

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas
NEAS - Núcleo de Engenharia de Água e Solo
Campus Universitário de Cruz das Almas, Bahia

Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias
Mestrado e Doutorado

Área de Concentração

Agricultura Irrigada e Sustentabilidade de Projetos
Hidroagrícolas



Aureo S. de Oliveira

BSc, Universidade Federal da Bahia, 1988

MSc, Universidade Federal do Ceará, 1991

PhD, Universidade do Arizona, 1998

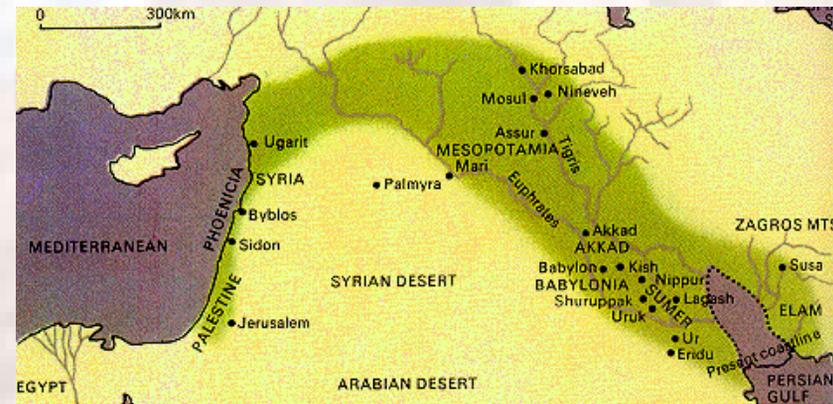
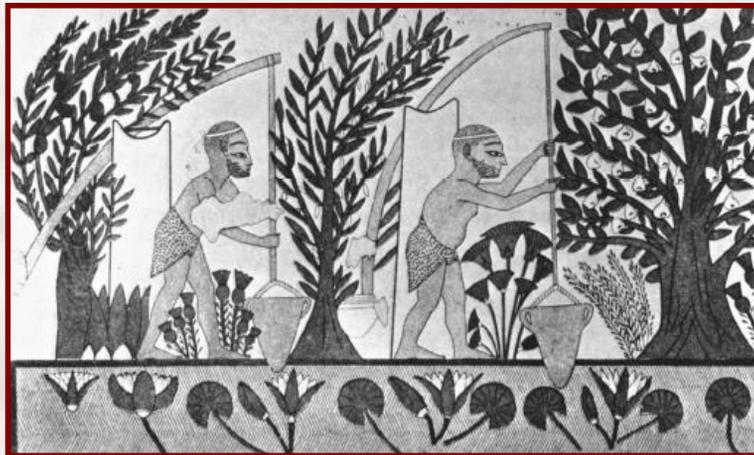
Ementa

Importância da irrigação e drenagem. História e desenvolvimento da irrigação e drenagem: Mundo, Brasil, Bahia. Métodos e sistemas de irrigação: tipos e características. A água no sistema solo-planta-atmosfera. Evapotranspiração. Princípios de salinidade do solo e qualidade da água para irrigação. Fundamentos do manejo da água de irrigação: métodos e instrumentos. Eficiência do uso da água. Métodos e sistemas de drenagem: tipos e características. A agricultura irrigada no contexto dos usos múltiplos da água: outorga e conflitos.

Desenvolvimento da Irrigação no Mundo

Aspectos Históricos

- ❖ 4.000 AC surge a prática da irrigação: habitantes da Mesopotâmia (Sumérios) abriam canais de terra e derivaram água do rio Eufrates para os seus campos;



- A irrigação transformou o uso da terra tanto quanto a sociedade como nenhuma outra atividade até então, pois garantiu os suprimentos de alimentos, frequentemente tão abundantes que muitas pessoas puderam desenvolver atividades não-agrícolas.

Desenvolvimento da Irrigação no Mundo

Aspectos Históricos

- Com o tempo, à medida que o leque de atividades não-agrícolas se expandia, a população destas civilizações iniciais aumentaram, o que levou ao aparecimento das primeiras cidades, propriamente ditas.



- Na mesma região, aos Sumérios sucederam-se outras civilizações baseadas na irrigação, a exemplo dos babilônios, cujo código de leis (Código de Hamurabi) mencionava aspectos relacionados à irrigação.

Aspectos Históricos



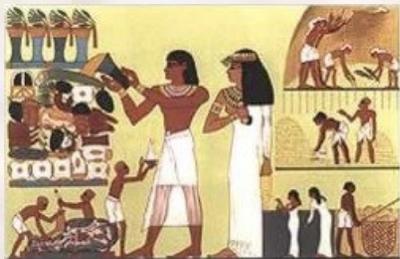
- Evidências arqueológicas indicam que por volta de 2400 A.C., a salinização do solo havia alcançado níveis críticos. Com o tempo o trigo (principal cultura, mas pouco tolerante) é substituída pela aveia. Por volta de 1700 A.C. o trigo já não era mais cultivado. Declínio também na produção de aveia.

- Em outras partes do mundo, civilizações antigas dependentes da irrigação surgiram no vale do rio Indus (Paquistão) – 3500 A.C.; na bacia do rio Amarelo (China) – 2000 A.C.; e no vale do rio Nilo (Egito) – 3000 A.C.



Aspectos Históricos

➤ No antigo Egito, o ritmo natural do rio Nilo era dominado por uma enchente anual, relativamente benigna e previsível. O nível do rio, ao sul do Egito se elevava no início de julho, e alcançava o estágio de inundação nas proximidades de Aswan na metade de agosto. A inundação progredia em direção ao norte e alcançava a extremidade mais ao norte do vale lá pelo final de setembro.



➤ No pico da inundação, o nível do rio subia 1,5 m acima do normal, cobrindo a planície. No final de novembro a maior parte do vale já estava drenado. Fazendeiros egípcios, dispunham, então, de campos úmidos e fertilizados pelos ricos sedimentos trazidos da Etiópia e depositados em toda a extensão da planície. As culturas eram semeadas no inverno e colhidas na primavera, exatamente quando o ciclo estava prestes a recomeçar.

➤ Os egípcios antigos não enfrentaram problemas de salinização do solo, como ocorreu com outras civilizações mais ao leste. Sem evidências de leis sobre o uso da água/irrigação.



➤ No ocidente, vilas antigas surgiram na América Central, 2000 A.C. quando a produtividade de milho domesticado alcançou níveis que podiam suportar comunidades estáveis. Em torno de 300 A.C., canais foram usados para irrigação através do vale Tehuacan, a sudeste da Cidade do México.

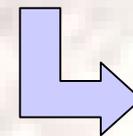
➤ Ao longo da costa Peruana, uma cultura irrigada podia ser cultivada durante 4 meses deixando tempo livre para construção de pirâmides e templos e desenvolvimento de roupas, cerâmicas e artesanatos.

Aspectos Históricos

➤ A civilização Hohokam, na América do Norte, se manteve por mais de 1000 anos ao longo dos rios Gila e Salt no centro-sul do Arizona, desaparecendo repentinamente em torno de 1400 D.C., provavelmente devido a intensas secas. Escavações arqueológicas já encontraram mais de 500 km de canais de irrigação, com muitos deles em redes.



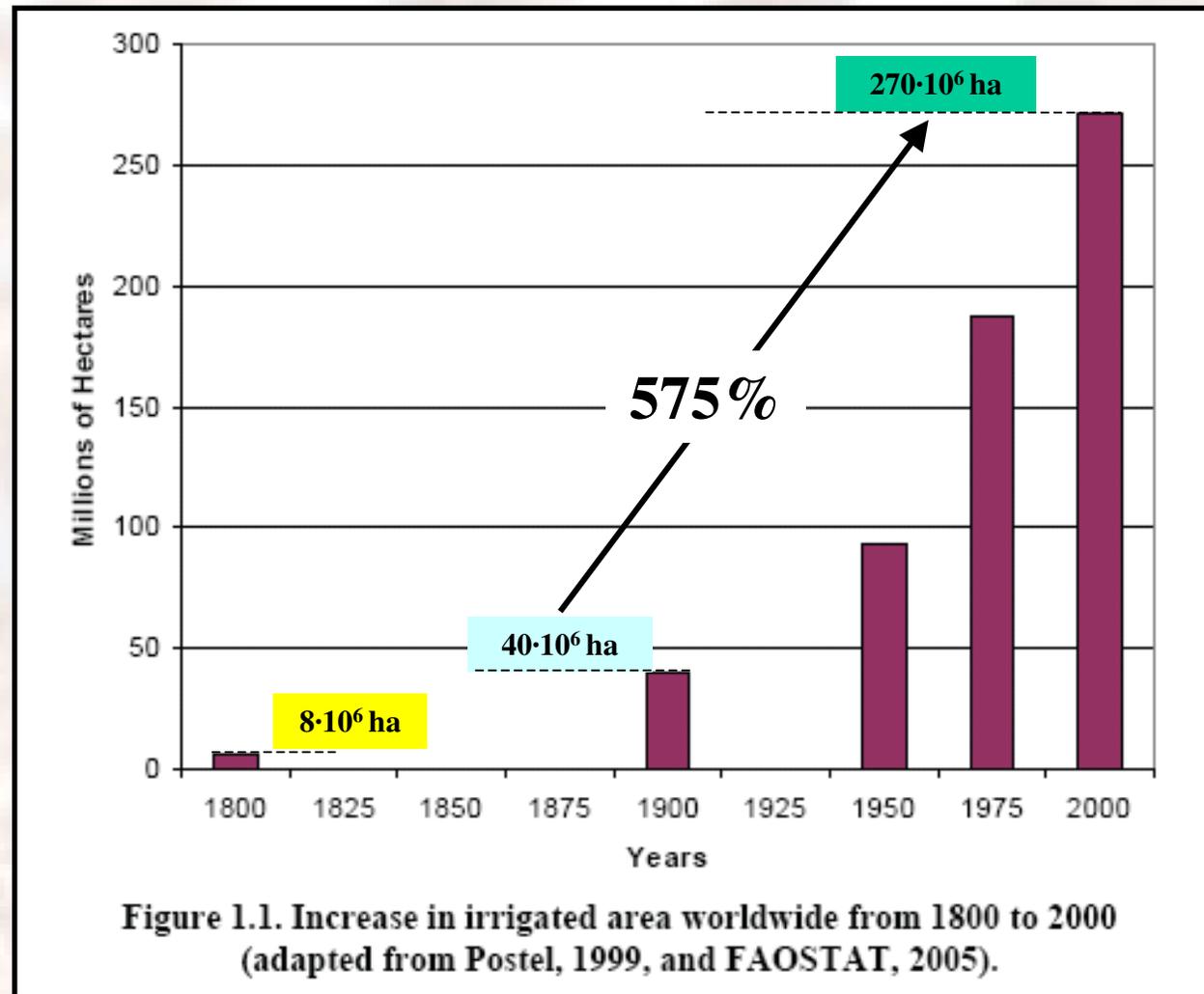
➤ No século 16, Leonardo da Vinci lançou as bases da hidrologia e manejo de rios, ao realizar estudos sobre a bacia hidrológica de Amo, no norte da Itália. Centenas de anos se passaram antes que o desenvolvimento dos princípios da hidráulica e das tecnologias de controle da água, transformassem em ciência a arte da irrigação.



Desenvolvimento da Irrigação no Mundo

Desenvolvimentos Recentes e Tendências

As áreas irrigadas correspondem, atualmente, a 20% do total cultivado, mas respondem por aproximadamente 40% da produção mundial de alimentos e fibras.



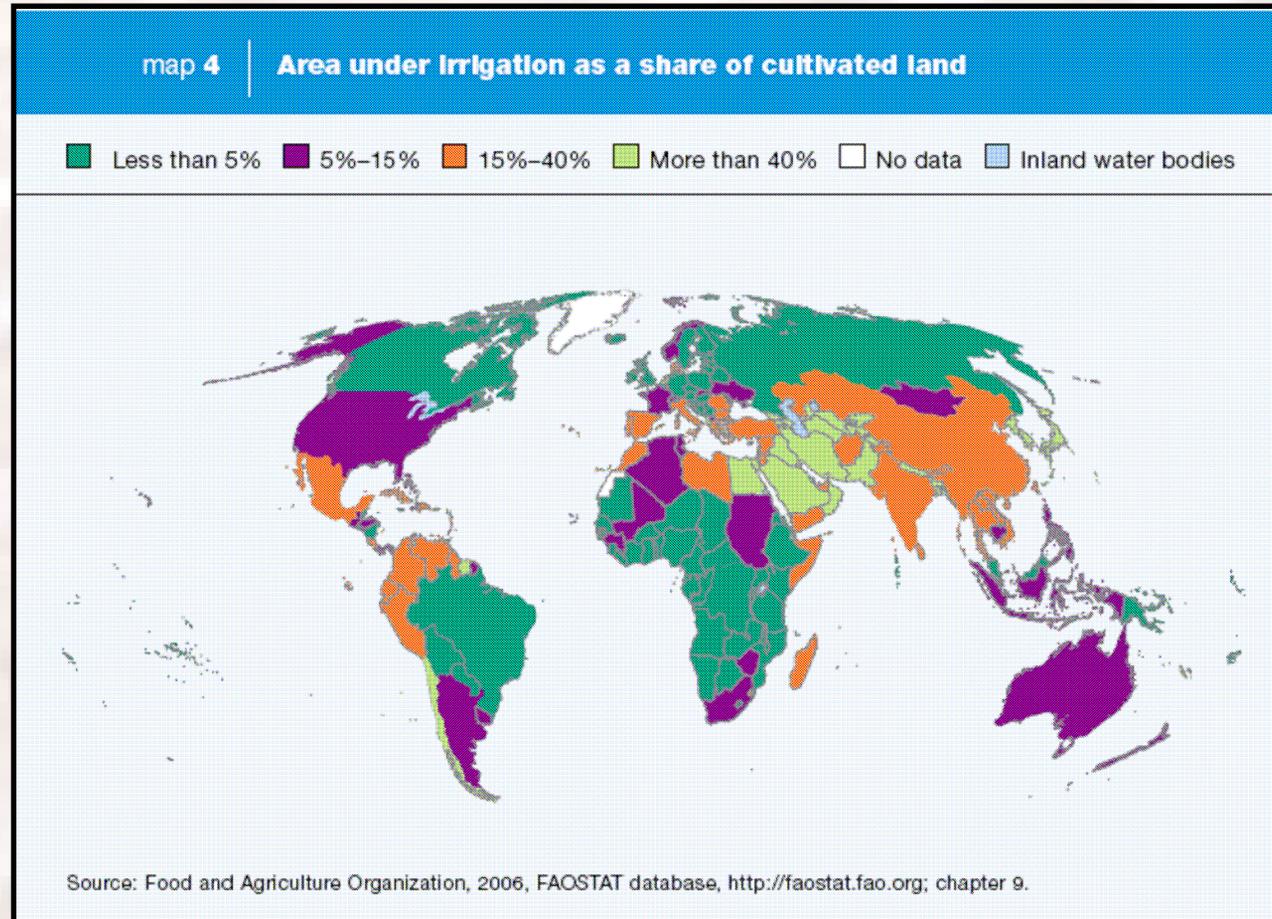
Desenvolvimentos Recentes e Tendências

Atualmente, Índia e China, com aproximadamente $55 \cdot 10^6$ ha irrigados, em média cada uma, juntas respondem por 40% do total de área irrigada no mundo.

Table 1.1. Irrigated areas in the top 25 countries, by continents, and in the world in 2002 (adapted from FAOSTAT, 2005). These totals are estimates because definitions of irrigated land vary by country.

Region of the World	Arable Land	
	Irrigated (percent)	Irrigated Area (million hectares)
Country		
Egypt	100	3.4
Uzbekistan	96	4.3
Pakistan	83	17.9
Iraq	60	3.5
Japan	59	2.6
Bangladesh	58	4.6
Iran	50	7.5
Viet Nam	45	3.0
China	38	54.9
India	35	57.2
Italy	34	2.8
Romania	33	3.1
Thailand	31	5.0
Afghanistan	30	2.4
Spain	28	3.8
Mexico	25	6.3
Indonesia	23	4.8
Turkey	20	5.2
France	14	2.6
United States	13	22.5
Kazakhstan	11	2.4
Ukraine	7	2.3
Brazil	5	2.9
Australia	5	2.5
Russia	4	4.6
Continent		
Asia	38	193.9
North & Central America	12	31.4
Europe	9	25.2
South America	9	10.5
Africa	7	12.9
Oceania	6	2.8
World	20	276.7

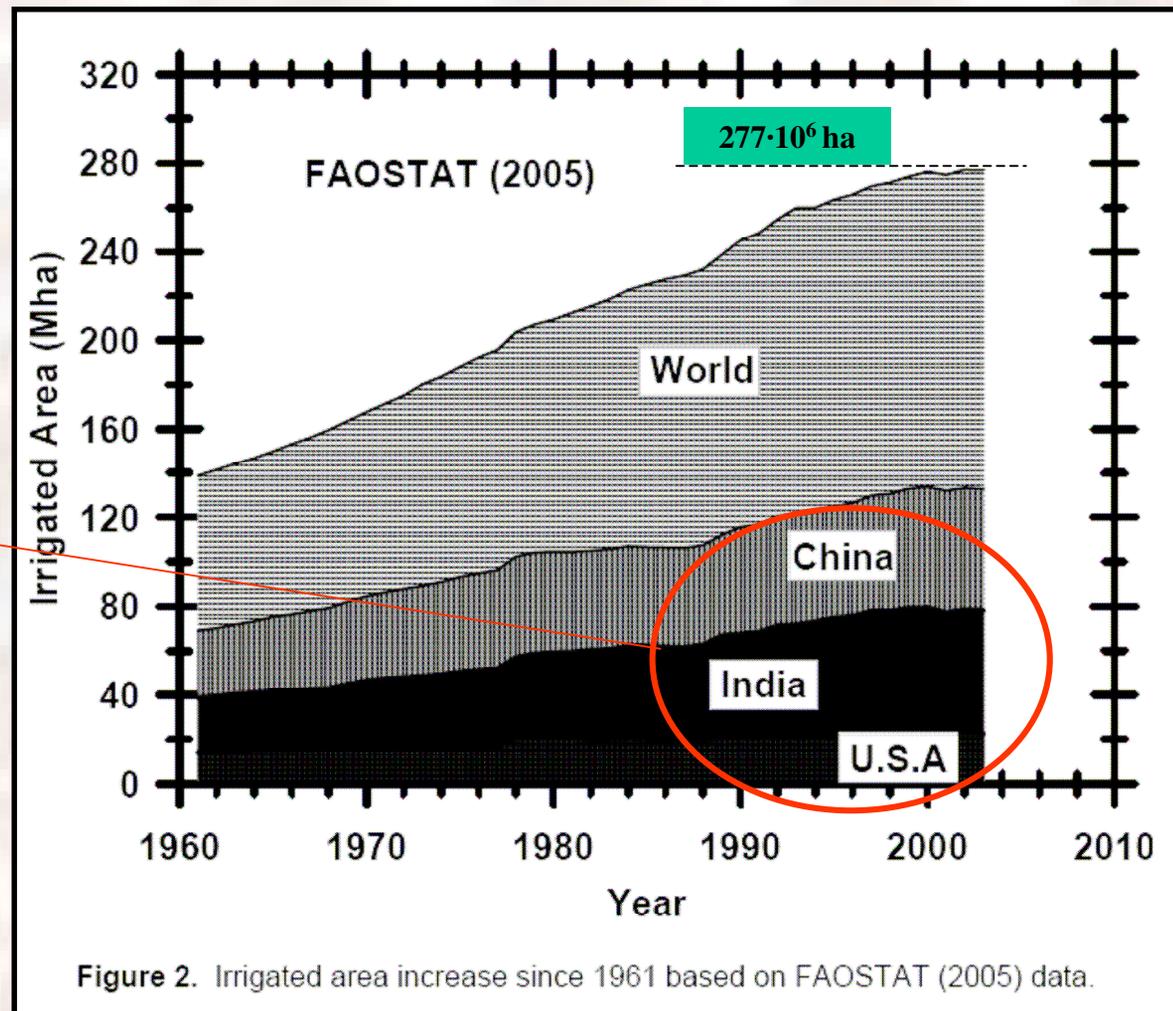
Desenvolvimentos Recentes e Tendências



Área irrigada em relação a área cultivada.

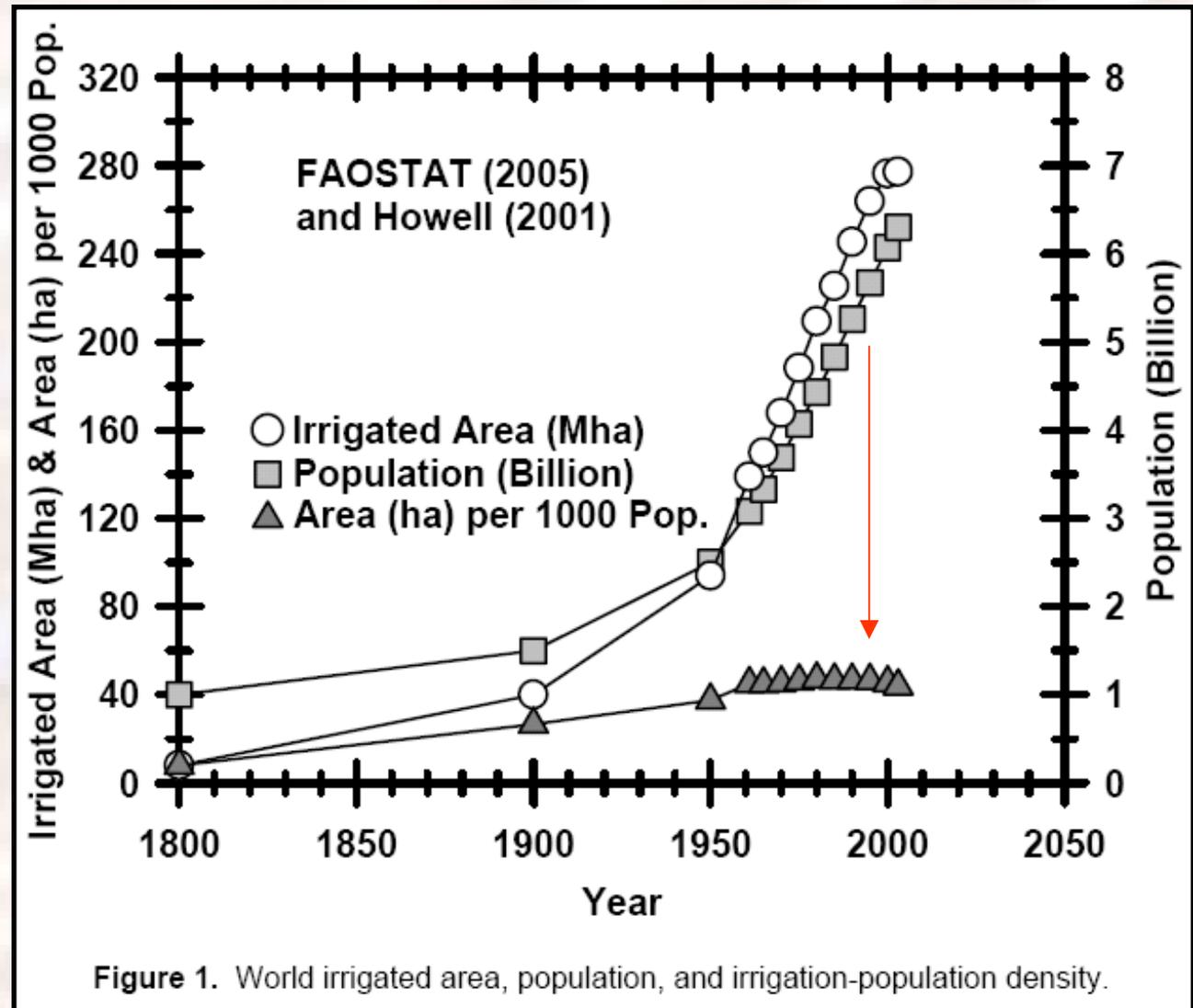
Fonte: CAWMA. Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture. 2007. *Water for Food, Water for Life: A Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture*. London: Earthscan, and Colombo: International Water Management Institute.

48% de toda
área irrigada
no mundo.



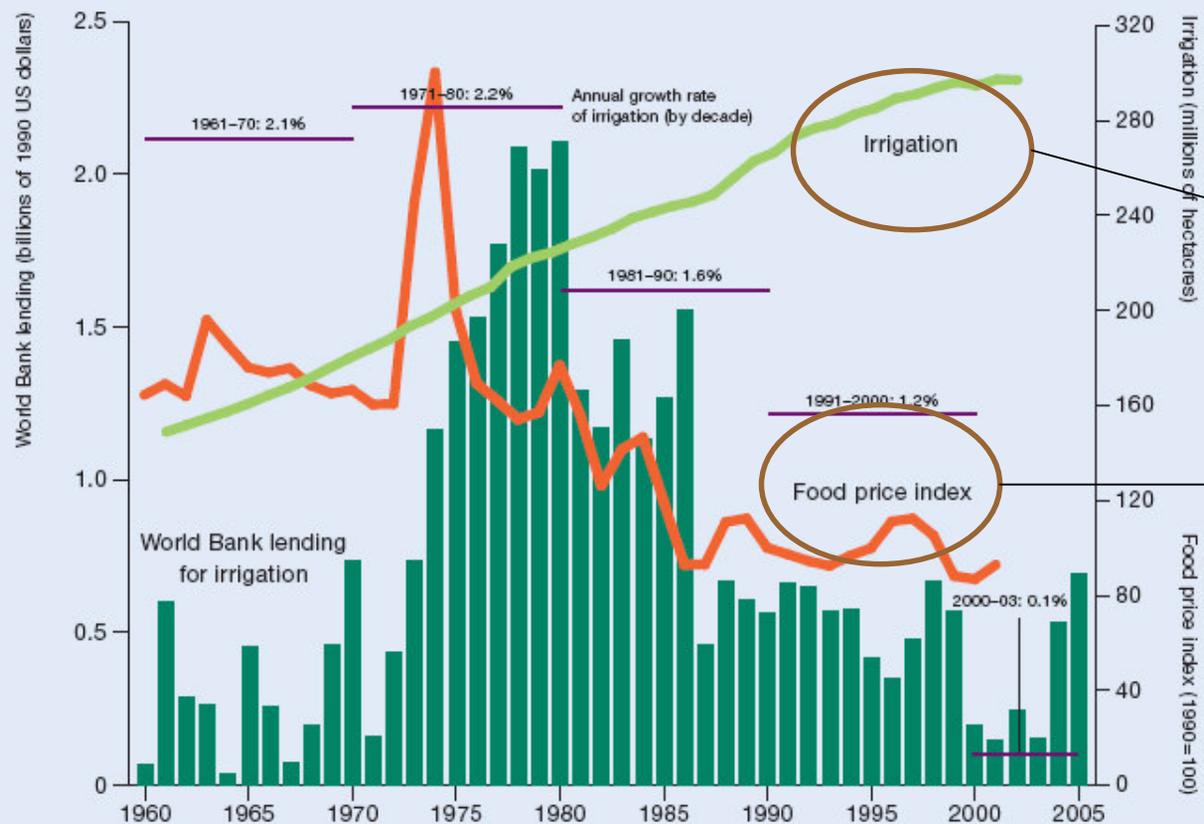


A população mundial cresce à taxa de 80 a 85 milhões de pessoas por ano. Em 2050 poderá chegar a 7,3-10,7 bilhões se a taxa de fertilidade cair e a 14,4 bilhões com a atual taxa de crescimento.



Desenvolvimentos Recentes e Tendências

figure 1 | Irrigation expanding, food prices falling



Qual a relação entre a expansão da irrigação e o preço dos alimentos?

Fonte: CAWMA. Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture. 2007. *Water for Food, Water for Life: A Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture*. London: Eathscan, and Colombo: International Water Management Institute.

Desenvolvimentos Recentes e Tendências

➤ Avanços na segunda metade do século 20:

(a) grandes investimentos governamentais;

(b) significativo suporte financeiro de agências internacionais;

Consequências: Surgimento de projetos de irrigação de grande porte (grandes perímetros irrigados) em muitos países, incluindo o Brasil.

(c) difusão de modernas tecnologias de bombeamento de água.

Consequências: Proliferação de poços tanto públicos quanto privados, para exploração da água subterrânea.



Desenvolvimentos Recentes e Tendências

😊 Na Ásia Central (partes da Rússia, Ucrânia, etc.) a derivação de água para irrigação de rios que desaguavam no mar Aral, tornou a região uma importante produtora de algodão.

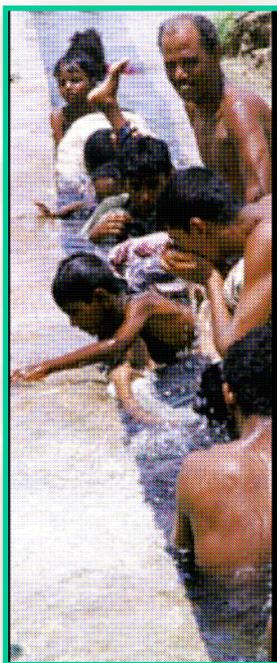
☹️ Contudo, o mar de Aral é hoje uma pequena fração do seu tamanho original, graças ao declínio da vazão de recarga devido ao excessivo uso de água a montante, destinada à irrigação.



☹️ **Dilema:** enquanto projetos de irrigação em grande escala no sudeste da Europa protegem aquela importante região produtora de grãos dos efeitos das secas, tem havido, no entanto, sérios prejuízos aos ecossistemas naturais.

Desenvolvimentos Recentes e Tendências

- ✓ Escassez crônica de água já ocorre ou espera-se ocorrer nas seguintes regiões: grande parte da África e Oriente Médio; nordeste da China; antiga União Soviética e repúblicas da Ásia Central; partes da Índia e México; oeste e sudoeste dos Estados Unidos; e nordeste do Brasil.



👉 Uma região é considerada “water stressed” quando seus suprimentos renováveis de água caem abaixo de 1700 m³ per capita. Abaixo deste nível, torna-se difícil para uma nação/região mobilizar água suficiente para satisfazer todas as necessidades da população em termos de produção de alimentos, uso doméstico e industrial.



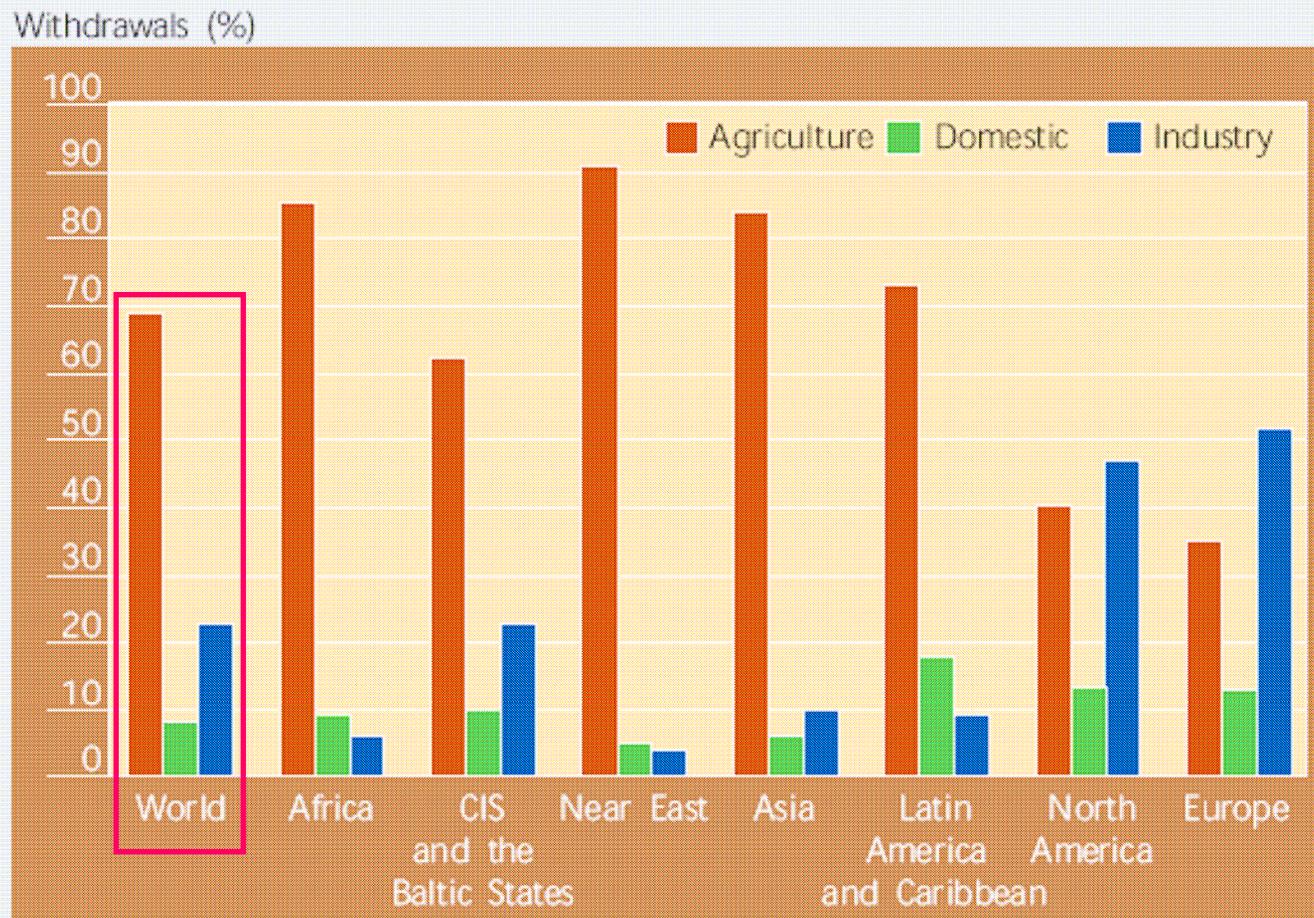
Exemplo

1000 ton de água → 1 ton de grãos

Desenvolvimentos Recentes e Tendências

Figure 2 Water withdrawals by region and by sector

Source: *Crops and drops*. FAO, 2002



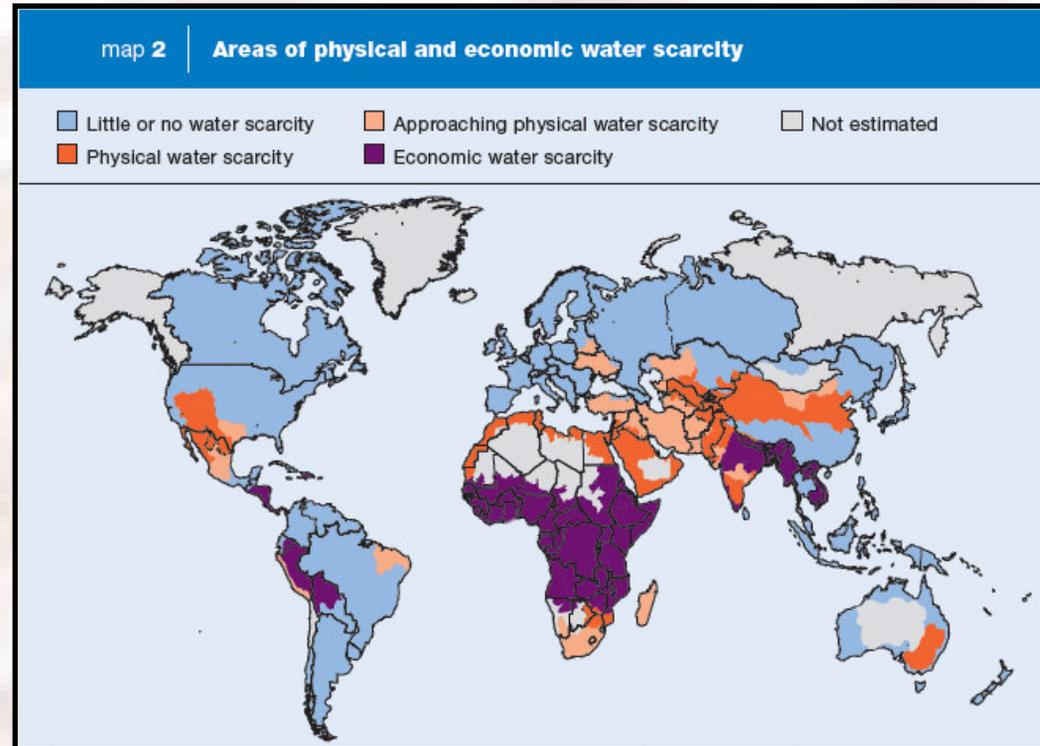
Competição pela água por diferentes setores em diferentes continentes.

Desenvolvimentos Recentes e Tendências

😊 Pouca ou nenhuma escassez de água.

Recursos hídricos abundantes relativamente ao uso! Menos de 25% da água para uso humano (agricultura, indústria, abastecimento doméstico) é retirada dos rios.

☹ Escassez física de água.



Escassez física vs. escassez econômica da água em diferentes partes do mundo.

O uso da água aproxima-se ou excede limites sustentáveis. Mais de 75% das vazões dos rios são derivadas para uso humano.

👉 Aproximando-se da escassez física de água.

Mais de 60% das vazões dos rios são derivadas para uso humano. As bacias tendem a apresentar escassez física num futuro próximo.

O capital humano, institucional e financeiro limitam o acesso à água embora haja água disponível localmente para atendimento das necessidades humanas.

? Escassez econômica de água.

Desenvolvimentos Recentes e Tendências

Taxa de crescimento da irrigação, verificada na última metade do século XX

> 3%



Diminuição dos suprimentos de água e acirramento da competição entre setores usuários da água



Taxa de crescimento da irrigação, esperada até o ano 2025

< 1%

Irrigação no Brasil, Nordeste e Bahia

Área irrigada (ha) por método/sistema de irrigação: regiões geopolíticas e Brasil (2003/2004)

Fonte: CHRISTOFIDIS (2007)

REGIÃO	METODO/SISTEMA DE IRRIGAÇÃO				TOTAL
	SUPERFÍCIE	ASP. CONV.	PIVO CENTRAL	LOCALIZADA	
Norte	84.005	9.125	2.000	4.550	99.680
Nordeste	207.359	238.223	110.503	176.755	732.840
Centro-Oeste	63.700	35.060	193.880	25.570	318.210
Sudeste	219.330	285.910	366.630	116.210	988.080
Sul	1.155.440	94.010	37.540	14.670	1.301.660
Brasil	1.729.834	662.328	710.553	337.755	3.440.470

2,90%

21,30%

9,25%

28,72%

37,84%

50,28%

19,25%

20,65%

9,82%



Irrigação no Brasil, Nordeste e Bahia



Área irrigada (ha) por método/sistema de irrigação: estados do Nordeste/Semi-Árido em 2003/2004. Fonte: CHRISTOFIDIS (2007)

ESTADO	MÉTODO/SISTEMA DE IRRIGAÇÃO				TOTAL
	SUPERFÍCIE	ASP. CONV.	PIVÔ CENTRAL	LOCALIZADA	
Maranhão	24.240	12.010	3.630	8.360	48.240
Piauí	10.360	7.360	880	8.180	26.780
Ceará	34.038	18.238	2.513	21.351	76.140
RG Norte	220	2.850	1.160	13.990	18.220
Paraíba	30.016	8.420	1.980	8.184	48.600
Pernambuco	31.640	44.200	9.820	12.820	98.480
Alagoas	7.140	58.500	6.060	3.380	75.080
Sergipe	30.445	8.825	310	9.390	48.970
Bahia	39.260	77.820	84.150	91.100	292.230
Nordeste	207.359	238.223	110.503	176.755	732.840

2,48%

39,87%

28,29%

32,51%

15,08%

24,12%

Irrigação no Brasil, Nordeste e Bahia

Evolução da área irrigada (ha) no Brasil, por região, no período de 1996 a 2004.

Fonte: LIMA et al. (2000); CHRISTOFIDIS (2007)

REGIÃO	PERÍODO				Variação (%)
	1996	1997	1998	2003/2004	
Norte	78.360	81.850	86.660	99.680	27,21
Nordeste	428.460	445.820	495.370	732.840	71,04
Centro-Oeste	190.140	187.290	201.760	318.210	67,36
Sudeste	821.520	863.816	890.974	988.080	20,27
Sul	1.147.800	1.167.168	1.195.440	1.301.660	13,40
Brasil	2.656.280	2.755.944	2.870.204	3.440.470	29,52

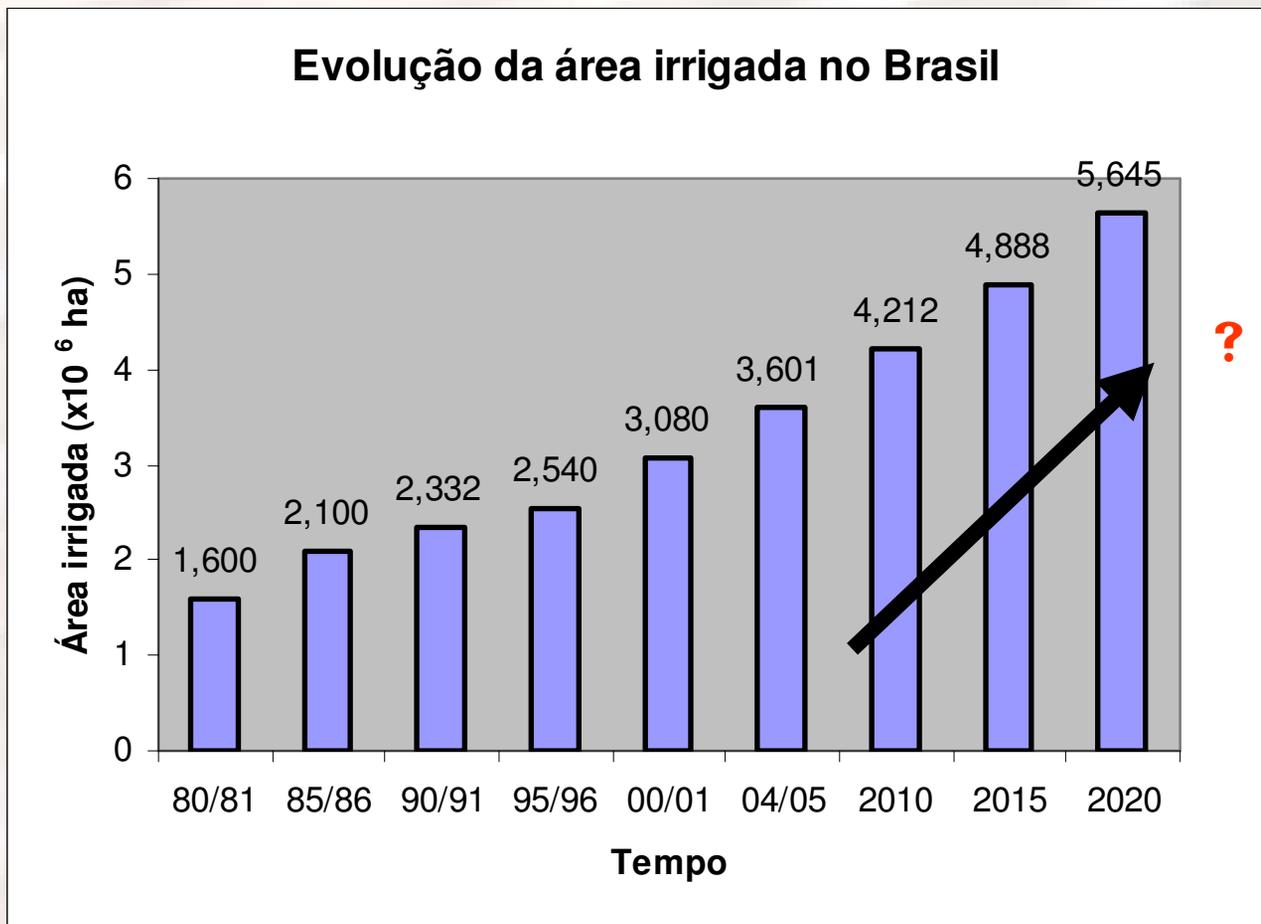


Irrigação no Brasil, Nordeste e Bahia

Evolução da área irrigada (ha) no Brasil, por região e sistema de irrigação, no período de 1998 a 2004.
 Fonte: LIMA et al. (2000); CHRISTOFIDIS (2007)

REGIÃO	METODO/SISTEMA DE IRRIGAÇÃO E PERIODO											
	Superfície			Aspersão Convencional			Pivô Central			Localizada		
	1998	2004	Δ (%)	1998	2004	Δ (%)	1998	2004	Δ (%)	1998	2004	Δ (%)
Norte	82.070	84.005	2,36	3.530	9.125	158,50	390	2.000	412,82	670	4.550	579,10
Nordeste	164.711	207.359	25,89	168.146	238.223	41,68	83.762	110.503	31,92	78.751	176.755	124,44
Centro-Oeste	57.460	63.700	10,86	39.582	35.060	-11,42	95.310	193.880	103,42	9.408	25.570	171,79
Sudeste	237.150	219.330	-7,51	239.916	285.910	19,25	348.854	366.630	5,09	65.054	116.210	78,63
Sul	1.094.720	1.155.440	5,55	53.220	94.010	76,64	20.970	37.540	79,02	26.530	14.670	44,70
Brasil	1.636.111	1.729.834	5,67	504.394	662.328	31,31	549.286	710.553	29,36	180.413	337.755	87,21

Irrigação no Brasil, Nordeste e Bahia



Evolução da área irrigada no Brasil, com projeção até o ano 2020. (Fonte: CHRISTOFIDIS, 2007).

Irrigação no Brasil, Nordeste e Bahia

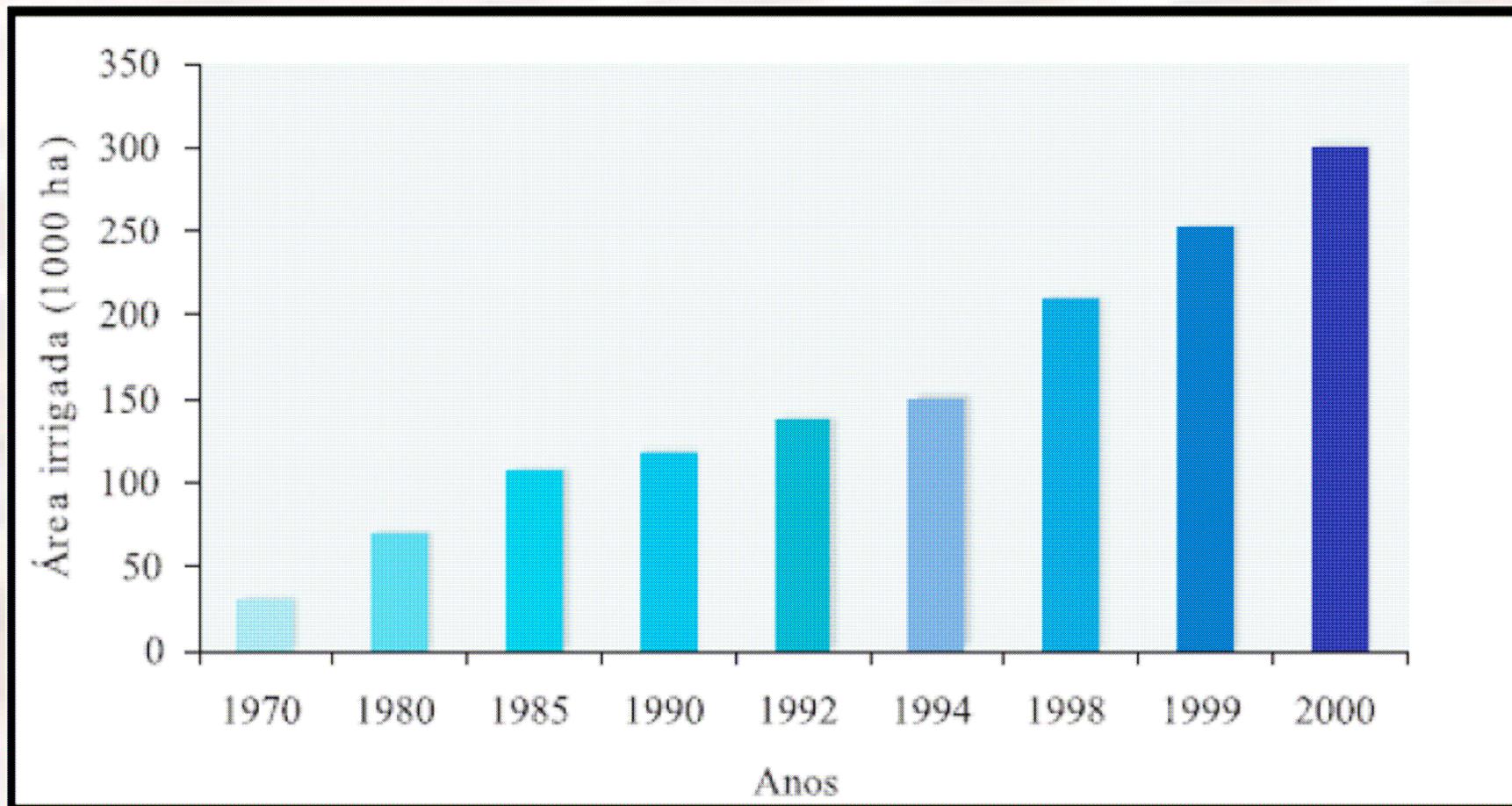
Demanda anual média para irrigação: por região (1998 e 2003).

Fonte: CHRISTOFIDIS (2007)

REGIÃO	Ano 1998		Ano 2003 (E)	
	Captação	Na parcela	Captação	Na Parcela
Norte	9.567	5.323	9.330	5.310
Nordeste	16.381	10.780	15.810	10.670
Centro-Oeste	7.941	5.222	7.700	5.210
Sudeste	10.659	6.985	10.260	6.960
Sul	11.457	7.128	11.250	7.110
Brasil	11.758	7.330	11.430	7.310

(E) Valores estimados por Christofidis (2005)

Irrigação no Brasil, Nordeste e Bahia

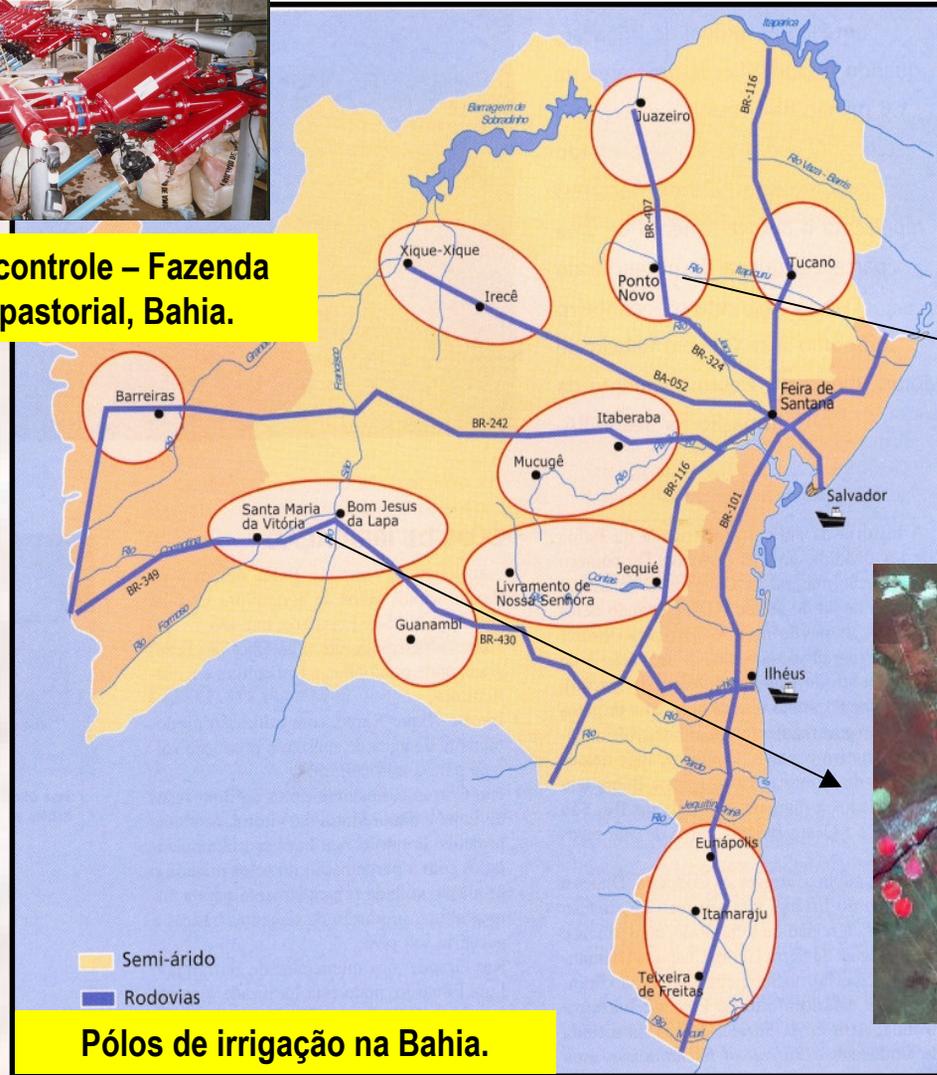


Crescimento da área irrigada no Estado da Bahia. (Fonte: PAZ et al. 2003).

Irrigação no Brasil, Nordeste e Bahia



Cabeçal de controle – Fazenda Iaçú Agropastorial, Bahia.



Pólos de irrigação na Bahia.



Projeto de Irrigação de Ponto Novo.



Fazenda Busato e Projeto de Irrigação Formoso, Bom Jesus da Lapa.

Importância da Irrigação

Objetivo(s) Central(is)

Suprir a demanda hídrica das culturas

Produção de alimentos e fibras – consumo ‘in natura’ e indústria

Importância da Irrigação

Objetivo Secundários

- ✓ Contornar as limitações ambientais – ausência de chuvas suficientes para atender as necessidades hídricas da cultura
- ✓ Incorporação de novas áreas
- ✓ Aumentar a produtividade das culturas
- ✓ Estabilizar a produção agrícola
- ✓ Agregar valor ao produto – quantidade e qualidade

Drenagem: conceito e importância

Drenagem : processo de remoção da água superficial ou subsuperficial de um solo ou área.



Área cultivada com problema de drenagem natural.



Área cultivada com drenagem artificial.

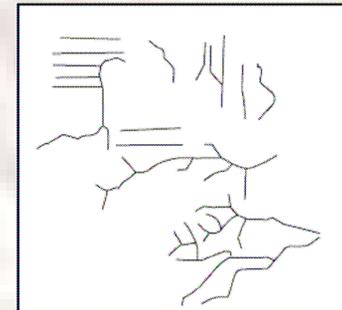


Drenagem artificial deficiente.

Importância da Drenagem

Benefícios diretos da drenagem de áreas agrícolas

- 👍 Aeração do perfil do solo → desenvolvimento radicular e atividade microbiana;
- 😊 Produtividade das culturas – ganhos de qualidade e quantidade;
- 👍 Melhoria das condições para aplicação de resíduos orgânicos;
- 😊 Controle do excesso de salinidade na zona radicular;
- 😊 Trafegabilidade necessária às operações na fazenda.
- 👉 Manutenção de áreas naturalmente inundadas (wetlands) – preservação da fauna e flora.



Referências Bibliográficas

CAWMA. Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture. Water For Food, Water For Life: A Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture. London: EarthScan, and Colombo: International Water Management Institute. 2007.

CHRISTOFIDIS. D. Agricultura irrigada sustentável no Semi-Árido e no Rio Grande do Norte. Brasília, *Irrigação e Tecnologia Moderna*, n. 74/75, p. 62-67.

HOWELL, T. Challenges in increasing water use efficiency in irrigated agriculture.

LIMA, J.E.F.W.; FERREIRA, R.S.A.; CHRISTOFIDIS, D. Estudo do uso da água e energia elétrica para irrigação no Brasil. 2000. (www.iica.org/uy/p2-5.htm)

PAZ, V.P.S.; OLIVEIRA, A.S.; PEREIRA, F.A.C. Irrigação: tecnologia e produtividade. *Bahia Agrícola*, Salvador, v. 5, n. 3, 2003.

Sites Interessantes

www.wsi.nrcs.usda.gov/products/W2Q/water_mgt/Irrigation/nrcs_irrigation_page.html