por exemplo, mudanças de comportamento de uso, não são levadas em consideração.

Nos últimos anos, vários indicadores visando avaliar quantitativamente a vulnerabilidade da população a disponibilidade hídrica foram desenvolvidos. Os dois mais utilizados são o de Falkenmark e o índice de vulnerabilidade dos recursos hídricos. O primeiro índice relaciona a disponibilidade de água per capita por ano e considera que valores inferiores a 1.000 m<sup>3</sup>/habitante/ano indicam condições de escassez hídrica; já o segundo relaciona as retiradas totais anuais com a disponibilidade hídrica anual. Retiradas maiores que 40% do total disponível indica que a região se encontra condições de escassez hídrica severa (Bates, 2008, Rijsberman, 2006).

Nesse sentido, para se planejar a utilização dos recursos hídricos, torna-se fundamental entender qual será a tendência da demanda, da disponibilidade e da escassez hídrica na América do Sul. Neste trabalho, avaliou-se como o crescimento populacional e as variações na vazão, duas importantes forças, poderão impactar a escassez hídrica na América do Sul no futuro.

## METODOLOGIA

Neste trabalho, a oferta e a demanda foram contabilizadas e descritas como função da vazão e da densidade populacional, com base no indicador de Falkenmark (Falkenmark et al., 1989), que estabeleceu as faixas de valores de disponibilidade hídrica/habitante /ano indicadas abaixo:

- 1.700 m<sup>3</sup> por habitante. Valor necessário para manter os requisitos mínimos de água para o consumo e atividades familiares, agricultura, indústria e produção de energia, bem como as necessidades de água mínima para o meio ambiente;
- 1.000 m<sup>3</sup> por habitante. Corresponde a escassez hídrica;
- 500 m<sup>3</sup> por habitante. Corresponde escassez hídrica absoluta.

O valor de 1.000 m<sup>3</sup> por habitante por ano, sugerido por Gleick e Falkenmark, e recomendado pelo banco mundial (Brown and Matlock, 2011), foi utilizado como indicador de escassez hídrica neste trabalho.

A fim de calcular a vazão e a densidade populacional atual e futura (ano 2050), foi implementado, no Modelo Global de Exportação de Nutrientes em bacias hidrográficas (Global NEWS), os cenários de Avaliação Ecosistêmica do Milênio (MA).

Global NEWS é um modelo espacial que já foi aplicado em mais de 6.000 bacias hidrográficas de todo o mundo para calcular a exportação de nutrientes orgânicos e inorgânicos (C, N, P, Si) (Seitzinger et al., 2010, Mayorga et al., 2010). O modelo combina diferentes bases de dados e utiliza informações de outros modelos globais (Mayorga et al., 2010, Seitzinger et al., 2010, Van Drecht et al., 2009, Bouwman et al., 2009, Fekete et al., 2010). Global NEWS utiliza como entrada resultados do modelo de balanço de água (WBMplus) (Fekete et al. (2002, 2010) e as entradas referentes ao clima são provenientes do modelo de mudança climática global HadCM2 (Bouwman et al., 2006, Bouwman et al., 2009). As simulações hidrológicas foram realizadas com o WMBplus, que inclui modelagem de irrigação, operação de reservatórios e uso consumptivo de água (Fekete et al., 2010, Mayorga et al., 2010). Dados de densidade populacional para o ano base de 2000 foram obtidos da base de dados das Nações Unidas (van Drecht et al., 2003).

Os cenários descritos no MA são descrições plausíveis e na maioria das vezes simplificadas de como será futuro. Para isto, foram feitas pressuposições coerentes e consistentes sobre diversas relações e forças importantes nos processos sobre os quais se quer inferir. Esses cenários objetivam avaliar as consequências na qualidade de vida dos seres humanos advindas de alterações no ecossistema e estabelecer, com base científica, ações necessárias para fortalecer o uso sustentável dos ecossistemas. No MA, quatro cenários globais foram elaborados com base em dois eixos principais. Um descreve estruturas governamentais globais contrastantes para a questão da cooperação interacional e comércio (regional x globalizado). O outro apresenta atitudes opostas em relação gerenciamento do ecossistema (proativo x reativo) (Carpenter et al. 2005).

Os parâmetros qualitativos e quantitativos para elaboração dos cenários futuros utilizados neste trabalho foram baseados nos Cenários de Avaliação Ecosistêmica do Milênio (Alcamo et al., 2005). Os parâmetros do MA, que foram primeiramente colocado em escala apropriada por meio do modelo IMAGE, para posteriormente serem implementados no Global NEWS, consistem de projeções da população futura, da produção agropecuária e do PIB (Seitzinger et al., 2010). Os cenários do MA foram também implementados no modelo WMBplus com a finalidade de considerar nas simulações do balanço de água as implicações futuras das forças climáticas (Fekete et al., 2010).

Quatro diferentes cenários foram avaliados de acordo com quatro combinações de nível de regionalização/globalização e proatividade/reactividade de manejo do meio ambiente. Os cenários resultantes foram: (i) “*Global Orchestration*” (GO) - Neste cenário, considera-se um mundo globalizado e economicamente desenvolvido, que adota uma abordagem reativa com relação ao manejo do meio ambiente; (ii) “*Order from Strength*” (OS) – Considera-se um mundo regionalizado com diferenças marcantes entre regiões ricas e pobres, que adota uma abordagem reativa com relação aos problemas do meio ambiente; (iii) “*TechnoGarden*” (TG) – Tem-se um mundo globalizado com cooperação internacional e uma forte responsabilidade ambiental; (iv) “*Adapting Mosaic*” (AM) – trata-se de um cenário regionalizado com uma mistura de culturas e proatividade regional com relação aos problemas do meio ambiente. As principais considerações referentes aos quatro cenários MA são apresentadas na Tabela 1.

Como resultados do modelo Global NEWS, foram obtidos dados anuais de densidade populacional e de vazão em escala temporal e espacial de 30 minutos para todas as bacias hidrográficas da América do Sul que foram modeladas (mais 450). O indicador de Falkenmark foi calculado para os anos de 2000 e 2050, para cada uma das bacias hidrográficas analisadas, considerando-se os quatro cenários MA.

Tabela 1: Tendências para a América do Sul (% variação de 2000-2050), de acordo com os quatro cenários de Avaliação Ecosistêmica do Milênio

	Característica	PIB/habitante	População	Urbanização	Emissões de Gases de Efeito Estufa*
<i>Global Orchestration</i>	Globalização + gerenciamento ambiental reativo	430	40	63	26
<i>Order Strength</i>	Regionalizado + gerenciamento ambiental reativo	140	78	110	20
<i>TechnoGarden</i>	Globalização + gerenciamento ambiental proativo	330	57	83	7
<i>Adapting Mosaic</i>	Regionalizado + gerenciamento ambiental proativo	215	76	105	18

\* Os valores são médias globais.

## RESULTADO E DISCUSSÃO

Com base no indicador de Falkenmark, observou-se que a costa pacífica, de Guayaquil, no Equador, a Santiago, no Chile, está sujeita a escassez hídrica absoluta, isto é apresenta disponibilidade hídrica menor que 500 m<sup>3</sup>/habitante/ano. O sudoeste e o noroeste da Argentina, rio La Plata (entre Argentina e Uruguai), nordeste do Brasil e a costa da Venezuela, região próxima ao lago Maracaibo até a fronteira com a Colômbia apresentam a mesma situação (Figura 1).

Os quatro cenários testados apresentam uma tendência de escassez hídrica parecida (Figura 1), com aumentos de 9%, 31%, 25%, e 30% para os cenários GO, OS, TG e AM, respectivamente. Ou seja, o menor aumento foi verificado no cenário GO. Uma possível explicação para isso é que, além do crescimento populacional, as mudanças climáticas irão impactar na vazão e na disponibilidade hídrica total na América do Sul como um todo. Crescimentos econômicos altos limitarão o crescimento populacional em 36% e 56% no cenário GO e TG, enquanto, nos cenários regionais, a população tende a crescer mais que 70%. No cenário GO, as emissões de gás de efeito estufa, impulsionadas pelo crescimento econômico e falta de uma ação internacional visando redução dos impactos das mudanças climáticas, poderão levar a um aumento das precipitações e, conseqüentemente, da vazão no continente.

Entretanto, apenas a análise das alterações nos padrões de escassez hídrica não é um bom indicador de como será a evolução do problema no futuro. Apesar das semelhanças verificadas na Figura 1, os cenários podem apresentar diferenças claras quando os indicadores são analisados isoladamente.

Verificou-se que a população aumentou em todos os cenários avaliados e em todas as 450 bacias hidrográficas, com exceção de 6 delas, incluindo as bacias do Corantijn e do Berbice (Suriname e Guyana Inglesa). O fato a se observar é que o crescimento populacional foi normalmente distribuído em todos os cenários e que ela quase que dobrou nos cenários regionais OS e AM, quando comparado com o cenário GO. A vazão, por sua vez, apresentou uma variação muito maior que o crescimento populacional. A vazão média aumentou em média 22%, no cenário GO, 16%, no OS e AM, e 11%, no TG.

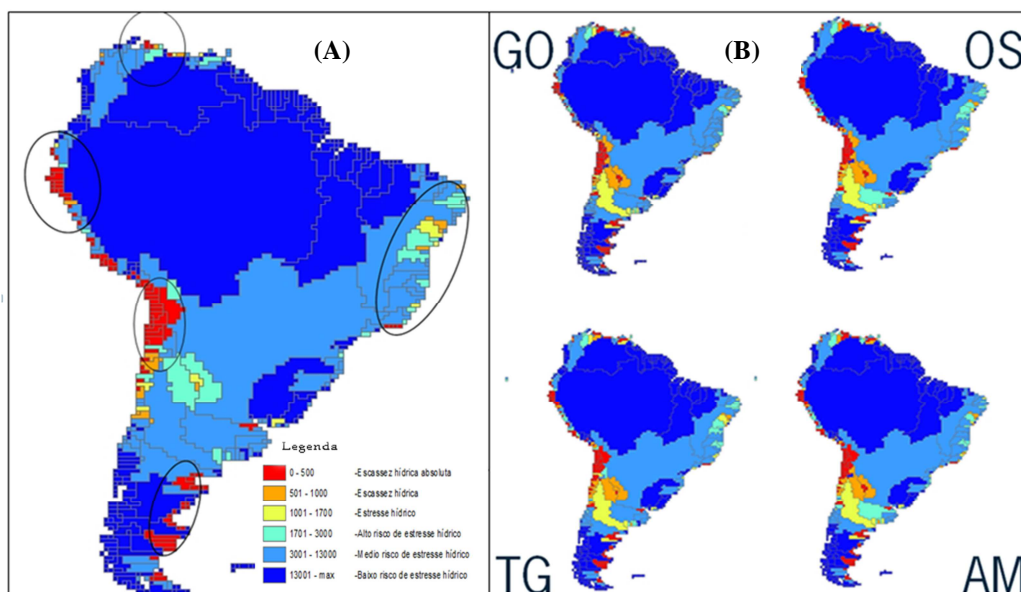


Figura 1 – Situação atual (A) e futura (B) de escassez hídrica (L/habitantes/ano) de acordo com os quatro cenários de Avaliação Ecossistêmica do Milênio: *Global Orchestration* (GO), *Order from Strength* (OS), *TechnoGarden* (TG) e *Adapting Mosaic* (AM).

Verificou-se que a população cresceu lentamente no cenário GO, quando comparada com os outros cenários. Em quase todas as bacia analisadas foi observado um crescimento na população entre 25% e 50%, em 2050, em relação à população de 2000, com exceção das bacias de Berbice e Corantijn, onde a população decresceu. Em várias bacias da Venezuela e da Colômbia e em bacias de Oruro e La Paz, na Bolívia, a população aumentou pelo menos 50%. Por outro lado, são esperadas as maiores alterações na vazão no cenário GO.

Na média, no continente, como efeito das mudanças climáticas, espera-se um aumento da vazão total. Nas bacias do Amazonas, Paraná e Orinoco a vazão anual diminuirá, respectivamente, cerca de 6%, 15% e 20%. Na porção sul do continente, quase todas as regiões terão uma redução de pelo menos 25% na vazão. Esta redução, entretanto, será maior do que 50% na maior parte da Argentina, Chile e na região costeira da Venezuela e Colômbia. Neste contexto, algumas exceções, que apresentaram um pequeno aumento na vazão, de 5 a 25 %, foram: alguns estados no nordeste do Brasil (Ceará, Bahia e Sergipe), algumas regiões do Tocantins, a parte mais ao leste da Bolívia e mais ao sul do Brasil e Uruguai. É importante destacar, entretanto, que o aumento de vazão observado em pequenas bacias da Bolívia e leste do Brasil é devido aos baixos valores de vazão (menor que  $5 \text{ km}^3 \text{ ano}^{-1}$ ) em que um relativo grande aumento, em %, pode significar um baixo valor absoluto no futuro.

Nos cenários regionais (OS e AM) foi observada uma variação na vazão total similar a observada no cenário GO. Isto ocorreu devido ao efeito combinado das pressuposições feitas em relação às políticas internacionais que foram reativas em relação a emissão de gases de efeito estufa e ao crescimento econômico. No cenário TG, onde se observam as principais ações de mitigação, em relação às mudanças climáticas, a diferença na vazão, em relação aos valores presente, entre bacias será menor, embora os padrões de aumento e redução sejam similares entre o cenário GO e os outros cenários. Por exemplo, nas bacias da Amazônia, do Paraná e do Orinoco a redução da vazão total será limitada, respectivamente, a 3%, 10% e 12%; já a vazão do São Francisco aumentou em 8% em contraste com os 14% que ocorreu no GO.

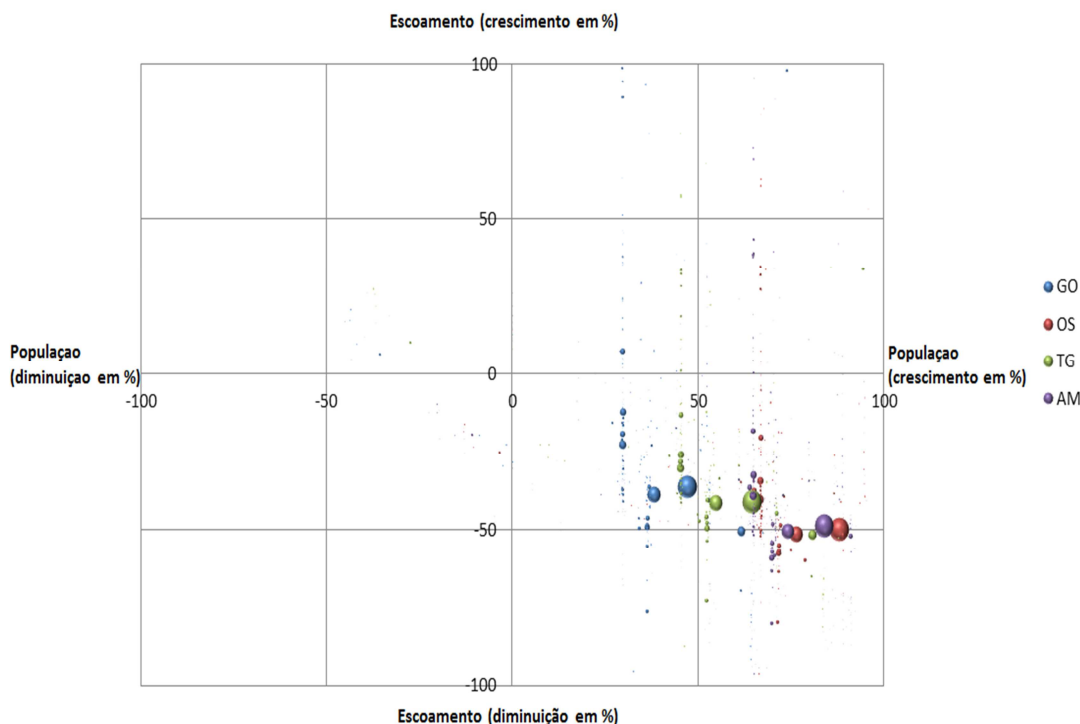


Figura 2 - Variação, em %, na população e na vazão total em bacias hidrográficas da América do Sul, em 2050, de acordo com os Cenários de Avaliação Ecológicos do Milênio. Cada círculo representa uma bacia e o seu diâmetro representa a área da bacia.

Embora a semelhança na distribuição geográfica da escassez hídrica entre os cenários seja evidente, a diferença no grau de severidade entre os cenários é considerável. Por exemplo, nos cenários regionalizados AM e OS, observa-se que em quase todas as bacias o crescimento populacional foi pelo menos dobrado em relação ao cenário GO. Por exemplo, as bacias da Amazônia, do Paraná, do Orinoco, do Tocantins e do São Francisco tiveram, respectivamente, nos cenários regionalizados AM e OS, aumentos de 88%, 76%, 107%, 77% da população, comparado com os 47%, 38%, 65% e 30% observados no cenário GO. Essa foi também a tendência observada em todas as bacias densamente povoadas.

Na Figura 2 apresenta-se o crescimento populacional em relação a vazão total, onde as bacias são representadas pelos círculos de acordo com as mudanças esperadas na população e o escoamento total para os quatro cenários avaliados. Observa-se que a maioria das bacias de maior dimensão tiveram aumento populacional e redução na vazão.

Apesar da semelhança na distribuição geográfica da escassez hídrica no continente, Figura 1, observou-se uma diferença nos padrões de crescimento populacional (Figura 2), com bacias dos cenários regionalizados (círculos vermelhos e roxos) apresentando uma duplicação do crescimento populacional, quando comparado com as bacias azuis. A Figura 2 também apresenta duas importantes características da escassez hídrica na América do Sul:

- (i) maior variabilidade na vazão entre as bacias em um mesmo cenário. Várias pequenas bacias podem experimentar aumento na vazão e praticamente em nenhuma se verificou redução na população. Essas constatações podem explicar uma piora geral das condições em termos de disponibilidade hídrica por habitantes;
- (ii) maior diferença no crescimento populacional para a mesma bacia em diferentes cenários. Esta constatação sugere que as diferenças observadas na escassez hídrica

no futuro sejam mais governadas pelas alterações no crescimento populacional do que pelas mudanças climáticas e conseqüentemente pelas alterações na vazão total.

A situação das áreas críticas, onde a escassez hídrica é menor que 1000 m<sup>3</sup> capita<sup>-1</sup>, destacados com um círculo na Figura 1, tende a piorar em todos os cenários avaliados, mesmo nos casos em que ocorre um aumento de vazão. Isto é devido ao fato dessas áreas serem densamente povoadas e a disponibilidade hídrica já ser baixa. Constatou-se que a escassez hídrica continuará a ser um problema nas regiões que já apresentam problema hídrico, apesar do relativo aumento observado na vazão de até 100%. Nos cenários mais positivos, TG, onde as mudanças climáticas e o crescimento populacional serão mitigados, a escassez hídrica foi ainda mais severa em 99% das bacias do continente, quando comparada com o ano base de 2000. Os resultados dos quatro diferentes cenários MA sugerem que na América do Sul o crescimento populacional será a principal causa da escassez hídrica, que é, e muito provavelmente continuará a ser, um problema de demanda.

## CONCLUSÃO

A disponibilidade de água irá diminuir na América do Sul. O padrão de escassez hídrica no futuro será semelhante ao padrão atual, sendo que as regiões mais afetadas no futuro serão: a costa do Pacífico, a partir de Guayaquil, no Equador até Santiago, no Chile, Sudeste e Noroeste da Argentina, do Rio da Prata (entre Argentina e Uruguai), Nordeste do Brasil, e da costa venezuelana em torno do lago Maracaibo até a fronteira com a Colômbia.

O crescimento populacional ocorrerá em praticamente todas as regiões da América do Sul. A vazão total em média aumentou em todos os cenários avaliados, mas nem em todas as bacias haverá aumento da vazão e diferenças entre bacias podem ser maiores que 100%. Na maioria dos casos avaliados, o aumento observado na vazão não será suficiente para atender a demanda devido ao aumento populacional.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALCAMO, J., VAN VUUREN, D., CRAMER, W., ALDER, J., BENNETT, E., CARPENTER, S., CHRISTENSEN, V., FOLEY, J., MAERKER, M. & SCHULZE, K. 2005. Changes in ecosystem services and their drivers across the scenarios. *Ecosystems and human well-being: Scenarios*, 2, 297-373.

AQUASTAT 2010. Aquastat world data. November 2010 ed. BATES, B. C., Z.W. KUNDZEWICZ, S. WU AND J.P. PALUTIKOF, EDS. 2008. *Climate Change and Water*. Technical Paper of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Geneva: IPCC Secretariat.

BOUWMAN, A., KRAM, T. & GOLDEWIJK, K. K. 2006. *Integrated Modelling of Global Environmental Change, An Overview of IMAGE 2.4*, Netherlands Environmental Assessment Agency. MNP, Bilthoven, The Netherlands.

BOUWMAN, A. F., BEUSEN, A. H. W. & BILLEN, G. 2009. Human alteration of the global nitrogen and phosphorus soil balances for the period 1970–2050. *GLOBAL BIOGEOCHEMICAL CYCLES*, 23, GB0A04.

BROWN, A. & MATLOCK, M. D. 2011. *A review of water scarcity indices and methodologies*. University of Arkansas, Arkansas, USA. The Sustainability Consortium. White Paper, 106.

FALKENMARK, M., LUNDQVIST, J. & WIDSTRAND, C. Macro-scale water scarcity requires micro-scale approaches. *Natural resources forum*, 1989. Wiley Online Library, 258-267.

FEKETE, B. M., VÖRÖSMARTY, C. J. & GRABS, W. 2002. High-resolution fields of global runoff combining observed river discharge and simulated water balances. *Global Biogeochem. Cycles*, 16, 1042.

FEKETE, B. M., WISSER, D., KROEZE, C., MAYORGA, E., BOUWMAN, L., WOLLHEIM, W. M. & VÖRÖSMARTY, C. 2010. Millennium Ecosystem Assessment scenario drivers (1970&#8211;2050): Climate and hydrological alterations. *Global Biogeochem. Cycles*, 24, GB0A12.

HOEKSTRA, A. & CHAPAGAIN, A. 2007. Water footprints of nations: Water use by people as a function of their consumption pattern. *Water Resources Management*, 21, 35-48.

HOEKSTRA, A. Y. 1998. Appreciation of water: four perspectives. *Water Policy*, 1, 605-622.

JONES, J. & SCARPATI, O. 2007. Water resources issues in South America. *GeoJournal*, 70, 227-231.

KOHLI AMIT, F. K., SPOTTORNO CECILIA 2010. Disambiguation of water use statitcs. *AQUASTAT*.

MAYORGA, E., SEITZINGER, S. P., HARRISON, J. A., DUMONT, E., BEUSEN, A. H. W., BOUWMAN, A. F., FEKETE, B. M., KROEZE, C. & VAN DRECHT, G. 2010. Global Nutrient Export from WaterSheds 2 (NEWS 2): Model development and implementation. *Environmental Modelling & Software*, 25, 837-853.

POSTEL, S. L., DAILY, G. C. & EHRLICH, P. R. 1996. Human Appropriation of Renewable Fresh Water. *Science*, 271, 785-788.

RIJSBERMAN, F. R. 2006. Water scarcity: Fact or fiction? *Agricultural Water Management*, 80, 17.

ROSSING, T. 2010. Water scarcity, climate change, and the poor. In: VERNER, D. (ed.) *Reducing poverty, protecting livelihoods, and building assets in a changing climate: social implications of climate change in Latin America and the Caribbean*.

SEITZINGER, S. P., MAYORGA, E., BOUWMAN, A. F., KROEZE, C., BEUSEN, A. H. W., BILLEN, G., VAN DRECHT, G., DUMONT, E., FEKETE, B. M., GARNIER, J. & HARRISON, J. A. 2010. Global river nutrient export: A scenario analysis of past and future trends. *Global Biogeochem. Cycles*, 24, GB0A08.

THIEU, V., MAYORGA, E., BILLEN, G. & GARNIER, J. 2010. Subregional and downscaled global scenarios of nutrient transfer in river basins: Seine-Somme-Scheldt case study. *Global Biogeochem. Cycles*, 24, GB0A10.

VAN DER STRUIJK, L. F. & KROEZE, C. 2010. Future trends in nutrient export to the coastal waters of South America: Implications for occurrence of eutrophication. *Global Biogeochem. Cycles*, 24, GB0A09.

VAN DRECHT, G., BOUWMAN, A. F., HARRISON, J. & KNOOP, J. M. 2009. Global nitrogen and phosphate in urban wastewater for the period 1970 to 2050. *Global Biogeochem. Cycles*, 23, GB0A03.

VAN DRECHT, G., BOUWMAN, A. F., KNOOP, J. M., BEUSEN, A. H. W. & MEINARDI, C. R. 2003. Global modeling of the fate of nitrogen from point and nonpoint sources in soils, groundwater, and surface water. *GLOBAL BIOGEOCHEMICAL CYCLES*, 17, 1115.

YAN, W., MAYORGA, E., LI, X., SEITZINGER, S. P. & BOUWMAN, A. F. 2010. Increasing anthropogenic nitrogen inputs and riverine DIN exports from the Changjiang River basin under changing human pressures. *Global Biogeochem. Cycles*, 24, GB0A06.

YASIN, J. A., KROEZE, C. & MAYORGA, E. 2010. Nutrients export by rivers to the coastal waters of Africa: Past and future trends. *Global Biogeochem. Cycles*, 24, GB0A07.