

Recursos hídricos no Brasil e no Mundo

José Antonio Tosta dos Reis
Departamento de Engenharia Ambiental
Universidade Federal do Espírito Santo



RECURSOS HÍDRICOS NO MUNDO



- Atualmente (?): 1 bilhão de pessoas sem suficiente disponibilidade de água para consumo doméstico (Population Reference Bureau, 1997)
- Em 30 anos: 5,5 bilhões de pessoas vivendo em áreas com moderada ou séria falta d'água (Population Reference Bureau, 1997)
- É previsto que a população mundial estabilize-se, por volta do ano 2050, entre 10 e 12 bilhões de habitantes (OMM/UNESCO, 1997).

5 BILHÕES A MAIS QUE A POPULAÇÃO ATUAL

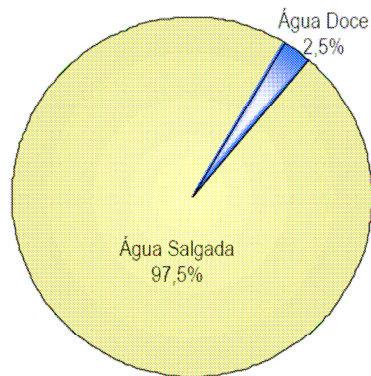
A quantidade de água disponível será aumentada?



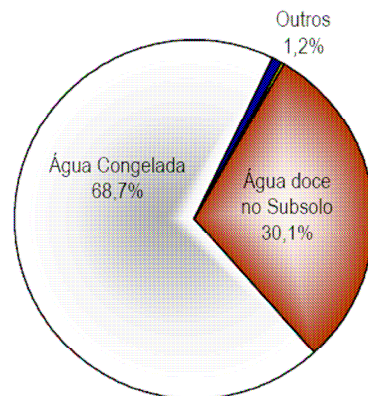
Distribuição da água na Terra (Shiklomanov, 1997).



Reservatório	Volume (10 ³ km ³)	% do Volume Total	% do Volume de Água Doce
Oceanos	1338000,0	96,5379	-
Subsolo:	23400,0	1,6883	-
Água doce	10530,0	0,7597	30,0607
Água salgada	12870,0	0,9286	-
Umidade do solo	16,5	0,0012	0,0471
Áreas congeladas:	24064,0	1,7362	68,6971
Antártida	21600,0	1,5585	61,6629
Groenlândia	2340,0	0,1688	6,6802
Ártico	83,5	0,0060	0,2384
Montanhas	40,6	0,0029	0,1159
Solos congelados	300,0	0,0216	0,8564
Lagos:	176,4	0,0127	-
Água doce	91,0	0,0066	0,2598
Água salgada	85,4	0,0062	-
Pântanos	11,5	0,0008	0,0328
Rios	2,1	0,0002	0,0061
Biomassa	1,1	0,0001	0,0032
Vapor d'água na atmosfera	12,9	0,0009	0,0368
Armazenamento total de água salgada	1350955,4	97,4726	-
Armazenamento total de água doce	35029,1	2,5274	100,0
Armazenamento total de água	1385984,5	100,0	-

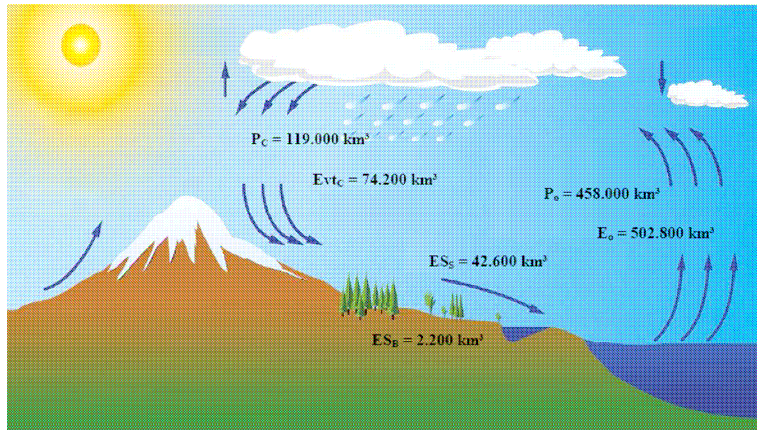


Total de água da Terra.



Distribuição da água doce na Terra.

- De um volume total de água da ordem de 1.386 milhões de km³, o que efetivamente está disponível ao uso humano é muito pouco (0,007%).

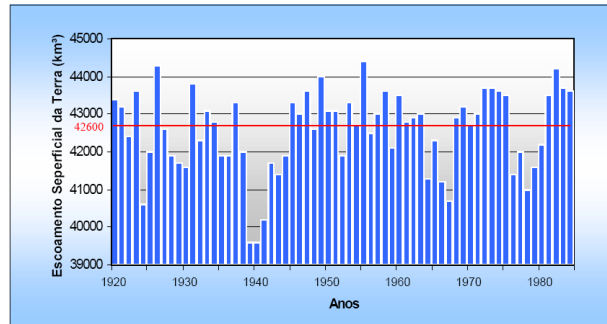


Ciclo hidrológico médio anual da Terra (Adaptado de Shiklomanov, 1998; In: Lima, 2000)



Reservatórios	Período médio de renovação
Oceanos	2.500 anos
Água subterrânea	1.400 anos
Umidade do solo	1 ano
Áreas permanentemente congeladas	9.700 anos
Geleiras em montanhas	1.600 anos
Solos congelados	10.000 anos
Lagos	17 anos
Pântanos	5 anos
Rios	16 dias
Biomassa	algumas horas
Vapor d'água na atmosfera	8 dias

- O ciclo hidrológico é um **sistema fechado**, responsável pelo movimento de enormes quantidades de água ao redor do mundo;
- Parte desse movimento é rápido: em média, uma gota de água permanece aproximadamente **16 dias em um rio** e cerca de **8 dias na atmosfera**;
- Parte é lenta, pois a água pode demorar **milhares de anos** para atravessar um **aquífero profundo**.

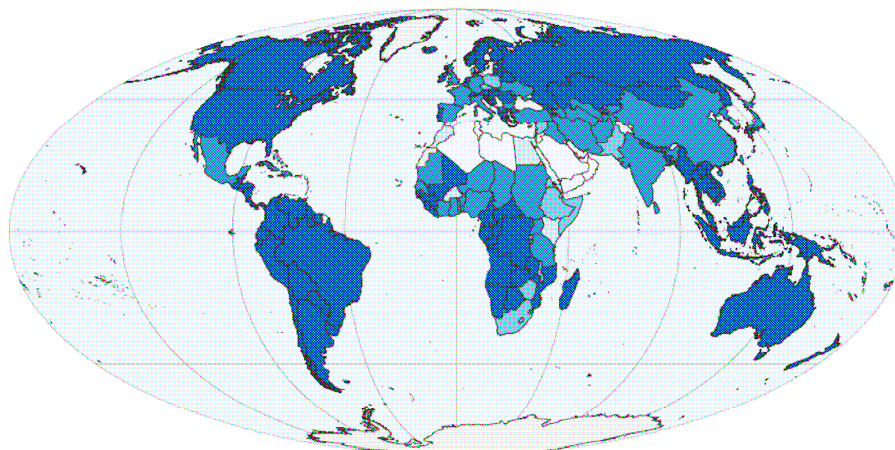


Varição do volume médio escoado em todos os rios do mundo (Shiklomanov, 1998; In: Lima, 2000).

- Demanda total de água no mundo no ano 2000: aproximadamente 3.940 km³.
Menos de 10% do volume total disponível.
- Em nível global, não há escassez hídrica
Distribuição espacial e temporal irregular dos recursos hídricos
- Algumas áreas sofrem permanentemente por falta d'água.

Total actual renewable water resources per inhabitant (m³/year)

Actual renewable surface water and groundwater resources per inhabitant (in 2005)



Legend

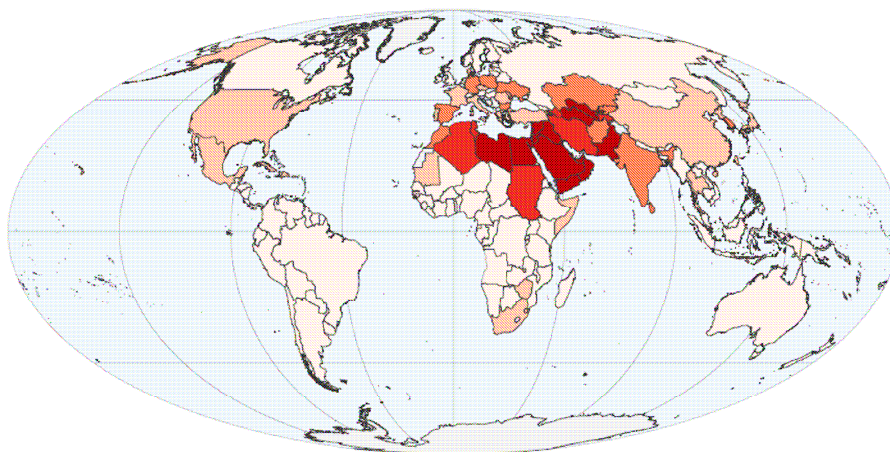
No Data < 500 500 - 1000 1000 - 1700 1700 - 5000 > 5000

FAO - AQUASTAT, 2007
Source: AQUASTAT
Projection: Mollweide

Disclaimer
The designations employed and the presentation of material in the map do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of FAO concerning the legal or constitutional status of any country, territory or sea area, or concerning the delimitation of frontiers.

Proportion of renewable water resources withdrawn (MDG Water Indicator)

Surface water and groundwater withdrawal as percentage of total actual renewable water resources (around 2001)



Legend

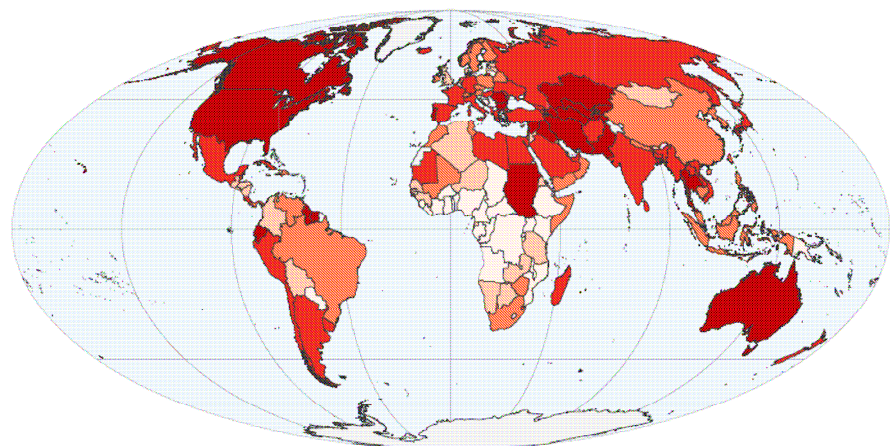
No data < 10 10 - 25 25 - 50 50 - 75 > 75 %

FAO - AQUASTAT, 2007
AQUASTAT
Projection: Mollweide

Disclaimer
The designations employed and the presentation of material in the map do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of FAO concerning the legal or constitutional status of any country, territory or sea area, or concerning the delimitation of frontiers.

Water withdrawal per inhabitant (m³/year)

Water withdrawn per inhabitant for agricultural, domestic and industrial purposes (around 2001)



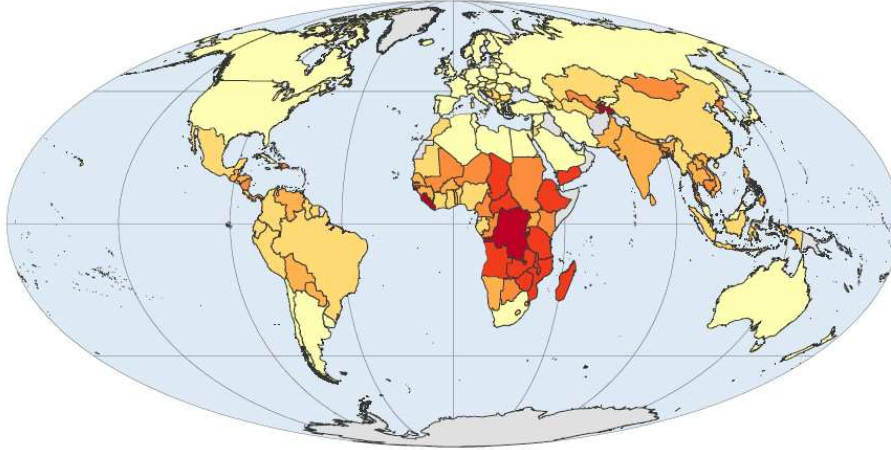
Legend

No Data < 100 100 - 250 250 - 500 500 - 1000 > 1000

FAO - AQUASTAT, 2007
Source: AQUASTAT
Projection: Mollweide

Disclaimer
The designations employed and the presentation of material in the map do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of FAO concerning the legal or constitutional status of any country, territory or sea area, or concerning the delimitation of frontiers.

Prevalence of undernourished people as a percentage of total population (2002 - 2004)



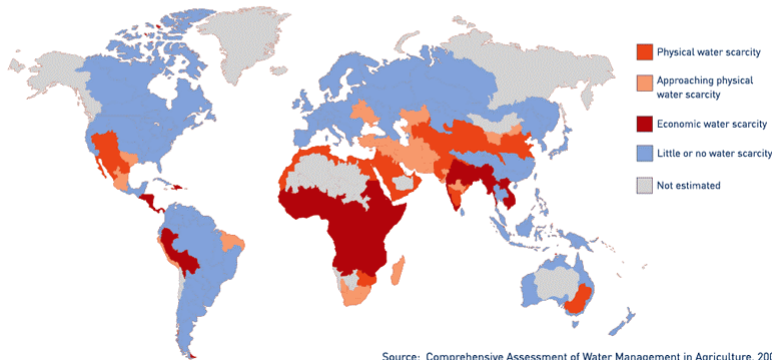
Legend



Disclaimer
The designations employed and the presentation of material in the map do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of FAO concerning the legal or constitutional status of any country, territory or sea area, or concerning the delimitation of frontiers.

AREAS OF PHYSICAL AND ECONOMIC WATER SCARCITY

- Physical water scarcity**
water resources development is approaching or has exceeded sustainable limits). More than 75% of the river flows are withdrawn for agriculture, industry, and domestic purposes (accounting for recycling of return flows). This definition—relating water availability to water demand—implies that dry areas are not necessarily water scarce.
- Approaching physical water scarcity.** More than 60% of river flows are withdrawn. These basins will experience physical water scarcity in the near future.
- Economic water scarcity** (human, institutional, and financial capital limit access to water even though water in nature is available locally to meet human demands). Water resources are abundant relative to water use, with less than 25% of water from rivers withdrawn for human purposes, but malnutrition exists.
- Little or no water scarcity.** Abundant water resources relative to use, with less than 25% of water from rivers withdrawn for human purposes.



Source: Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture, 2007

Disponibilidade hídrica em alguns países do mundo (Adaptado de Shiklomanov, 1998).

País	Área (10 ³ km ²)	População (10 ³ hab)	Volume disponível (km ³ /ano)			Disponibilidade hídrica	
			médio	máximo	mínimo	por área (m ³ /km ² ano)	per capita (m ³ /hab ano)
Austrália	7680	17900	352	701	228	45833,3	19664,80
Albânia	30	3410	18,6	42,9	13,1	620000,0	5454,55
Argélia	2380	27300	13,9			5840,3	509,16
Argentina	2780	34200	270	610	150	97122,3	7894,74
Bolívia	1100	7240	361	487	279	328181,8	49861,88
Brasil*	8512*	157070*	5745*	7640	5200	674918,9*	36575,46*
Burkina Faso	270	10000	14,7			54444,4	1470,00
Canadá	9980	29100	3290	3760	2910	329659,3	113058,42
Chile	760	14000	354			465789,5	25285,71
China	9600	1209000	2700	3930	1970	281250,0	2233,25
Colômbia	1140	34300	1200			1052631,6	34985,42
Congo	2340	42600	987	1328	786	421794,9	23169,01
Cuba	110	11000	84,5			768181,8	7681,82
Equador	280	11200	265			946428,6	23660,71
Espanha	510	39600	108	253	27,2	211764,7	2727,27
Estados Unidos	9360	261000	2810	3680	1960	300213,7	10766,28
França	550	57800	168	263	90,3	305454,5	2906,57
Gâmbia	10	1080	3,2			320000,0	2962,96
Guatemala	110	10300	116			1054545,5	11262,14
Honduras	110	5490	102			927272,7	18579,23
Índia	3270	919000	1456	1794	1065	445259,9	1584,33
Itália	300	57200	185			616666,7	3234,27
Jordânia	100	5200	0,96			9600,0	184,62
Jamaica	10	2430	8,3			830000,0	3415,64

Disponibilidade hídrica em alguns países do mundo (Adaptado de Shiklomanov, 1998).

País	Área (10 ³ km ²)	População (10 ³ hab)	Volume disponível (km ³ /ano)			Disponibilidade hídrica	
			médio	máximo	mínimo	por área (m ³ /km ² ano)	per capita (m ³ /hab ano)
Kasquistão	2720	17000	70,2	111	39,3	25808,8	4129,41
Libano	10	3060	2,8			280000,0	915,03
Líbia	1760	5220	5,29			3005,7	1013,41
Madagascar	590	14300	395			669491,5	27622,38
Mali	1240	10500	50			40322,6	4761,90
Mauritânia	1030	2220	0,4			388,3	180,18
México	1970	91900	347	645	229	176142,1	3775,84
Marrocos	447	26500	30			67114,1	1132,08
Nicarágua	130	4270	175			1346153,8	40983,61
Nigéria	920	109000	274	437	148	297826,1	2513,76
Nova Zelândia	270	3500	313	405	246	1159259,3	89428,57
Paquistão	810	137000	85	140	48	104938,3	620,44
Panamá	80	2580	144			1800000,0	55813,95
Peru	1280	23300	1100			859375,0	47210,30
Polónia	310	38300	49,5			159677,4	1292,43
Portugal	90	9830	18,5	157	15,2	205555,6	1881,99
Rússia	17080	148000	4059	4541	3533	237646,4	27425,68
Senegal	200	8100	17,4			87000,0	2148,15
Sudão	2510	27400	22			8764,9	802,92
Suriname	160	420	230			1437500,0	547619,05
Suécia	450	8740	164			364444,4	18764,30
Tailândia	510	58200	199			390196,1	3419,24
Tunísia	160	8730	3,52			22000,0	403,21
Uruguai	180	3170	68			377777,8	21451,10
Uzbequistão	450	20300	9,52	19,7	4,98	21155,6	168,97



- Escassez hídrica:

**Baixa disponibilidade de água na região em dado momento;
Uma excessiva demanda de utilização desses recursos.**

- O conceito de **estresse hídrico**:

Baseado nas necessidades mínimas de água per capita para manter uma qualidade de vida adequada em regiões moderadamente desenvolvidas situadas em zonas áridas.

- A definição baseia-se no pressuposto de que **100 litros diários (36,5 m³/ano)** representam o requisito mínimo para suprir as necessidades domésticas e manutenção de um nível adequado de saúde (Beekman, G.B, 1999).

- Países em desenvolvimento e relativamente eficientes no uso da água:

Requerem entre **5 a 20 vezes** o valor de 36,5 m³/hab.ano para satisfazer também às necessidades da agricultura, indústria, geração de energia e outros usos.



Patamares específicos de estresse hídrico (Beekman, 1999).

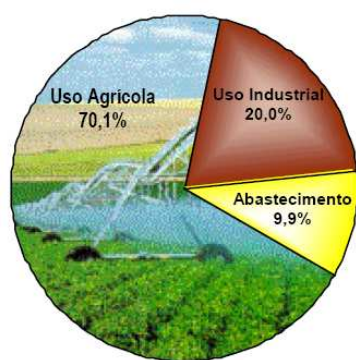
Volume disponível <i>per capita</i> m³/hab.ano	Situação
> 1.700	- Somente ocasionalmente tenderá a sofrer problemas de falta d'água.
1.000 - 1.700	- O estresse hídrico é periódico e regular.
500 - 1.000	1. A região está sob o regime de crônica escassez de água; - Nesses níveis, a limitação na disponibilidade começa a afetar o desenvolvimento econômico, o bem estar e a saúde.
< 500	- Considera-se que a situação corresponde a escassez absoluta.

Mauritânia, Jordão, Tunísia e Uzbequistão, com volumes abaixo de **500 m³/hab.ano**;

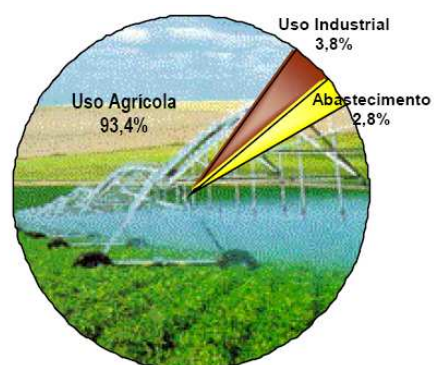
Argélia, Paquistão e Líbano, com disponibilidade hídrica entre **500 e 1.000 m³/hab.ano**.

Dinâmica do uso da água no mundo por setor (km³/ano) (Shiklomanov, 1997).

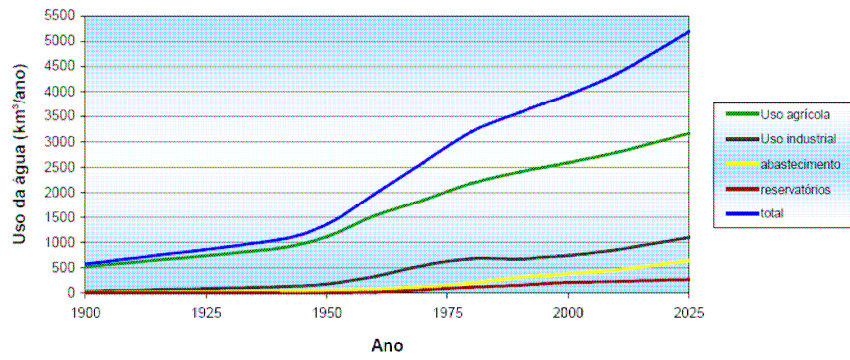
Setor	Calculado								Estimado		
	1900	1940	1950	1960	1970	1980	1990	1995	2000	2010	2025
População (milhões de hab.)			2493	2963	3527	4313	5176	5520	5964	6842	8284
Área Irrigada (milhões de ha)	47	76	101	142	173	200	243	254	264	288	329
Uso agrícola	525 *407	891 678	1124 856	1541 1183	1850 1405	2191 1698	2412 1907	2503 1952	2595 1996	2792 2133	3162 2377
Uso Industrial	38 *3	127 10	182 14	334 25	548 38	683 62	681 73	715 80	748 87	863 111	1106 146
Abastecimento	16 *4	37 9	53 14	83 20	130 29	208 42	321 53	354 57	386 62	464 68	645 81
Reservatórios	0.3	3.7	6.5	22.7	65.9	119	164	188	211	239	275
TOTAL	579 *415	1066 705	1365 894	1985 1250	2574 1539	3200 1921	3580 2196	3760 2275	3940 2354	4360 2550	5187 2879



Distribuição do volume total captado por setor



Distribuição do volume efetivamente consumido por setor



Evolução do volume de água utilizado por diversos setores ao longo dos anos (Shiklomanov, 1997).

RECURSOS HÍDRICOS NO BRASIL



Divisão Hidrográfica Nacional

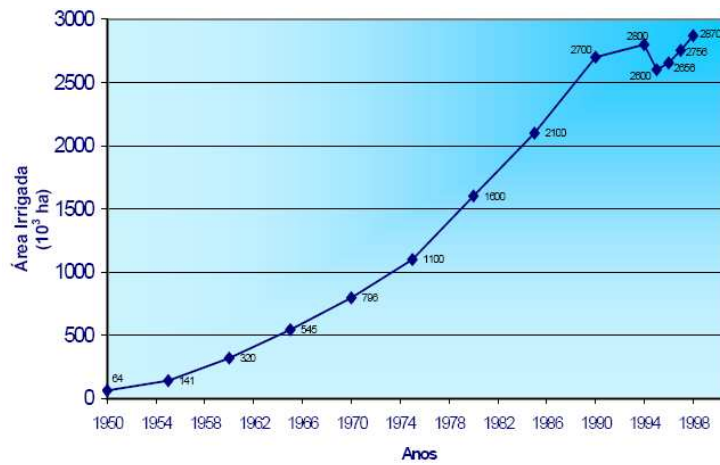
Disponibilidade hídrica e utilização dos recursos hídricos por estado brasileiro
(Adaptado de Rebouças, A.C. et al., 1999).

Estados	Potencial hídrico* (km ³ /ano)	População** (habitantes)	Densidade (hab/km ²)	Disponibilidade per Capita (m ³ /hab.ano)	Utilização total*** (m ³ /hab.ano)	Utilização no Estado (km ³ /ano)	Nível de Utilização (%)
Rondônia	150.2	1.229.306	5.81	122.183	44	0.054	0.04
Acre	154.0	483.593	3.02	318.450	95	0.046	0.03
Amazonas	1848.3	2.389.279	1.5	773.581	80	0.191	0.01
Roraima	372.3	247.131	1.21	1.506.488	92	0.023	0.01
Pará	1124.7	5.510.849	4.43	204.088	46	0.253	0.02
Amapá	196.0	379.459	2.33	516.525	69	0.026	0.01
Tocantins	122.8	1.048.642	3.66	117.104			
Maranhão	84.7	5.222.183	15.89	16.219	61	0.319	0.38
Piauí	24.8	2.673.085	10.92	9.278	101	0.270	1.09
Ceará	15.5	6.809.290	46.42	2.276	259	1.764	11.38
R.G.do Norte	4.3	2.558.660	49.15	1.681	207	0.530	12.32
Paraíba	4.6	3.305.616	59.58	1.392	172	0.569	12.36
Pernambuco	9.4	7.399.071	75.98	1.270	268	1.983	21.10
Alagoas	4.4	2.633.251	97.53	1.671	159	0.419	9.52
Sergipe	2.6	1.624.020	73.97	1.601	161	0.261	10.06
Bahia	35.9	12.541.675	22.6	2.862	173	2.170	6.04
M.Gerais	193.9	16.672.613	28.34	11.630	262	4.368	2.25
E.Santo	18.8	2.802.707	61.25	6.708	223	0.625	3.32
R.Janeiro	29.6	13.406.308	305.35	2.208	224	3.003	10.15
São Paulo	91.9	34.119.110	137.38	2.694	373	12.726	13.85
Paraná	113.4	9.003.804	43.92	12.595	189	1.702	1.50
Sta.Catarina	62.0	4.875.244	51.38	12.717	366	1.784	2.88
R.G.do Sul	190.0	9.634.688	34.31	19.720	1015	9.779	5.15
M.G.do Sul	69.7	1.927.834	5.42	36.155	174	0.335	0.48
M.Grosso	522.3	2.235.832	2.62	233.604	89	0.199	0.04
Goiás	283.9	4.514.967	12.81	62.880	177	0.799	0.28
D.Federal	2.8	1.821.946	303.85	1.537	150	0.273	9.76
BRASIL	5732.8	157.070.163	18.5	36.498	283.13	44.5	0.78



Situação dos estados brasileiros em pior situação quanto à disponibilidade de recursos hídricos por habitante (Lima, 2000).

Nº	Estado	Disponibilidade* per Capita (m ³ /hab.ano)	Situação**
1	Pernambuco	1.270	- O estresse hídrico é periódico e regular
2	Paraíba	1.392	
3	D. Federal	1.537	
4	Sergipe	1.601	
5	Alagoas	1.671	
6	R.G. do Norte	1.681	
7	Rio de Janeiro	2.208	
8	Ceará	2.276	- Somente ocasionalmente tenderá a sofrer problemas de falta d'água.
9	São Paulo	2.694	
10	Bahia	2.862	



Evolução das áreas irrigadas no Brasil (Christofidis, D., 1999; In: Lima et al., 1999).



Situação atual das captações de água doce no Brasil por setor (Lima, 2000).

Setor	Volume captado (km ³ /ano)	%
Agrícola*	33,8	72,5
Abastecimento**	8,4	18,0
Industrial**	4,4	9,5
TOTAL	46,6	100,0

