

Recursos Hídricos

José Galizia Tundisi

Instituto Internacional de Ecologia

São Carlos-SP

Introdução

A água é essencial à vida e todos os organismos vivos no planeta Terra dependem da água para sua sobrevivência. O planeta Terra é o único planeta do sistema solar que tem água nos três estados (**sólido, líquido e gasoso**), e as mudanças de estado físico da água no ciclo hidrológico são fundamentais e influenciam os processos biogeoquímicos nos ecossistemas terrestres e aquáticos. Somente 3% da água do planeta está disponível como água doce. Destes 3%, cerca de 75% estão congelados nas calotas polares, em estado sólido, 10% estão confinados nos aquíferos e, portanto, a disponibilidade dos recursos hídricos no estado líquido é de aproximadamente 15% destes 3%. A água, portanto, é um recurso extremamente reduzido. O suprimento de água doce de boa qualidade é essencial para o desenvolvimento econômico, para a qualidade de vida das populações humanas e para a sustentabilidade dos ciclos no planeta.

A água nutre as florestas, mantêm a produção agrícola, mantêm a biodiversidade nos sistemas terrestres e aquáticos. Portanto, os recursos hídricos superficiais e os recursos hídricos subterrâneos são recursos estratégicos para o homem e todas as plantas e animais.

O ciclo hidrológico é o princípio unificador fundamental referente à água no planeta, sua disponibilidade e distribuição. O ciclo hidrológico opera em função da energia solar que produz evaporação dos oceanos e dos efeitos dos ventos, que transportam vapor d'água acumulado para os continentes. A velocidade do ciclo hidrológico variou de uma era geológica a outra, bem como a proporção de águas doces e águas marinhas.

As características do ciclo hidrológico não são homogêneas, daí a distribuição desigual da água no planeta. Há 26 países com escassez de água e pelo menos 4 países (Kuwait, Emirados Árabes Unidos, Ilhas Bahamas, Faixa de Gaza – território palestino) com extrema escassez de água (entre 10 e 66 m³/habitante). A Tabela I mostra os

balanços hídricos por continente e a Tabela II o balanço hídrico das principais bacias hidrográficas do Brasil.

Tabela I – Balanço Hídrico de águas superficiais por continente [1]

Continente	Precipitação (Km ³ /ano)	Evaporação (Km ³ /ano)	Drenagem (Km ³ /ano)
Europa	8,290	5,320	2,970
Ásia	32,200	18,100	14,100
África	22,300	17,700	4,600
América do Norte	18,300	10,100	8,180
América do Sul	28,400	16,200	12,200
Austrália/Oceania	7,080	4,570	2,510
Antártica	2,310	0	2,310
Total	118,880	71,990	46,870

Tabela II - Balanço hídrico das principais bacias hidrográficas do Brasil [2]

Bacia Hidrográfica	Área (Km ²)	Média da Precipitação (m ³ /s)	Média de descarga (m ³ /s)	Evapotransp (m ³ /s)	Descarga/ Precipitação (%)
Amazônica	6.112.000	493.191	202.000	291.491	41
Tocantins	757.000	42.387	11.300	31.087	27
Atlântico Norte	242.000	16.388	6.000	10.388	37
Atlântico Nordeste	787.000	27.981	3.130	24.851	11
Sao Francisco	634.000	19.829	3.040	16.789	15
Atlântico Leste Norte	242.000	7.784	670	7.114	9
Atlântico Leste Sul	303.000	11.791	3.710	8.081	31
Paraná	877.000	39.935	11.200	28.735	28
Paraguai	368.000	16.326	1.340	14.986	8
Uruguai	178.000	9.589	4.040	5.549	42
Atlântico Sul	224.000	10.515	4.570	5.949	43
Brasil incluindo Bacia Amazônica	10.724.000	696.020	251.000	445.020	36

O Brasil tem aproximadamente 16% das águas doces do planeta, distribuídas desigualmente. A Figura 1 mostra a distribuição dos recursos hídricos superficiais do Brasil em relação à distribuição da população.

Figura 1 – Regiões hidrográficas do Brasil e distribuição da população [3]

Água – desenvolvimento econômico e estimativas do uso dos recursos hídricos

Sempre houve grande dependência dos recursos hídricos para o desenvolvimento econômico. A água funciona como fator de desenvolvimento, pois ela é utilizada para inúmeros usos diretamente relacionados com a economia (regional, nacional e internacional). Os usos mais comuns e freqüentes dos recursos hídricos são: água para uso doméstico, irrigação, uso industrial e hidroeletricidade. De 1900 a 2000, o uso total da água no planeta aumentou dez vezes (de 500 km³/ano para aproximadamente 5.000 Km³/ano) (Figura 2). Os usos múltiplos da água aceleram-se em todas as regiões, continentes e países. Estes usos múltiplos aumentam à medida que as atividades econômicas se diversificam e as necessidades de água aumentam para atingir níveis de sustentação compatíveis com as pressões da sociedade de consumo, a produção industrial e agrícola.

Figura 2 – Tendências no consumo global de água, 1900-2000 [4]

A Tabela III mostra a retirada de água “per capita” para diferentes continentes por atividade (para o ano 2000) [5]

Região	Doméstico m³/ano	Industrial m³/ano	Agricultura m³/ano	Perdas em reservatórios m³/ano
Europa	150	400	185	10
União Soviética	130	500	1.310	70
Ásia	75	150	5.585	25
África	50	100	400	85
América do Norte	260	2.000	1.050	110
América do Sul	20	200	190	35
Oceania	110	700	750	150

A Tabela IV mostra as projeções para os usos múltiplos da água retiradas para usos diversos até 2015 [6]

Setor	2015 (sem reuso industrial) km³/ano	2015 (com reuso industrial) km³/ano
Doméstico	890	890
Industrial	4,100	1,145
Agricultura	5,850	5,850
Total	10,884	7,885

A urbanização acelerada em todo o planeta produz inúmeras alterações no ciclo hidrológico e aumenta enormemente as demandas para grandes volumes de água, aumentando também os custos do tratamento, a necessidade de mais energia para distribuição de água e a pressão sobre os mananciais.

À medida que aumenta o desenvolvimento econômico e a renda per capita, aumenta a pressão sobre os recursos hídricos superficiais e subterrâneos. As estimativas e projeções sobre os usos futuros dos recursos hídricos variam bastante, em função de análises de tendências diversificadas, algumas baseadas em projeções dos usos atuais, outras em função de re-avaliações dos usos atuais e introdução de medidas de economia

da água, tais como, re-uso e medidas legais para diminuir os usos e o consumo e evitar desperdício, ou a cobrança pelo uso da água e o princípio do poluidor-pagador.

A Tabela V mostra algumas das estimativas dos usos da água para o futuro até o ano de 2025.

Autor / ano	Ano para o qual o cenário foi avaliado	Uso global da água (Km³/ano)
L'Vovich (uso convencional, 1974) [7]	2.000	12.270
De Mare (1976) [5]	2.000	5.605
Shiklomanov (1998) [8]	2.025	4.089
Shiklomanov (1998) [8]	2.025	4.867
Gleick (visão sustentável, 1997) [9]	2.025	4.270
Raskin <i>et al.</i> (com reformas legislativas e políticas no uso) (1997) [10]	2.050	3.899

Os impactos nos recursos hídricos

Os impactos quantitativos nos recursos hídricos são crescentes e produzem grandes alterações nos estoques de águas superficiais e subterrâneas. Há casos muito evidentes de uso excessivo de recursos hídricos superficiais que resultaram na redução quantitativa acentuada e em desastres de grandes proporções. Exemplos disto são os problemas referentes ao Mar de Aral [11, 12], à cidade do México [13] e a muitas outras regiões do planeta, especialmente regiões urbanas.

Além dos impactos quantitativos, há muitos outros impactos na qualidade da águas superficiais e subterrâneas que comprometem os usos múltiplos e aumentam as pressões econômicas regionais e locais sobre os recursos hídricos. Estes impactos estão descritos na Tabela VI.

Tabela VI – Impactos das atividades humanas nos ecossistemas aquáticos e valores/serviços dos recursos hídricos em risco.

Atividade Humana	Impacto nos ecossistemas aquáticos	Valores/serviços em risco
Construção de represas.	Altera o fluxo dos rios e o transporte de nutrientes e sedimento e interfere na migração e reprodução de peixes.	Altera habitats e a pesca comercial e esportiva. Altera os deltas e suas economias.
Construção de diques e canais.	Destrói a conexão do rio com as áreas inundáveis.	Afeta a fertilidade natural das várzeas e os controles das enchentes.
Alteração do canal natural dos rios.	Danifica ecologicamente os rios. Modifica os fluxos dos rios.	Afeta os habitats e a pesca comercial e esportiva. Afeta a produção de hidroeletricidade e transporte.
Drenagem de áreas alagadas.	Elimina um componente-chave dos ecossistemas aquáticos.	Perda de biodiversidade. Perda de funções naturais de filtragem e reciclagem de nutrientes. Perda de habitats para peixes e aves aquáticas.
Desmatamento do solo.	Altera padrões de drenagem, inibe a recarga natural dos aquíferos, aumenta a sedimentação.	Altera a qualidade e a quantidade da água, pesca comercial, biodiversidade e controle de enchentes.
Poluição não controlada.	Diminui a qualidade da água.	Altera o suprimento de água. Aumenta os custos de tratamento. Altera a pesca comercial. Diminui a biodiversidade. Afeta a saúde humana.
Remoção excessiva de biomassa.	Diminui os recursos vivos e a biodiversidade.	Altera a pesca comercial e esportiva. Diminui a biodiversidade. Altera os ciclos naturais dos organismos.

Introdução de espécies exóticas.	Elimina espécies nativas. Altera ciclos de nutrientes e ciclos biológicos.	Perda de habitats e alteração da pesca comercial. Perda da biodiversidade natural e estoques genéticos.
Poluentes do ar (chuva ácida) e metais pesados.	Altera a composição química de rios e lagos.	Altera a pesca comercial. Afeta a biota aquática. Afeta a recreação. Afeta a saúde humana. Afeta a agricultura.
Mudanças globais no clima.	Afeta drasticamente o volume dos recursos hídricos. Altera padrões de distribuição de precipitação e evaporação.	Afeta o suprimento de água, transporte, produção de energia elétrica, produção agrícola e pesca e aumenta enchentes e fluxo de água em rios.
Crescimento da população e padrões gerais do consumo humano.	Aumenta a pressão para construção de hidroelétricas e aumenta a poluição da água e a acidificação de lagos e rios. Altera os ciclos hidrológicos.	Afeta praticamente todas as atividades econômicas que dependem dos serviços dos ecossistemas aquáticos.

Diversas fontes. Consolidado por Tundisi [12].

O aumento e a diversificação dos usos múltiplos, o extenso grau de urbanização e o aumento populacional resultaram em uma multiplicidade de impactos que exigem evidentemente diferentes tipos de avaliação, novas tecnologias de monitoramento e avanços tecnológicos no tratamento e gestão das águas. Este último tópico tem fundamental importância no futuro dos recursos hídricos, pois como já descrito anteriormente, os cenários de uso aumentando e excessivo estão relacionados com uma continuidade das políticas no uso e gestão pouco evoluída conceitualmente e tecnologicamente.

Os resultados de todos estes impactos são muito severos para as populações humanas, afetando todos os aspectos da vida diária das pessoas, a economia regional e nacional e a saúde humana. Estas conseqüências podem ser resumidas em:

- Degradação da qualidade da água superficial e subterrânea.
- Aumento das doenças de veiculação hídrica e impactos na saúde humana.
- Diminuição da água disponível per capita.
- Aumento no custo da produção de alimentos.

- Impedimento ao desenvolvimento industrial e agrícola e comprometimento dos usos múltiplos.
- Aumento dos custos de tratamento de água.

Além destes impactos produzidos pelas atividades humanas, deve-se também considerar que as mudanças globais em curso poderão afetar drasticamente os recursos hídricos do planeta. Estas mudanças globais, em parte resultantes da aceleração dos ciclos biogeoquímicos e contribuição de gases de efeito estufa para a atmosfera, também poderão interferir nas características do ciclo hidrológico, afetar a temperatura das águas superficiais de lagos, rios e represas, alterar a evapotranspiração e produzir impactos diversos na biodiversidade. Estas mudanças globais poderão ter efeitos na agricultura, na distribuição da vegetação e conseqüentemente poderão alterar a quantidade e qualidade dos recursos hídricos.

Um dos importantes problemas relativos aos impactos dos usos múltiplos e a sua quantificação está na distribuição compartilhada dos recursos hídricos nas bacias internacionais.

Há 19 bacias hidrográficas internacionais cujos recursos hídricos são compartilhados por 5 ou mais países. A bacia do Rio Danúbio, por exemplo, hoje é resultado dos usos por 17 países (eram 12 em 1978). Estas bacias internacionais geram grande número de problemas políticos complexos, resultantes da disputa pelos recursos hídricos e usos múltiplos por diferentes países. Conflitos internacionais com disputa pelos recursos hídricos são resultado de animosidades religiosas, disputas ideológicas, problemas fronteiriços e competição econômica [14]. À medida que ocorre uma percepção cada vez mais acentuada sobre os recursos hídricos e seu valor econômico e social, mais acirrada se torna a disputa por recursos hídricos internacionais (Tabela VII).

Tabela VII - Número de bacias internacionais por Continente

Contínente	Nações Unidas [15]	Wolf <i>et al.</i> [16]
África	57	60
América do Norte e Central	33	39
América do Sul	36	38
Ásia	40	53
Europa	48	71
Total	214	261

Problemas especiais referentes aos usos de recursos hídricos

Água e produção de alimentos

O desenvolvimento socialmente justo de todo o planeta deve promover a distribuição e o suprimento adequado de alimento para **todos** os habitantes do planeta. A avaliação adequada dos recursos hídricos necessários para duplicar a produção de alimentos ainda não foi feita. Quais as fontes principais de água disponíveis para produzir alimento, por região ou continente? Ainda não há uma definição muito clara sobre este problema, especialmente em continentes como a América do Sul e África.

Grande parte da expansão na produção de alimentos foi conseguida, principalmente, pelo aumento da área irrigada, especialmente na Ásia e particularmente na Índia.

A produção agrícola depende da irrigação, da precipitação natural e da água produzida por aquíferos subterrâneos utilizada para irrigação. A utilização de água para irrigação era de 2.500 Km³ em 1999. Sem essa água utilizada para irrigação, a produção agrícola mundial estaria muito abaixo da produção atual.

É fundamental o investimento em novas técnicas de irrigação para melhorar o uso da água e economizar recursos hídricos de forma adequada, nos diferentes continentes. Evidentemente, estes usos de água dependem do tipo de solo e do clima, do tipo de cultura e das características do ciclo hidrológico local ou regional. A água requerida para produzir dietas básicas com base em necessidades regionais varia de um mínimo de 640m³/pessoa/ano para a África sub-sahariana, até um máximo de 1.830 m³/pessoa/ano para o continente norte-americano. Na América Latina estes números são da ordem de 1.000m³/pessoa/ano.

Estes dados incluem água de irrigação e águas de precipitação natural. Os requerimentos de água para produção de várias culturas e tipos de alimento variam enormemente. Por exemplo, para produção de 1Kg de trigo são necessários 900 a 2000 Kg de água e para produção de 1Kg de carne bovina são necessários 15.000 a 70.000 Kg de água. Custos do alimento estão relacionados com os custos da irrigação e o volume de água utilizado na produção.

Água para as regiões urbanas

O crescimento exponencial da população humana promoveu uma enorme demanda sobre os recursos hídricos, aumentando significativamente a necessidade de grandes volumes de água para suprir as populações urbanas adequadamente sem causar

danos à saúde pública. A urbanização avançou sobre os mananciais e deteriorou as fontes de suprimentos superficiais e subterrâneas. Os custos do tratamento de água para produção de água potável atingem altos valores especialmente se os mananciais estão desprotegidos de florestas ripárias e cobertura vegetal suficiente nas bacias hidrográficas e se as águas subterrâneas estão contaminadas. Estes custos variam de R\$ 0,50 a R\$ 80,00 ou R\$ 100,00 dependendo da região, época do ano e da fonte. De grande preocupação é a toxicidade dos mananciais, o que pode aumentar os riscos à saúde humana e agravar problemas principalmente de toxicidade crônica. Regiões urbanas produzem grandes volumes de águas residuárias de origem doméstica, esgotos não tratados que degradam rios e lagos próximos e elevam os custos do tratamento. No Brasil somente 20% dos esgotos municipais são tratados, produzindo um vasto processo de eutrofização de rios, represas e lagos naturais e águas costeiras.

Água e Saúde Humana

Existem muitas informações sobre os efeitos dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos deteriorados sobre a saúde humana. Há diversas doenças de veiculação hídrica que são conseqüências de organismos que tem um ciclo de vida de alguma forma relacionado com águas estagnadas, rios, represas, estuários ou lagos. Estas doenças, em Continentes como América Latina, África e no Sudoeste da Ásia, matam mais pessoas que todas as outras doenças em conjunto [17]. As doenças que atingem os seres humanos a partir da água poluída podem resultar de contaminação em águas não tratadas (esgotos domésticos) por contribuição de pessoas e animais infectados, animais em regiões de intensa atividade pecuária (galo, aves, suínos) ou por animais silvestres. As doenças de veiculação hídrica aumentam de intensidade e distribuição em regiões com alta concentração populacional, por exemplo, em zonas periurbanas metropolitanas, e com o aumento de despejos de atividades industriais, especialmente aqueles provenientes das indústrias de processamento da matéria orgânica (carne, laticínios, cana de açúcar). Fatores adicionais de contaminação são os rios urbanos de pequeno porte, com águas contaminadas e não tratadas que podem funcionar como pólo de dispersão de doenças de veiculação hídrica direta ou indiretamente. A eutrofização de sistemas continentais e costeiros também é causa de contaminação e aumento de doenças.

Inabilidade e mortes prematuras produzidas por doenças de veiculação hídrica têm como conseqüência muitas perdas econômicas, efeitos de curto e longo prazo.

Valoração dos Recursos Hídricos

Os ecossistemas apresentam funções que podem ser qualificadas de “serviços” e benefícios à população humana e a outras espécies. Por exemplo, a produção de alimentos, a reciclagem de nitrogênio e fósforo pelos ecossistemas aquáticos, a produção de alimento e o suprimento de água para abastecimento público, podem ser considerados “serviços” proporcionados pelos recursos hídricos. Esta valorização pode ser feita em função do “capital natural” que pode ser a biodiversidade ou funcionamento de uma área alagada como promotor do saneamento. Os estoques de recursos hídricos superficiais ou subterrâneos podem ser considerados um capital que é crítico ao funcionamento do planeta, contribuindo para o bem estar e a melhor qualidade de vida da população [18]. O conjunto de serviços proporcionados pelos recursos hídricos é de aproximadamente U\$ 1700 x10⁹ por ano (para uma área de 200x10⁶ hectares de rios e lagos).

Esta valoração está ainda nos estágios iniciais, uma vez que a dimensão completa de todos os “serviços” é difícil e complexa e há enormes diferenças regionais e locais nesses valores.

Valores recreacionais, estéticos e custos do tratamento natural variam bastante. Esforços precisam ser definidos para avaliações locais, de diferentes ecossistemas aquáticos, de águas superficiais e recursos hídricos subterrâneos. Entretanto, esta valoração é fundamental para definir inclusive os custos de preservação e da recuperação e como compreensão para antecipar impactos. É fundamental avaliar os custos dos impactos sobre o capital natural e os “serviços” proporcionados por este capital.

O futuro dos recursos hídricos

Recursos Hídricos representam um estoque de recursos fundamental para a manutenção da vida no planeta Terra e também para o funcionamento dos ciclos e funções naturais. Recursos Hídricos beneficiam direta ou indiretamente a população humana, principalmente se levarmos em conta os vários benefícios promovidos para o bem estar da população humana e para a sobrevivência de organismos.

Uma nova ética é necessária para enfrentar a escassez de recursos hídricos no futuro e para tratar este recurso como um componente fundamental dos ciclos do planeta Terra.

Além desta nova ética que compreende uma visão mais ampla do recurso, que inclui valores estéticos e culturais, é necessário um conjunto de alterações conceituais na gestão, como a descentralização da gestão, implantando os comitês de bacias hidrográficas, desenvolvendo mecanismos de integração institucional e ampliando a capacidade **preditiva** do sistema. A gestão ambiental e especialmente a gestão dos recursos hídricos no século 20 foi dirigida essencialmente para uma ação **setorial** (pesca, hidroeletricidade, navegação), em **nível local** (rio, lago, represa, água subterrânea) e de **resposta** a crises. No século 21 esta gestão deverá sofrer uma transição para uma gestão **integrada** (usos múltiplos), em nível de **ecossistema** (bacia hidrográfica) e **preditiva** (ou seja, capacidade de antecipação de problemas, desastres e impactos). Isto implica também em avanços tecnológicos essenciais: monitoramento avançado em tempo real, treinamento de gerentes de recursos hídricos com visão integrada e integradora, capacidade de análise ecológica e modelagem matemática e construção de cenários adequados com avaliação de tendências, impactos e análises de risco.

Acima de tudo, o futuro dos recursos hídricos depende de uma integração entre o **conhecimento** (diagnóstico, banco de dados, sistemas de informação) ou seja, dados biogeofísicos e a **sócio economia regional**, incluindo-se as tendências e a construção de cenários.

Para evitar desperdícios, economizar água, melhorar os custos do tratamento e desenvolver arcabouços legais e institucionais é necessário considerar o conjunto de recursos hídricos – águas continentais superficiais, águas subterrâneas, águas costeiras e sua sustentabilidade no espaço e tempo incluindo **valores estéticos, segurança coletiva, oportunidades culturais, segurança ambiental, oportunidades recreacionais, oportunidades educacionais, liberdade e segurança individual** [12, 19].

Bibliografia

1. I. A. Shiklomanov, “World fresh water resources”, in *Water in Crisis: A Guide to the World's Fresh Water Resources*, P. H. Gleick, ed. (Oxford University Press, New York. 13-24 p, 1993).
2. B. Braga, O. Rocha, J. G. Tundisi, Dams and the environment: the Brazilian experience, *Water Resources Development*, v. 14. 127-140 p (1998).

3. Agência Nacional das Águas – ANA, *A evolução da gestão dos recursos hídricos no Brasil*, Edição comemorativa do dia mundial das águas, 64 p (2002).
4. A. K. Biswas, Water resources in the 21st century, *Water International*, v. 16. 142-144 p (1991).
5. L. De Mare, “Resources – Needs- Problems: An assessment of the world water situation by 2000” Institute of technology/University of Lund, Sweden (1976).
6. M. Falkenmark, G. Lindh, “How can we cope with the water resources situation by the year 2050?”, *Ambio*, Vol. 3, Nos. 3-4. 114-122 p (1974a).
7. M. I. L’vovich, *World Water Resources and Their Future*. 1979 English translation, Raymond Nace (ed.), American Geophysical Union, Washington. D. C. (1974).
8. I. A. Shiklomanov, “Assessment of water resources and water availability in the world”, Report for the Comprehensive Assessment of the Freshwater Resources of the World, United Nations. Data archive on CD-ROM from the State Hydrological Institute, St. Petersburg, Russia (1998).
9. P. H. Gleick, *Water 2050: Moving Toward a Sustainable Vision for the Earth’s Fresh Water*. Working Paper of the Pacific Institute for Studies in Development, Environment, and Security, Oakland, California. Prepared for the Comprehensive Freshwater Assessment for the United Nations General Assembly and the Stockholm Environment Institute, Stockholm, Sweden (February) (1997).
10. P. Raskin, P. Gleick, P. Kirshen, G. Pontius, K. Strzepek, *Water Futures: Assessment of Long-Range and Problems*. Background Document for Chapter 3 of the Comprehensive Assessment of the Freshwater Resources of the World. Stockholm Environment Institute, Boston, Massachusetts (1997).
11. M. H. Glantz, Creeping environmental problems in the Aral Sea Basin, in *Central Eurasian water crisis: Caspian, Aral and Dead Seas water resources management and policy*, I. Kobori, M. Glantz, eds., UNU, Univ. Press. 25-52 p (1998).

12. J. G. Tundisi, *Água no século XXI: Enfrentando a escassez* (Editora RiMa, IIE, 248p, 2003).
13. The Joint Academies Committee on the México City Water Supply, *México city's water supply: improving the outlook for sustainability*. (Washington: National Academy Press, 107 p, 1995).
14. P. H. Gleick, *The World's Water 2000-2001. The Biennial Report on Freshwater Resources*. Island Press, 315p (2000).
15. Nações Unidas, *Registry of International Rivers. Prepared by the Centre for Natural Resources, Energy and Transport of the Department of Economic and Social Affairs*, (Pergamon Press, Oxford, United Kingdom, 1978).
16. A. T. Wolf, J. A. Natharius, J. J. Danielson, B. S. Eard, J. Pender, "International river basins of the world", *International Journal of Water Resources Development*, Vol. 15, No. 4 (December) (1999).
17. R. L. Guerrant, M. A. Souza, M. K. de Nations, *At the edge of development: health crisis in a transitional society* (Carolina Academic Press, 449p, 1996).
18. Constanza *et al.*, The value of the world's ecosystem services and natural capital, *Nature*, Vol. 387, 253-260 p (1997).
19. L. L. Klessig, *Lakes and society: the contribution of lakes to sustainable societies. Lakes and reservoirs, research and management*. V.6. 95-101 p (2001).