

SUSTENTABILIDADE ENERGÉTICA

ÁGUA



Miguel Centeno Brito

Tópicos

- ❑ Nexo água-energia
- ❑ Acesso a água potável
- ❑ Água virtual

Nexo água-energia

Energia é necessária para a produção de **água**.

Água é necessária para a produção de **energia**



Segundo maior consumo de água, a seguir à agricultura!



Geração de electricidade

½ água extraída nos EUA

Serve para arrefecimento de centrais termoeléctricas



Petróleo e gás

Água é usada para fracturação hidráulica para exploração de gás e extracção de petróleo



Renováveis

Essencial para hidroelectricidade mas também importante para CSP, geotermia e bioenergia

Nexo água-energia

Energia é necessária para a produção de **água**.

Água é necessária para a produção de **energia**



Bombagem

Energia para bombear água de aquíferos para agricultura e transportar para estações de tratamento e consumidores



Tratamento de água

Energia para dessalinização e para tratamento de efluentes, antes de libertados para o ambiente



Arrefecimento/aquecimento

Energia para aquecer e arrefecer água para proporcionar condições de conforto

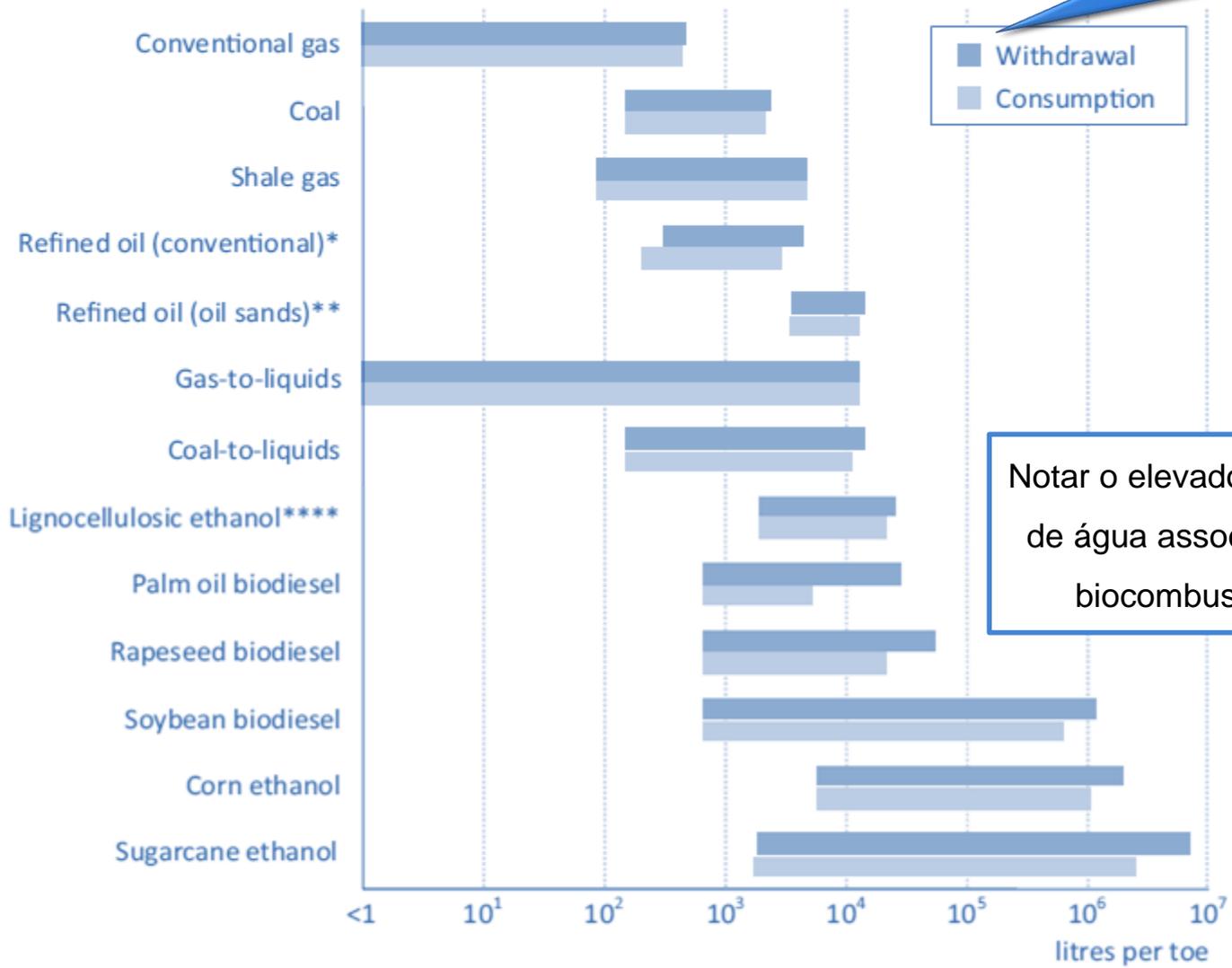


Distribuição

Energia para distribuir e aquecer água para cozinhar, banhos, limpeza e beber

Água devolvida depois de uso, mas que não pode ser utilizada para outras aplicações.

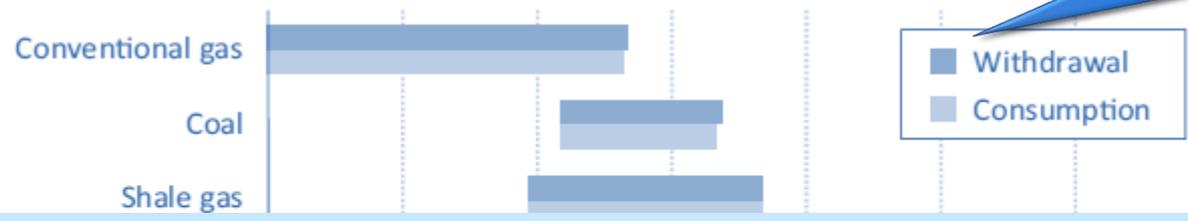
Figure 17.3 ▷ Water use for primary energy production



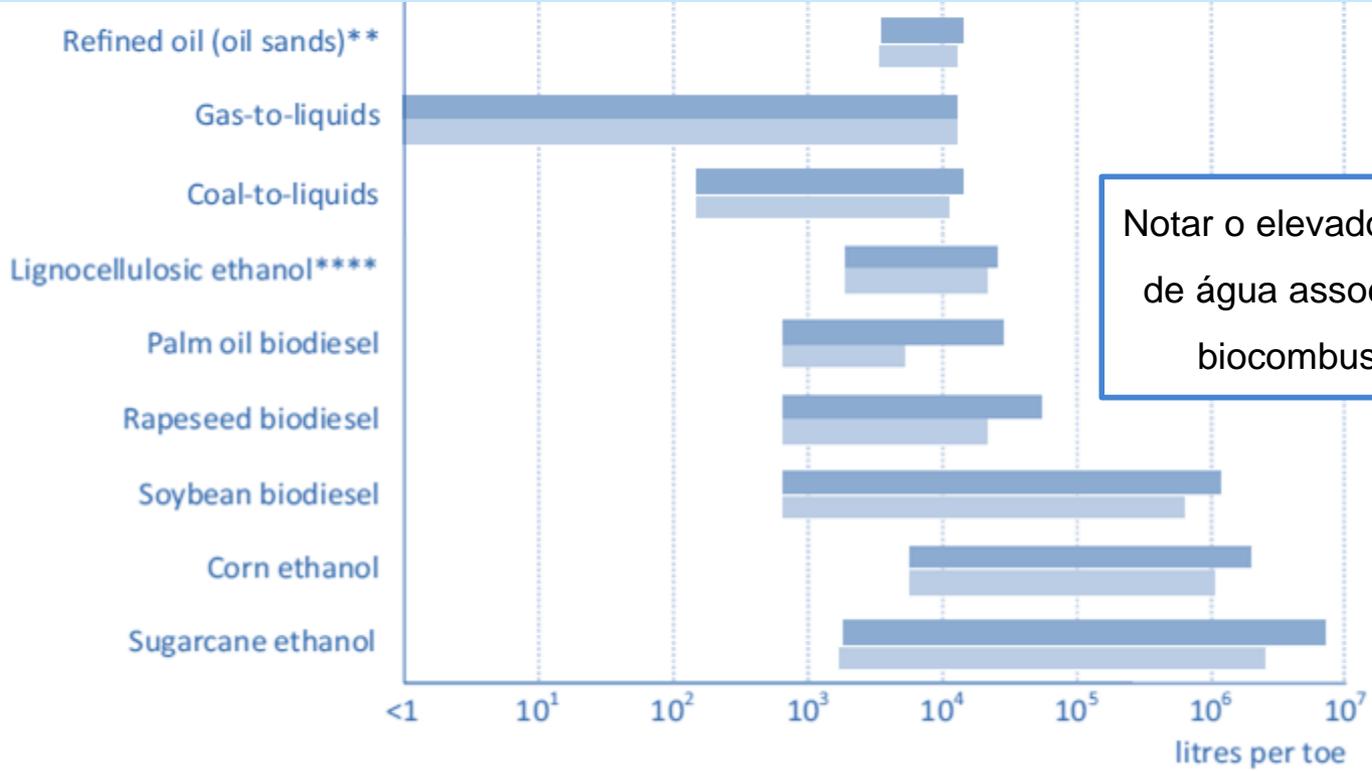
Notar o elevado consumo de água associado aos biocombustíveis.

Água devolvida depois de uso, mas que não pode ser utilizada para outras aplicações.

Figure 17.3 ▸ Water use for primary energy production



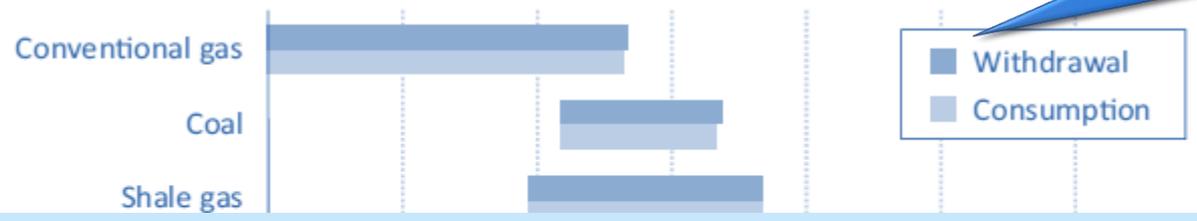
Qual o consumo de água associado à electricidade que consumimos?



Notar o elevado consumo de água associado aos biocombustíveis.

Água devolvida depois de uso, mas que não pode ser utilizada para outras aplicações.

Figure 17.3 ▷ Water use for primary energy production



Qual o consumo de água associado à electricidade que consumimos?

Consumo anual de electricidade em Portugal:

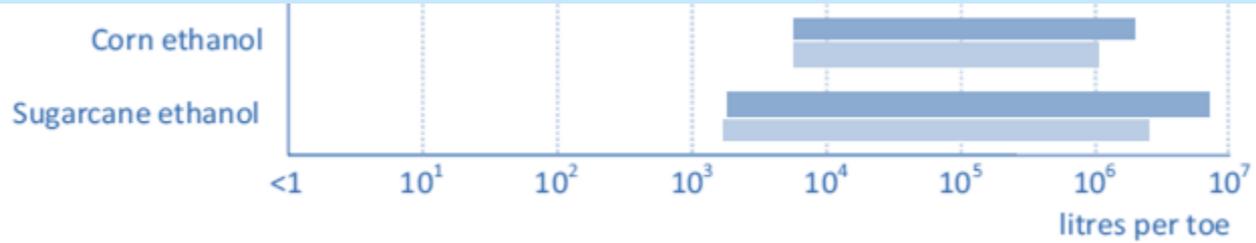
45 TWh/ano = 45×10^6 MWh/ano

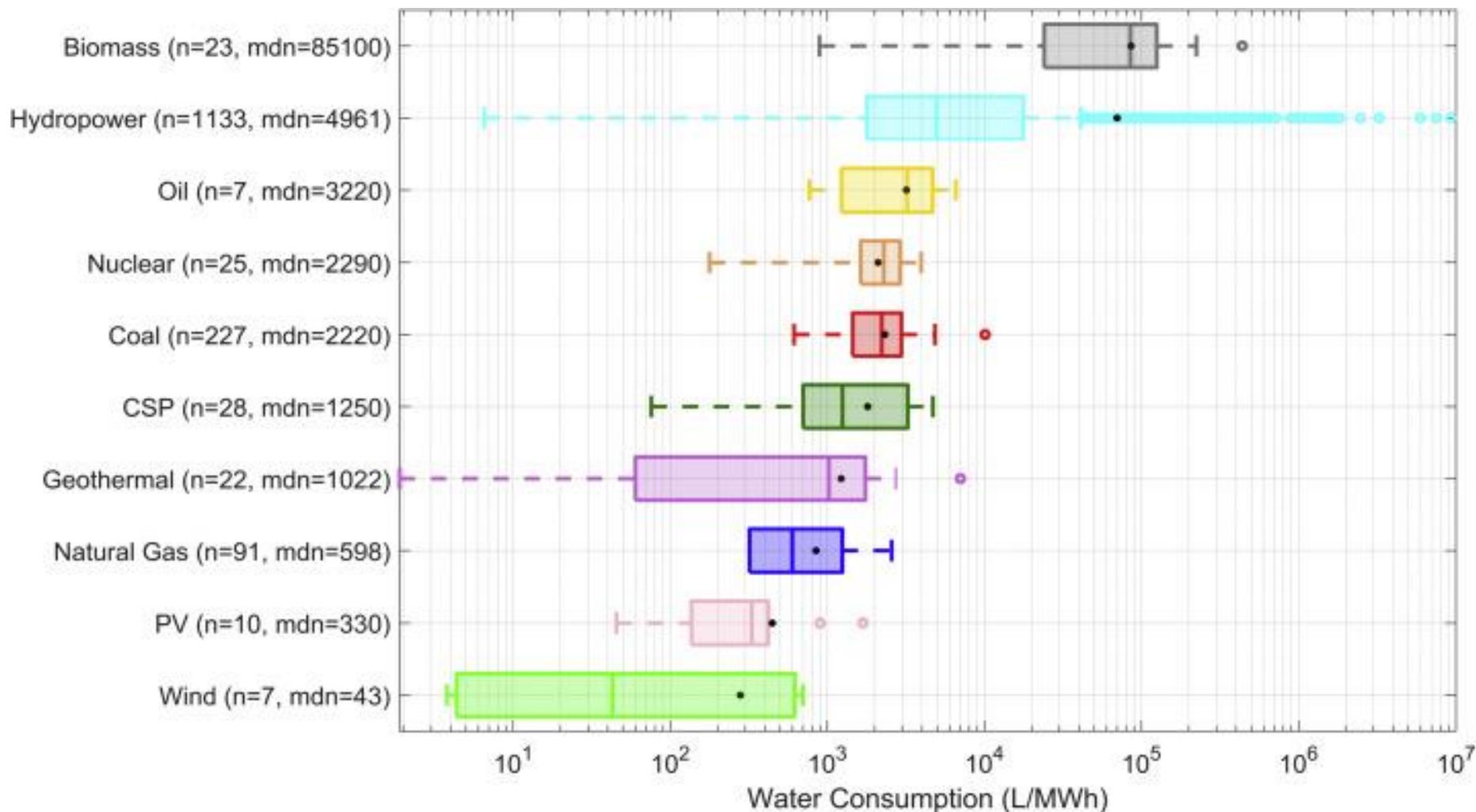
Como somos aproximadamente 10×10^6 pessoas

Consumo anual per capita é 4.5 MWh/ano/pessoa.

Como 1 toe = 11.63 MWh

Consumo anual per capita é aproximadamente 1/3 toe/ano/pessoa



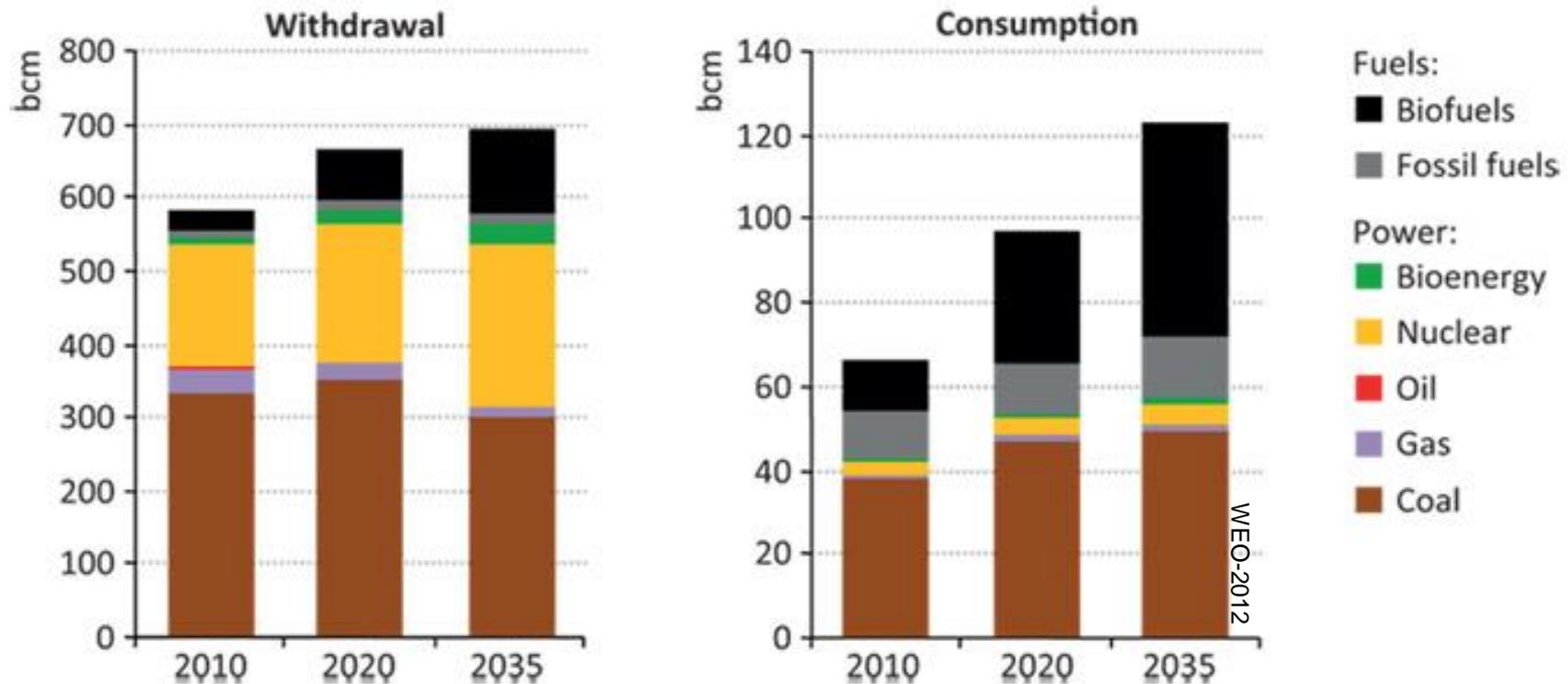


Qual o consumo de água associado à electricidade que consumimos?

Cerca de 300 litros de água por pessoa!

Nexo água-energia

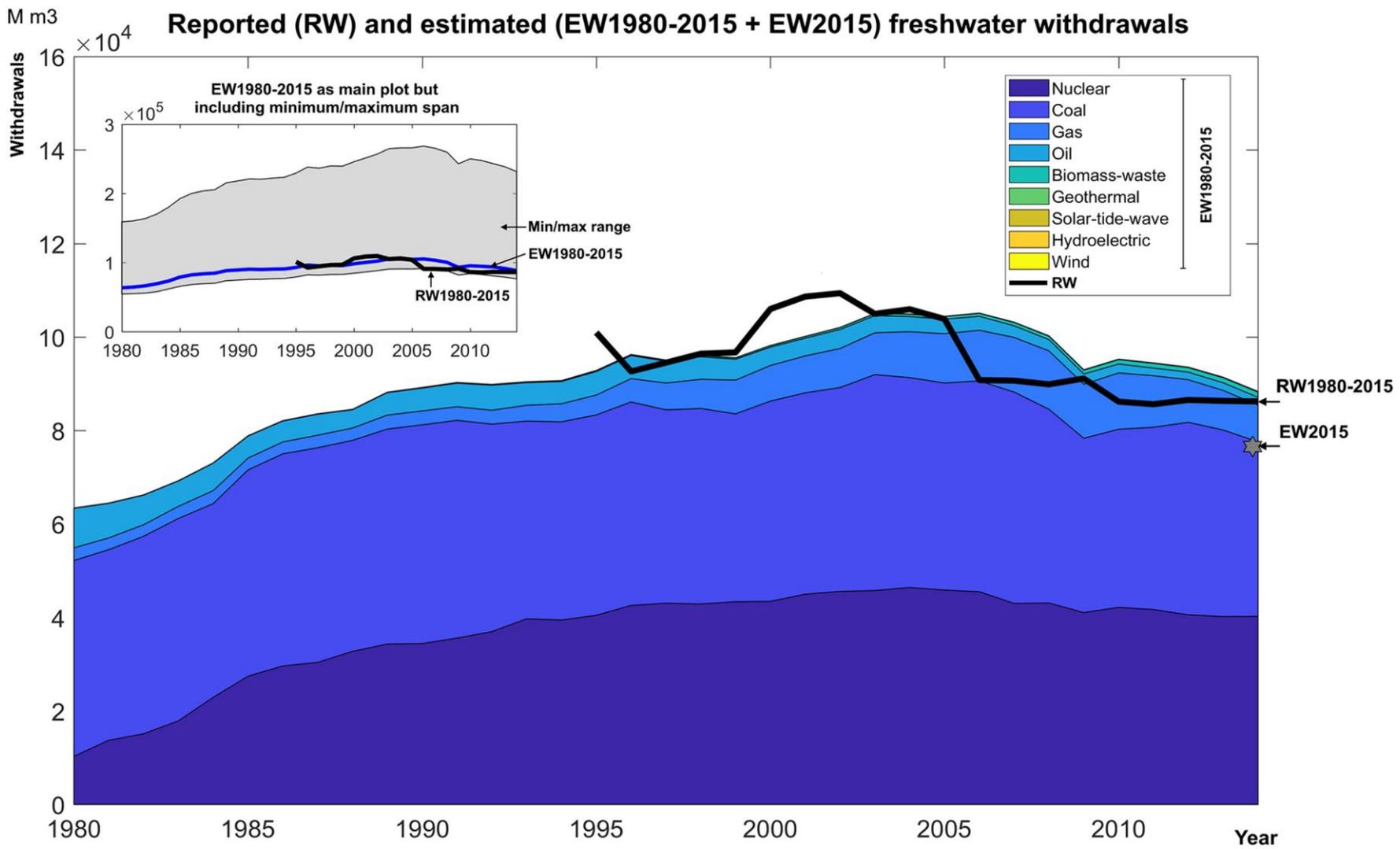
Consumo de água na produção de energia



Não se está a contabilizar perdas por evaporação em centrais hidroelétricas

Nexo água-energia

Consumo de água na produção de energia



Nexo água-energia

Consumo de água na produção de energia

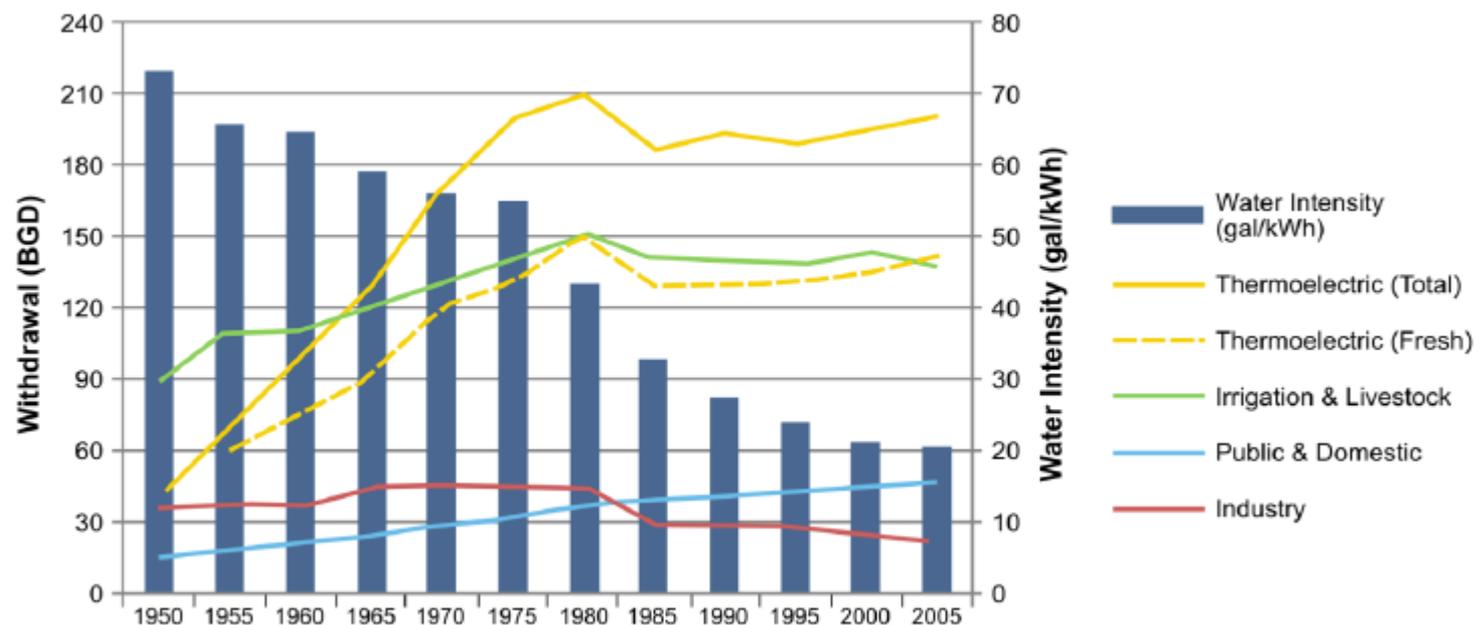


Figure 2. Water use for thermoelectric generation and other sectors.

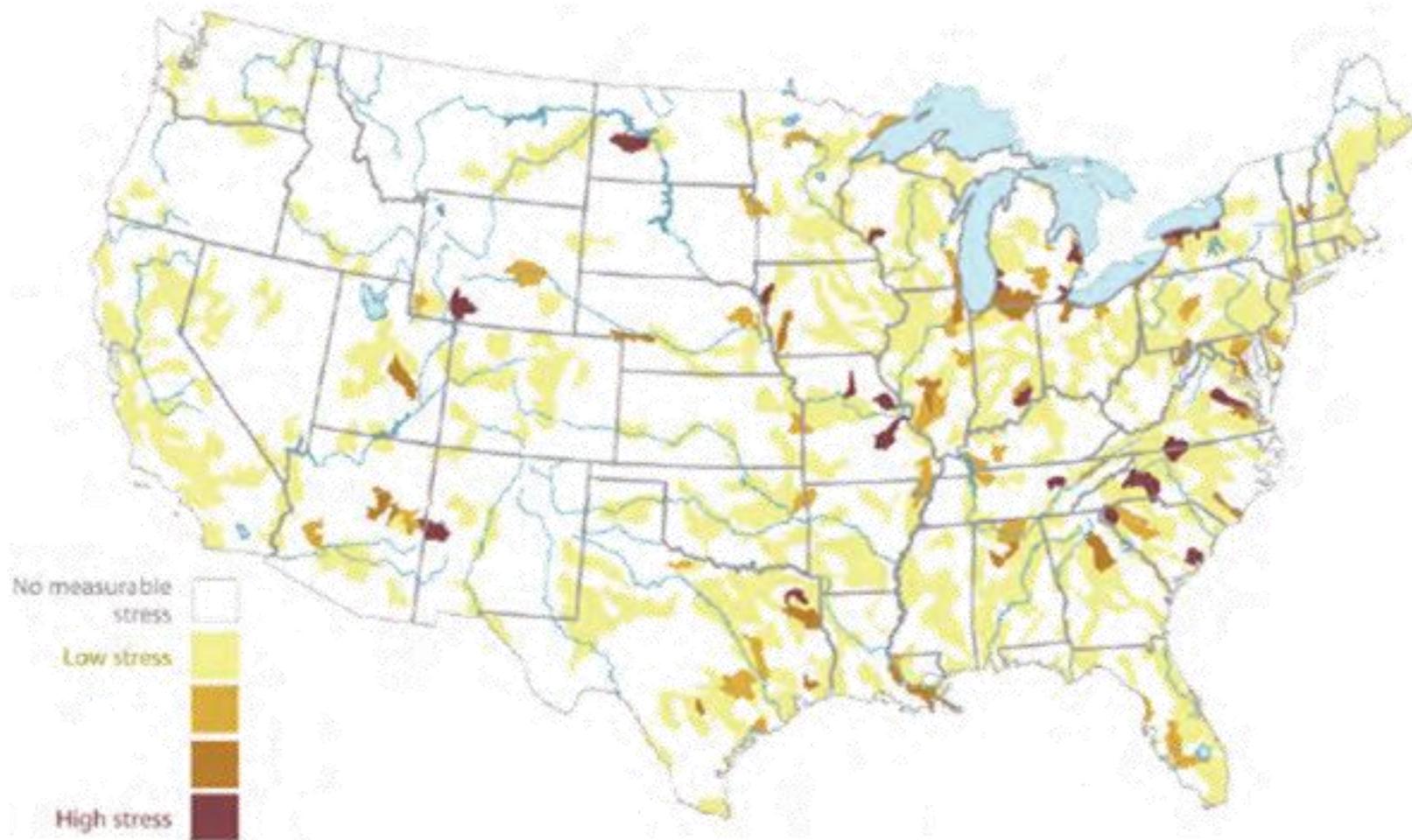
Tem havido algum progresso.

A intensidade no uso da água diminuiu mais de um factor de 3x nos últimos 50 anos

Nexo água-energia

Consumo de água na produção de energia

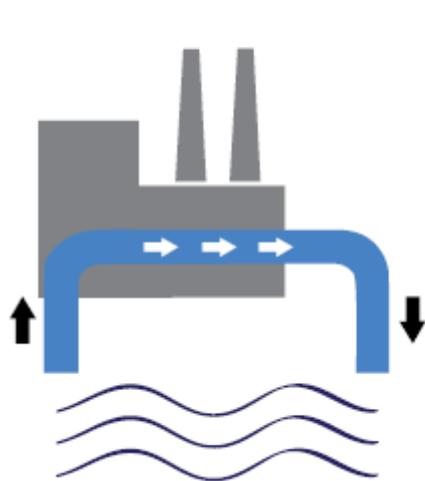
Figure 28. Water-Supply Stress Due to Thermoelectric Power Plants



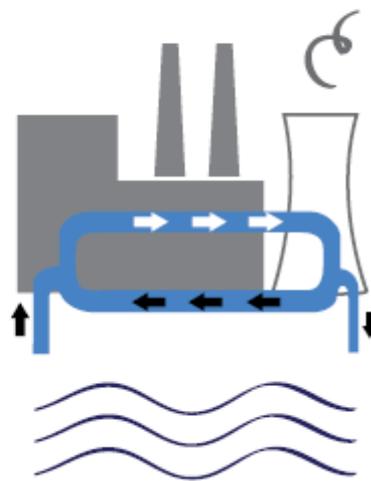
Nexo água-energia

Consumo de água na produção de energia

Once-Through vs. Closed-Cycle Cooling



ONCE-THROUGH COOLING



CLOSED-CYCLE COOLING

Nexo água-energia

Consumo de água na produção de energia

Alternativas reduzem eficiência de conversão (porque menos eficientes na remoção de calor) e elevados custos de investimento.

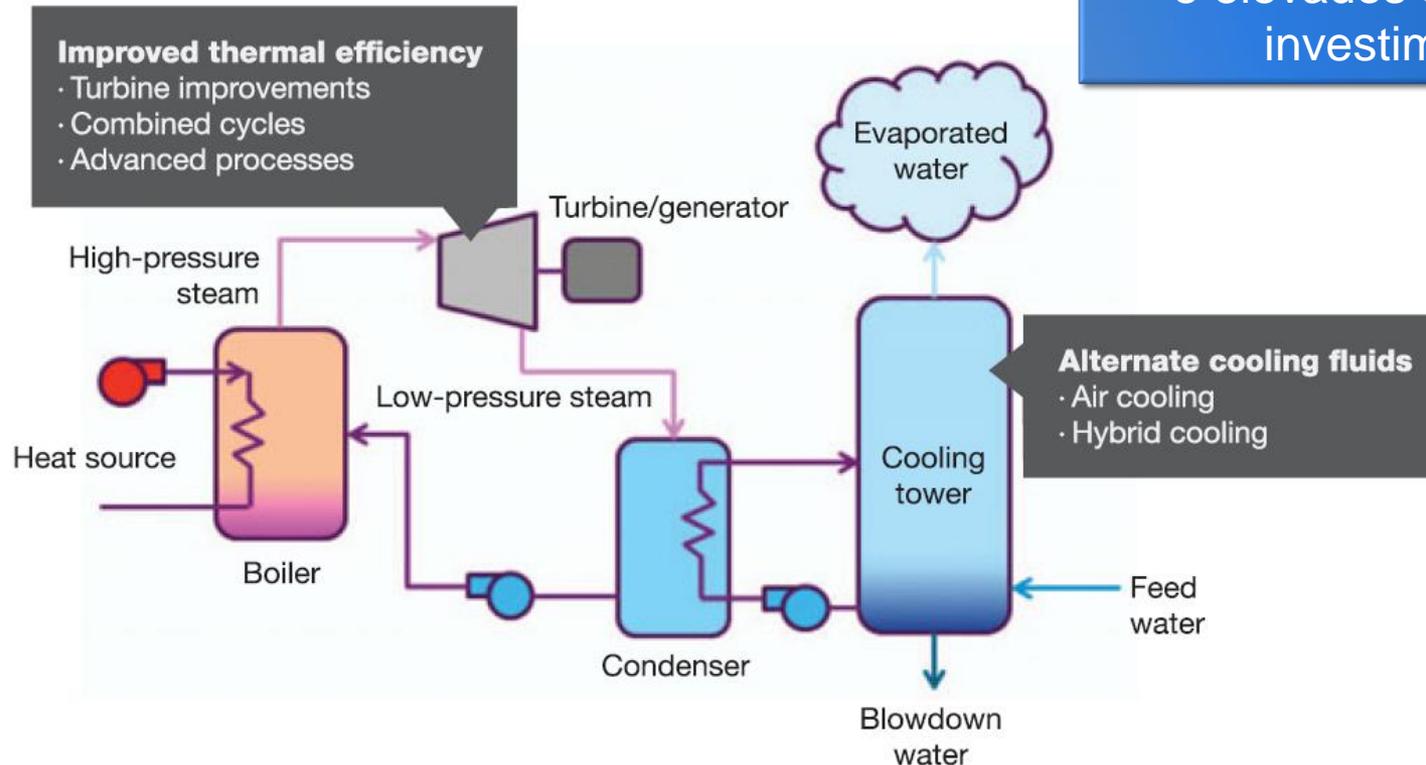
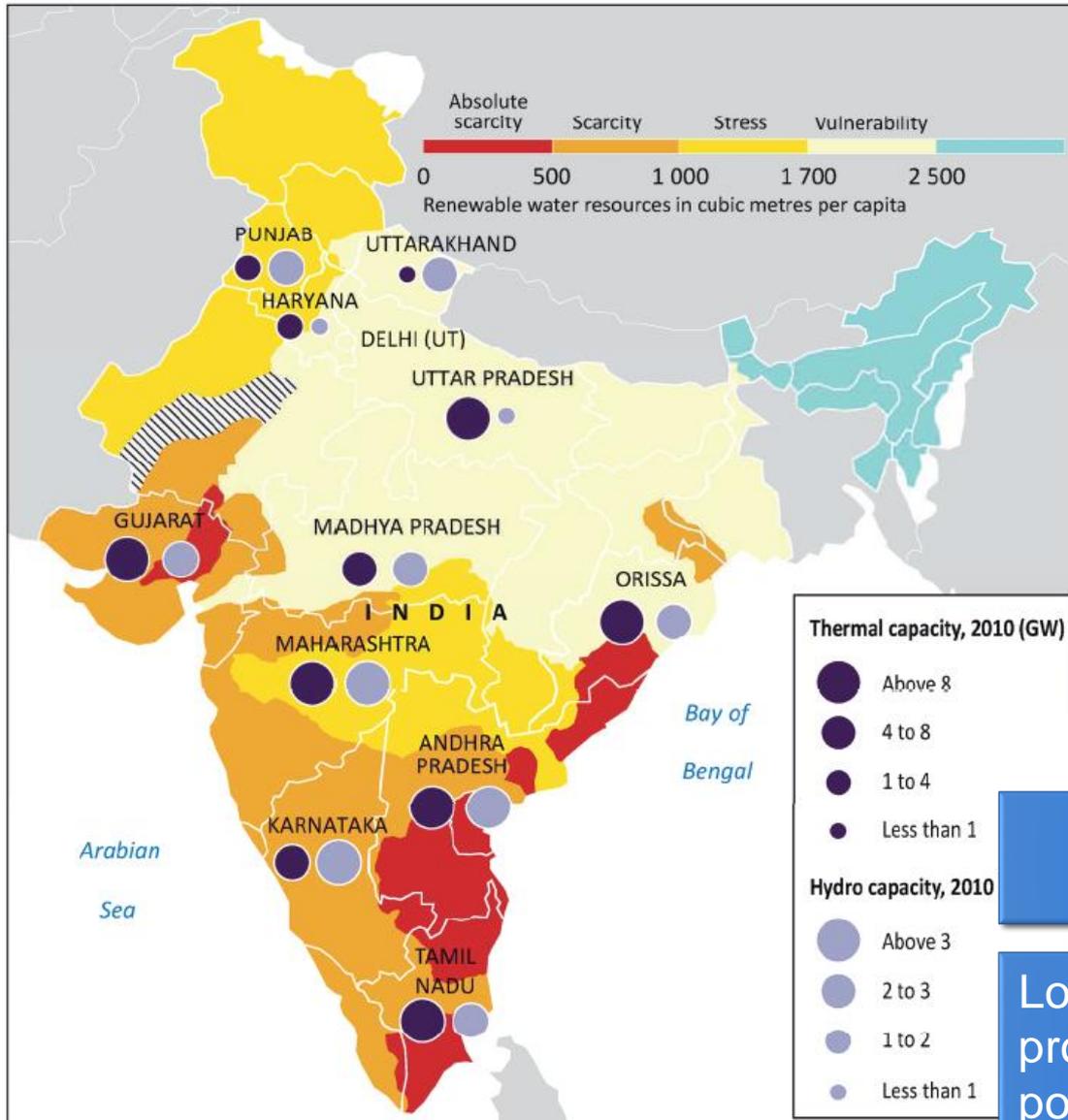


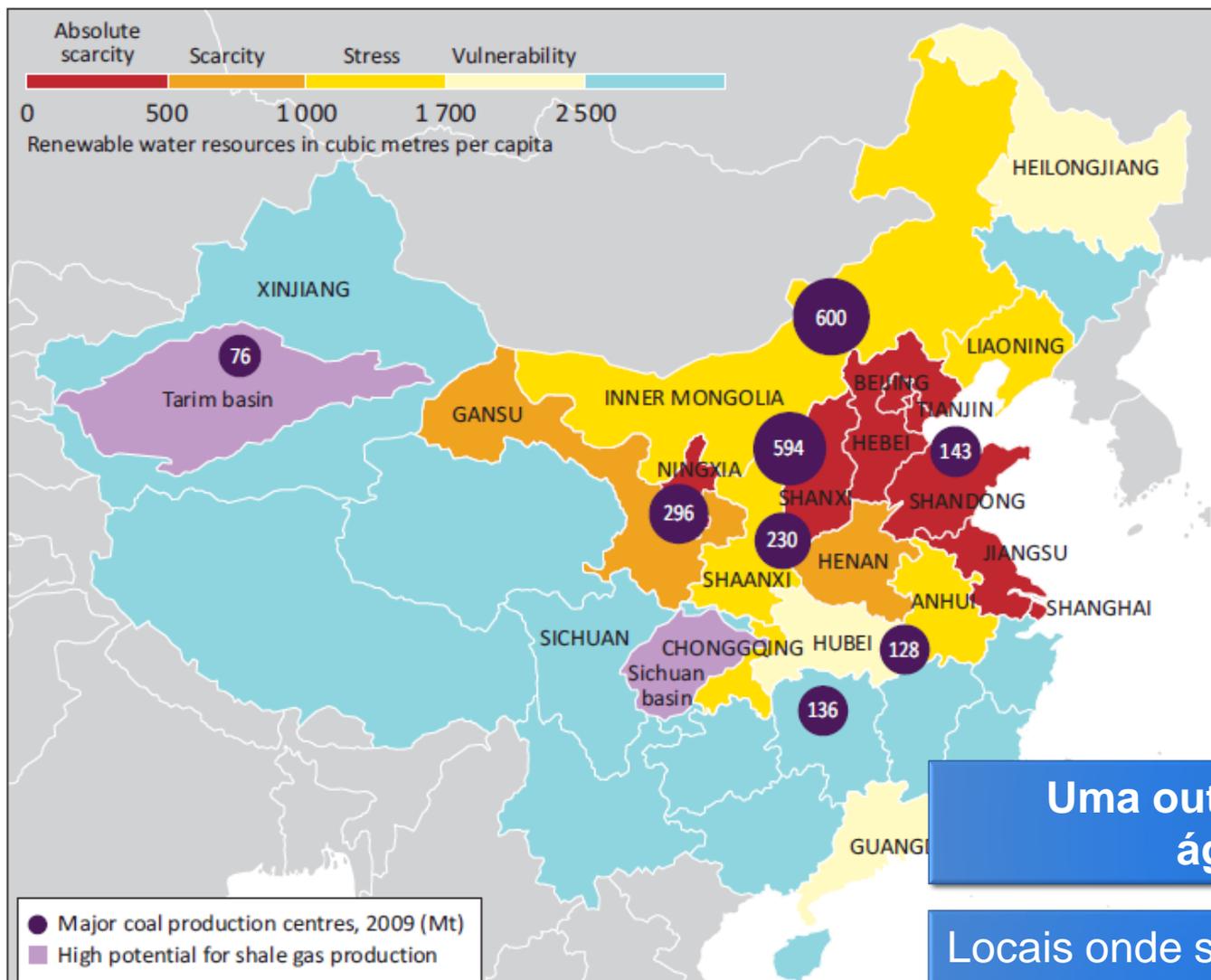
Figure 2. Steam cycle for a power plant, showing the two main areas for reducing water use: improving the thermal efficiency of the turbine (for example, through high-temperature-tolerant turbines, combined cycles, or solid-oxide fuel cells) and using alternative cooling fluids (such as nontraditional water, air, or a combination of water and air).



This map is without prejudice to the status of or sovereignty over any territory, to the delimitation of international frontiers and boundaries and to the name of any territory

Uma outra faceta do nexo água-energia

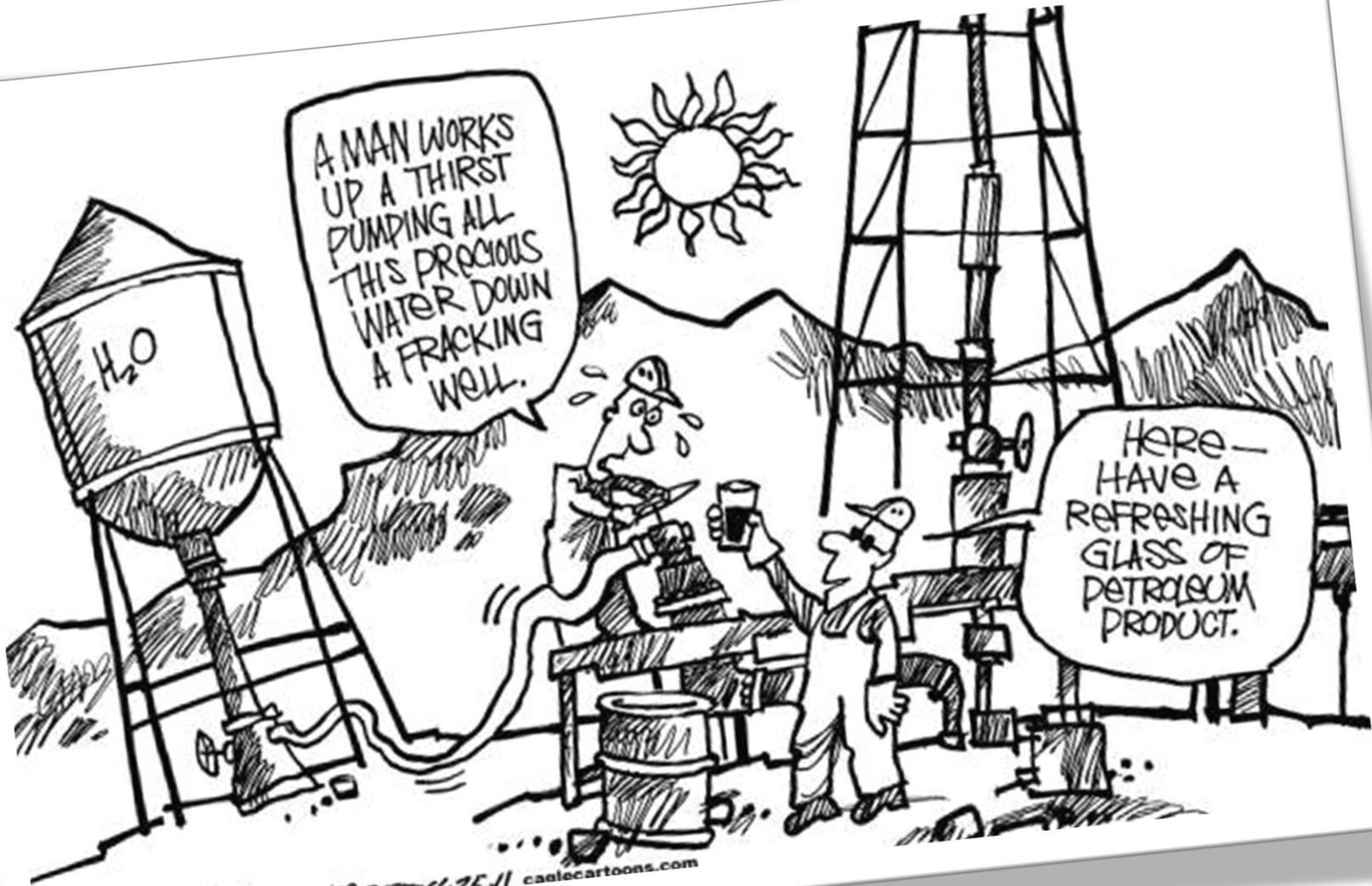
Locais onde se precisa de água para produzir energia, porque há muito consumo, porque há muita gente/indústria, e por isso onde há falta de água...



This map is without prejudice to the status of or sovereignty over any territory, to the delimitation of international frontiers and boundaries

Uma outra faceta do nexo água-energia

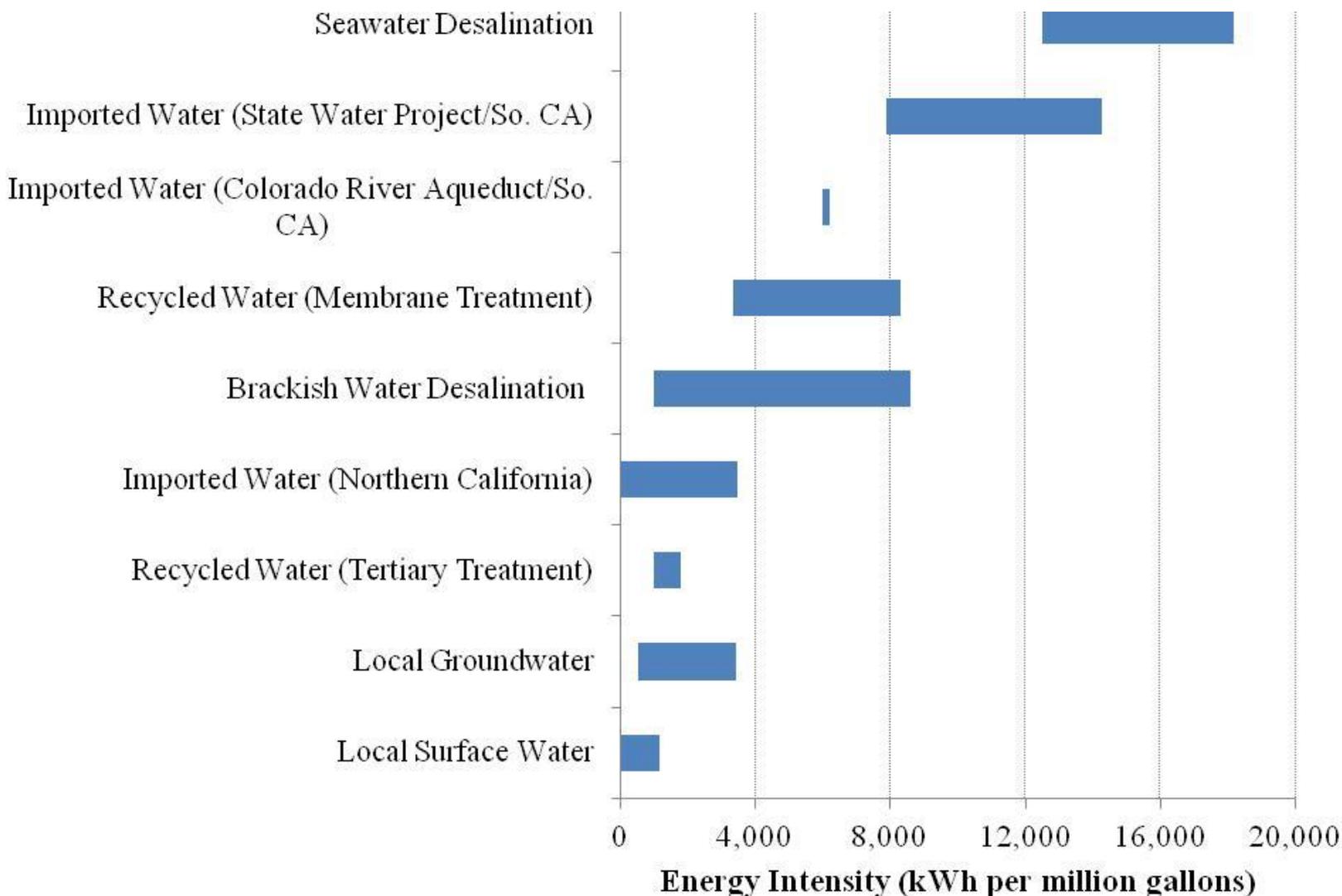
Locais onde se precisa de água para produzir energia, porque há muito consumo, porque há muita gente/indústria, e por isso onde há falta de água...



Mike K... caalecartoons.com

Nexo água-energia

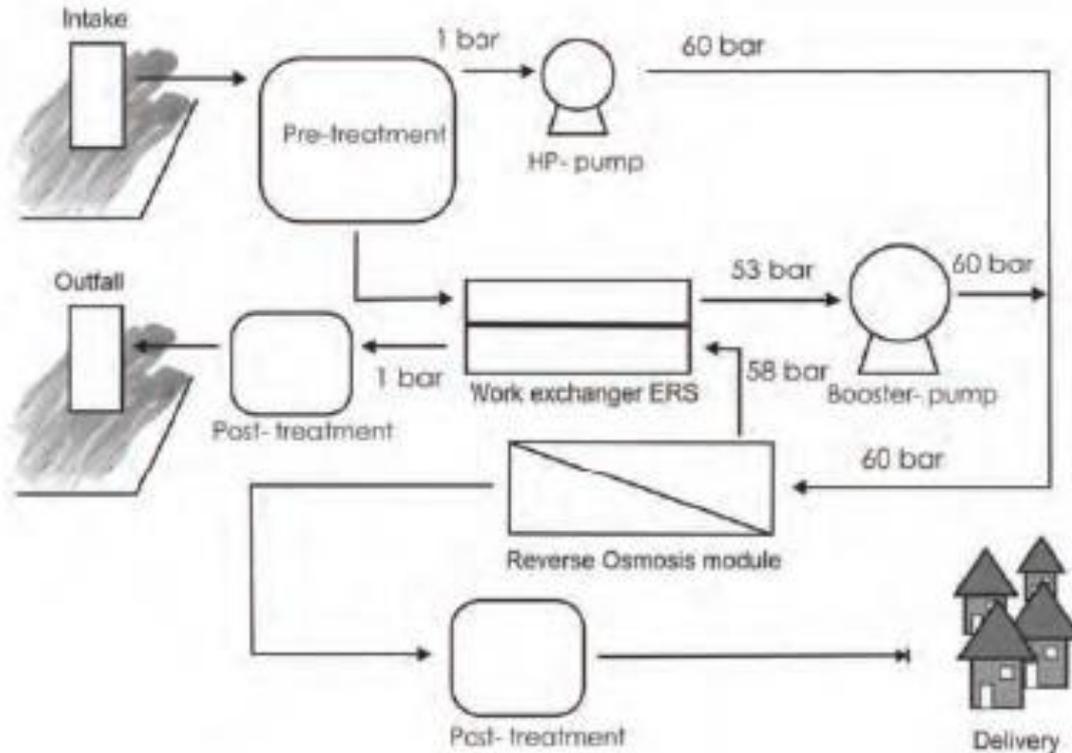
Consumo de energia na produção de água



Nexo água-energia

Consumo de energia na produção de água - Dessalinização

Figure 5. Simplified RO Scheme With Energy Recovery System

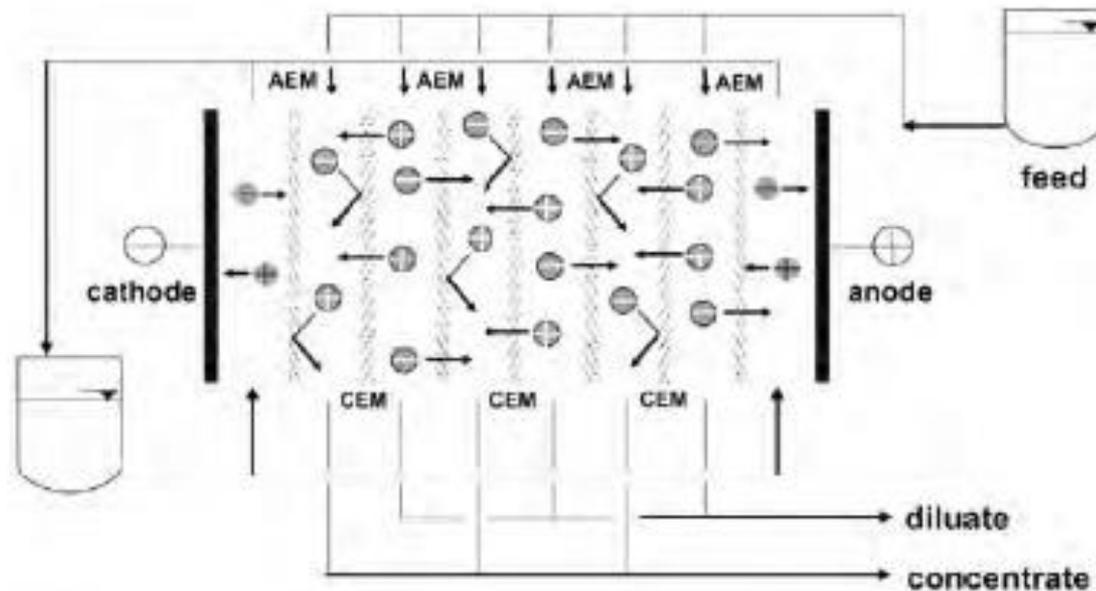


Source: Fritzmann et al., 2007

Nexo água-energia

Consumo de energia na produção de água - Dessalinização

Figure 6. ED Process Principle

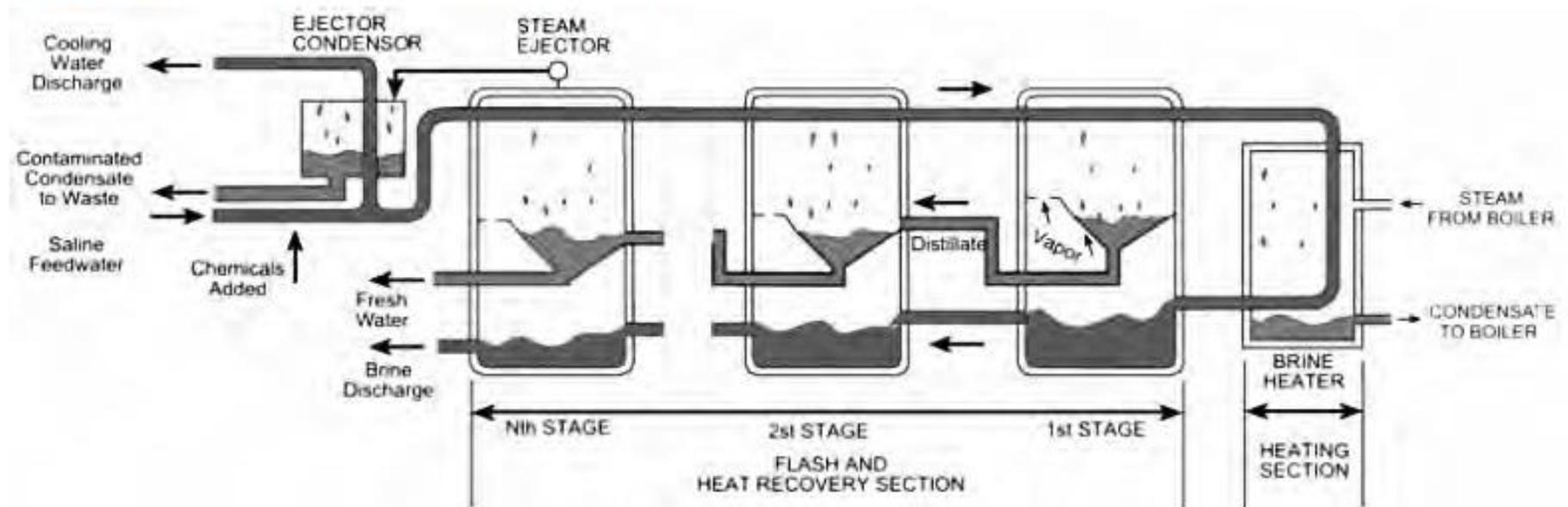


Source: Fritzmann et al., 2007.

Nexo água-energia

Consumo de energia na produção de água - Dessalinização

Figure 7. Simple MSF Distillation Process Scheme

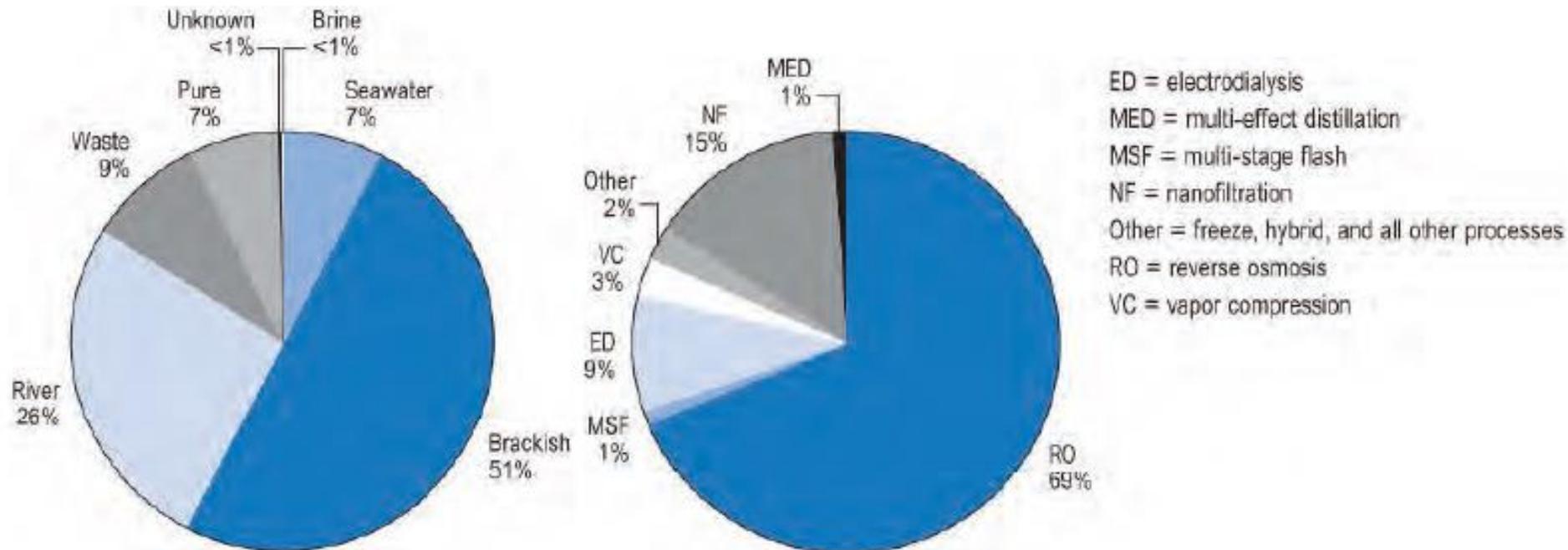


Source: Fritzmann et al., 2007

Nexo água-energia

Consumo de energia na produção de água - Dessalinização

Figure 4. U.S. Desalination Capacity by Source Water and Technology in 2005

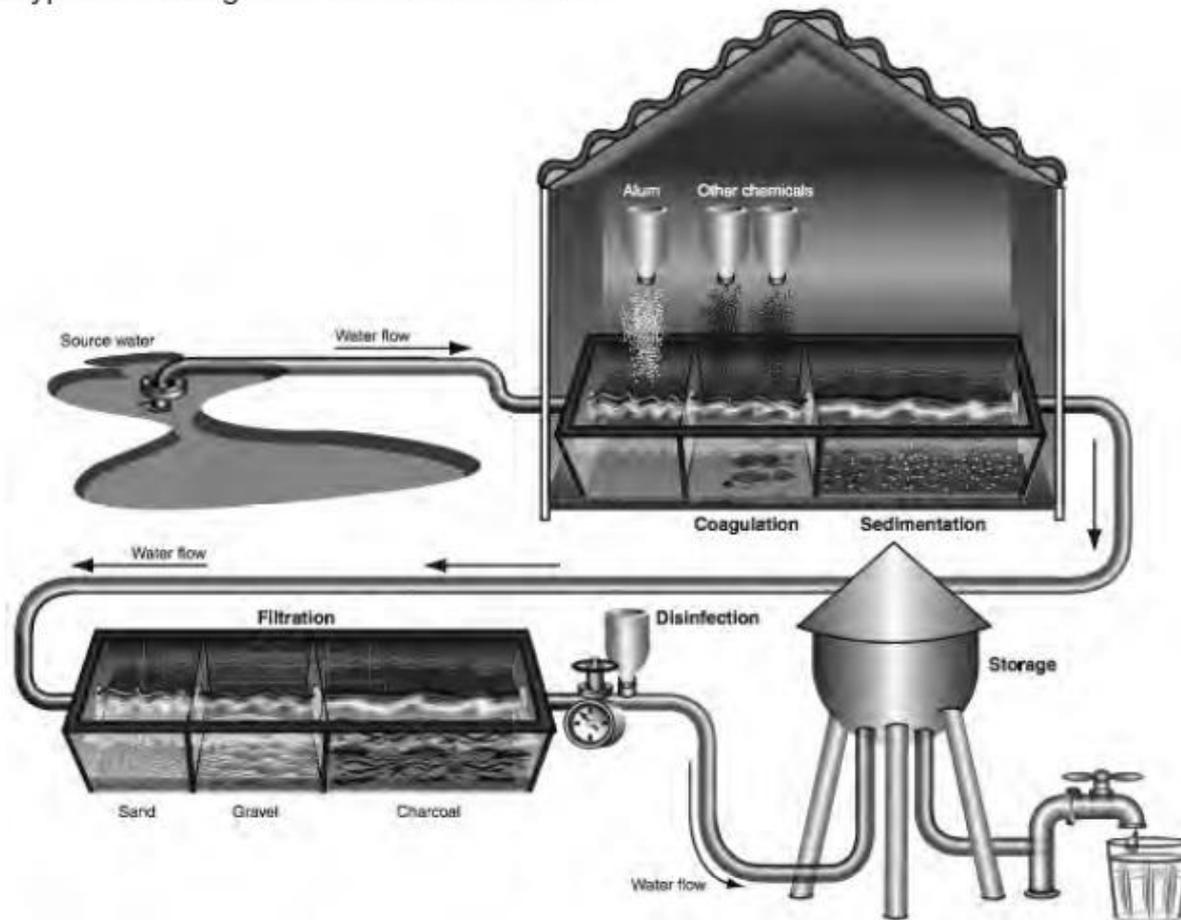


Source: Cooley et al., 2006

Nexo água-energia

Consumo de energia na produção de água - Tratamento

Figure 16. Typical Drinking Water Treatment Process



Source: U.S. GAO, 2011

Nexo água-energia

Consumo de energia na produção de água - Distribuição

Surface Water Treatment			
Typical 10 mgd facility			kW/MG
Public Supply	Conveyance	Raw Water Pumping	120.5
	Treatment	Alum	1.0
		Polymer	4.7
		Rapid Mix	30.8
		Flocculation Basins	9.0
		Sedimentation Tanks	8.8
		Lime	1.2
		Filters	0.0
		Chlorine	0.2
		Clear Well Storage	0.0
		Filter Backwash Pump	12.3
		Filter Surface Wash Pump	7.7
		Decanted Washwater to Rapid Mix	20.0
		Sludge Pump	4.0
		Treatment Subtotals	
Distribution	High Service Pumps	1,205.5	
Total		1,425.7	

Nexo água-energia

Impacto das mudanças no clima



Temperaturas mais elevadas aumenta o consumo de energia e aumenta o consumo de água nas termoelétricas



Mais secas significa menos água para hidroelectricidade, para produção de bioenergia, arrefecimento de centrais e extracção de petróleo e gás.

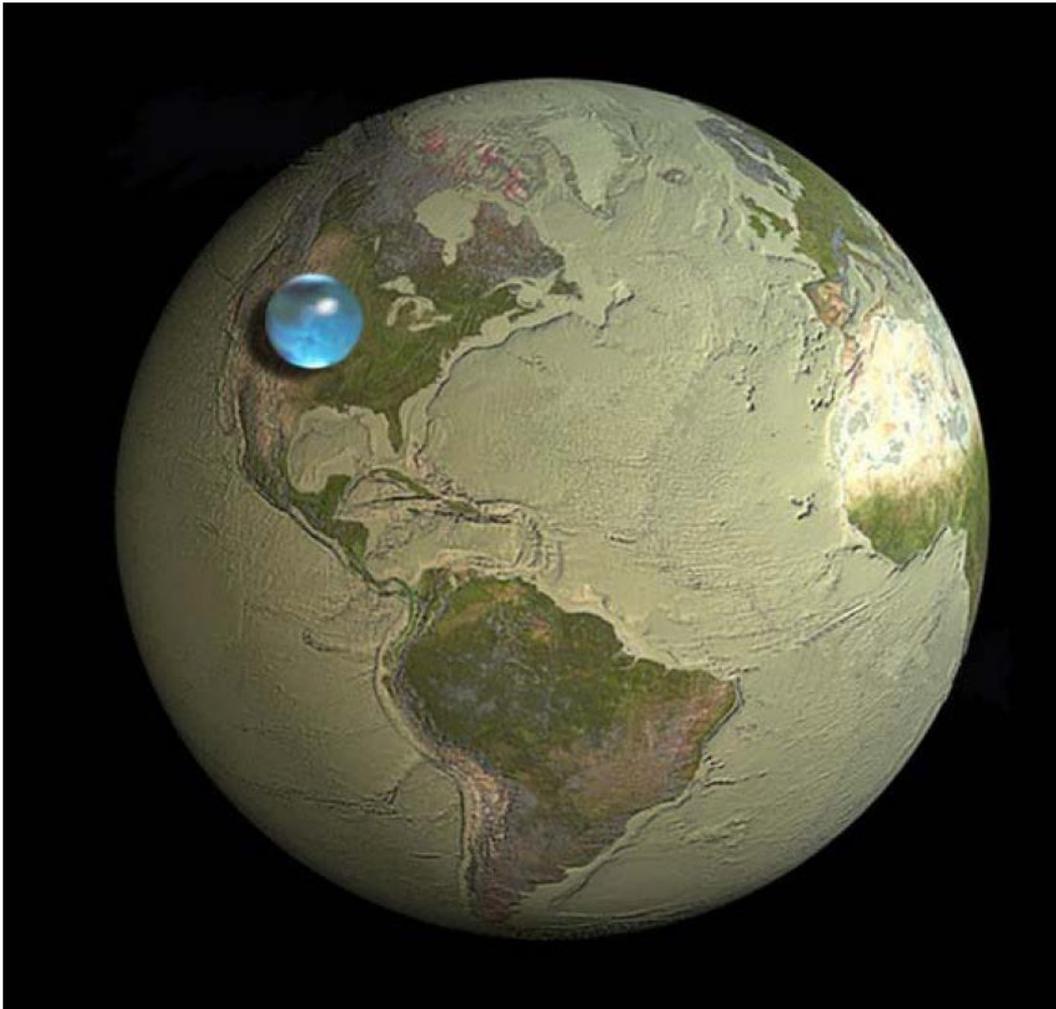


Alterações dos padrões de precipitação introduz maior variabilidade e menor capacidade de previsão de chuva e neve.



Mais frequência de extremos meteorológicos pode afectar criticamente infraestruturas de água e energia.

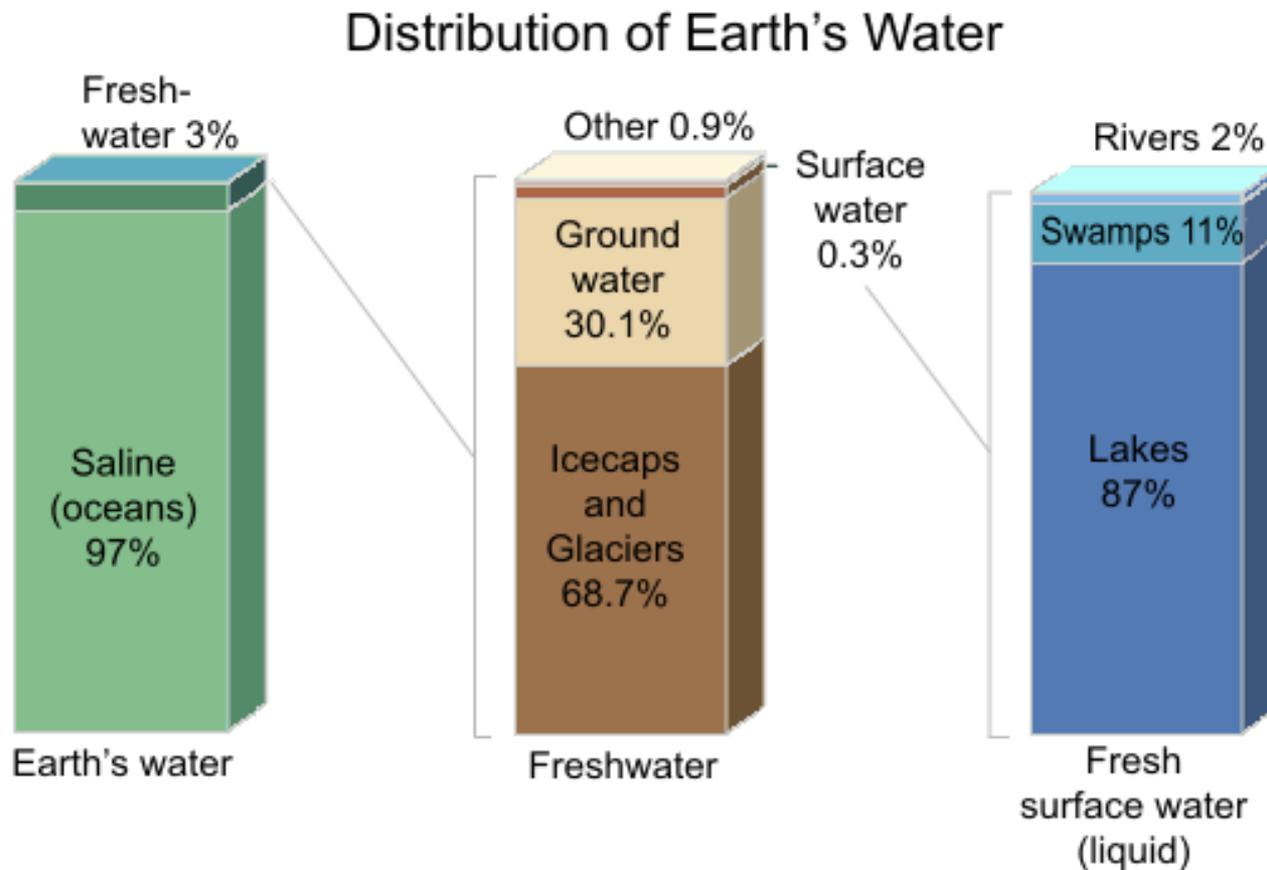
Água potável



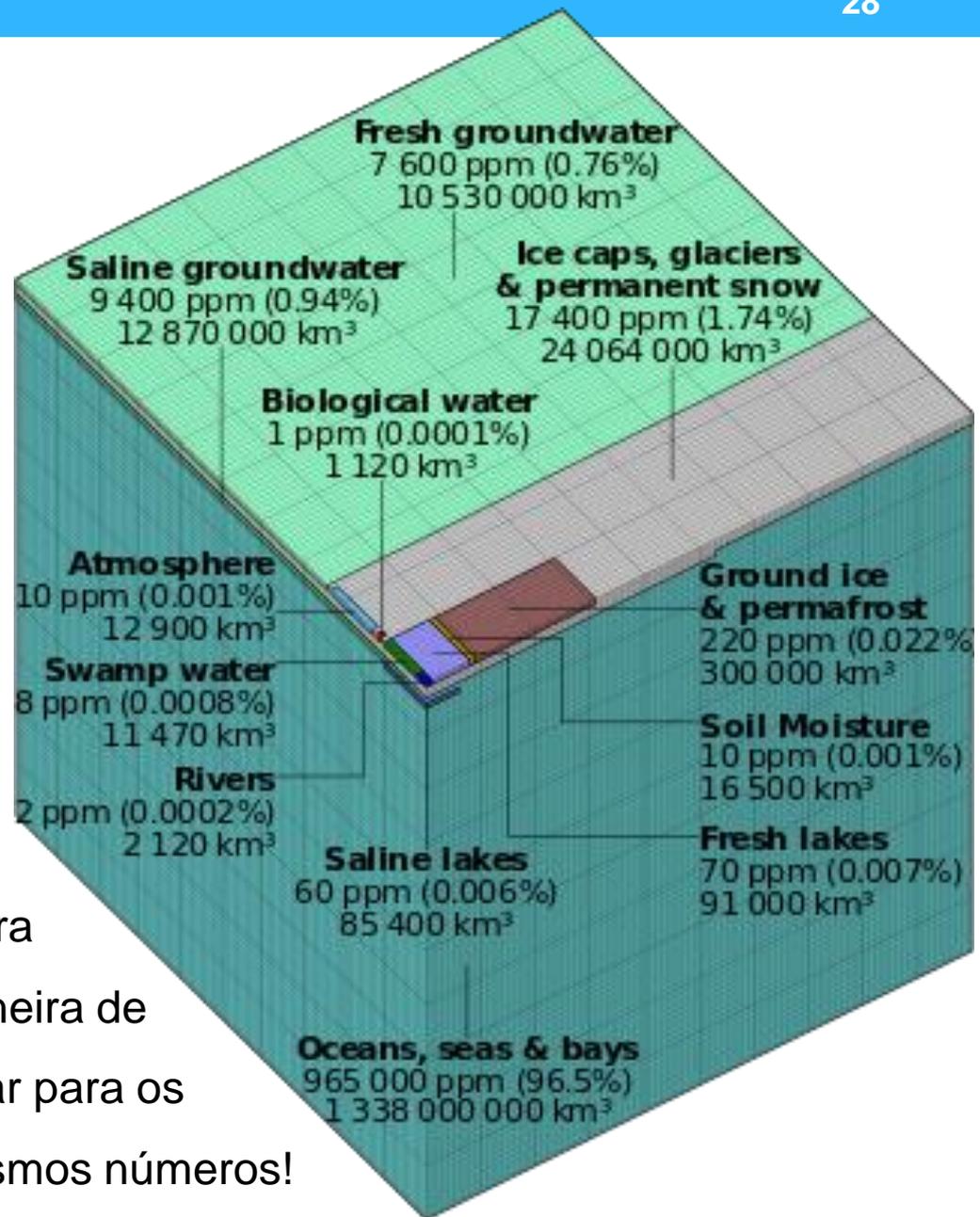
Chamam-lhe **planeta azul**, mas toda a água da Terra ocupa apenas um volume de uma esfera com diâmetro de 1385 km.

Água potável

Apenas 2.5% da água no planeta não é salgada, e dessa, 70% está congelada



Água potável



Outra
maneira de
olhar para os
mesmos números!

Água potável

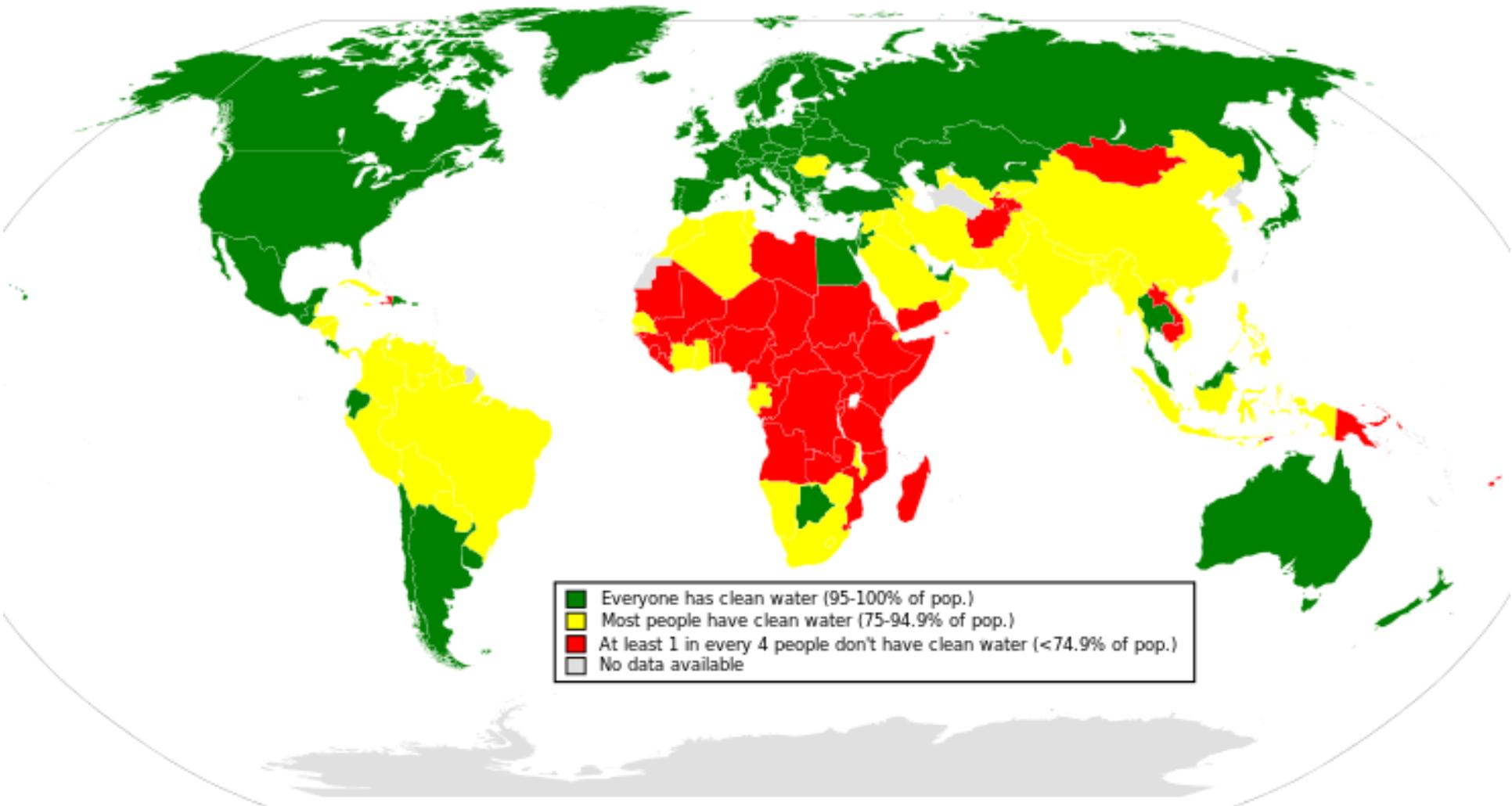
Falta de água para uso doméstico, agrícola e industrial, é definido como a água disponível é inferior a **1700 m³/pessoa/ano**. Para valores inferiores a 1000 m³/pessoa/ano, a falta de água tem impacto directo na qualidade de vida, saúde e desenvolvimento económico das populações.

Principais ameaças

- Crescimento da população
- Industrialização e turismo
- Urbanização
- Alterações climáticas
- Depleção dos aquíferos
- Poluição



Água potável



Água potável

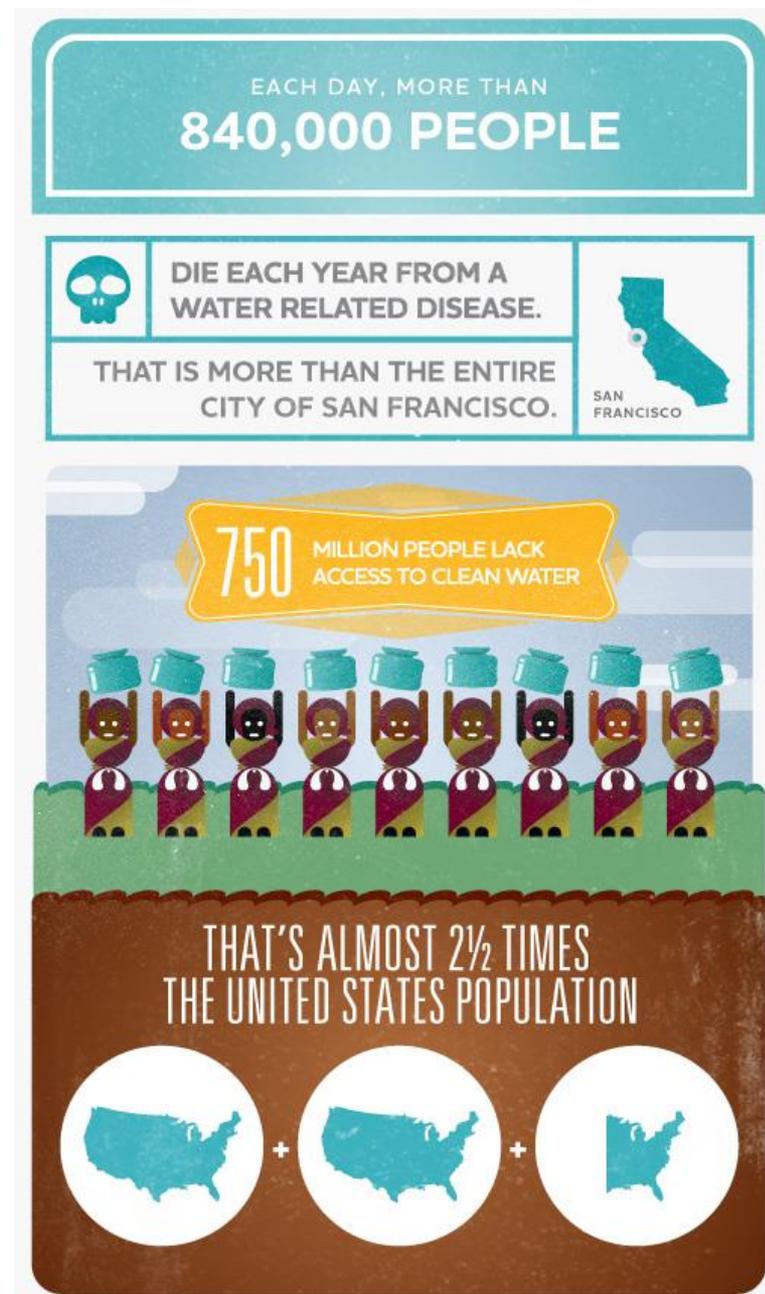
Todos os minutos morre uma criança com uma doença relacionada com falta de qualidade de água



References

- Journal of Clinical Medicine and International Health. 19, no. 8 (2014): 894 - 905. [Burden of disease from inadequate water, sanitation and hygiene in low- and middle-income settings: a retrospective analysis of data from 145 countries.](#)
 World Health Organization and UNICEF Joint Monitoring Programme (JMP). (2014). [Progress on Drinking Water and Sanitation, 2014 Update.](#)
 United States Census Bureau Estimates. (2014). [U.S. Census Bureau, International Data Base.](#)

Map data sourced from WHO/UNICEF Joint Monitoring Programme for Water Supply and Sanitation. (2014). Pg. 14. Based on 2012 Data. [Progress on Drinking Water and Sanitation, 2014 Update.](#)

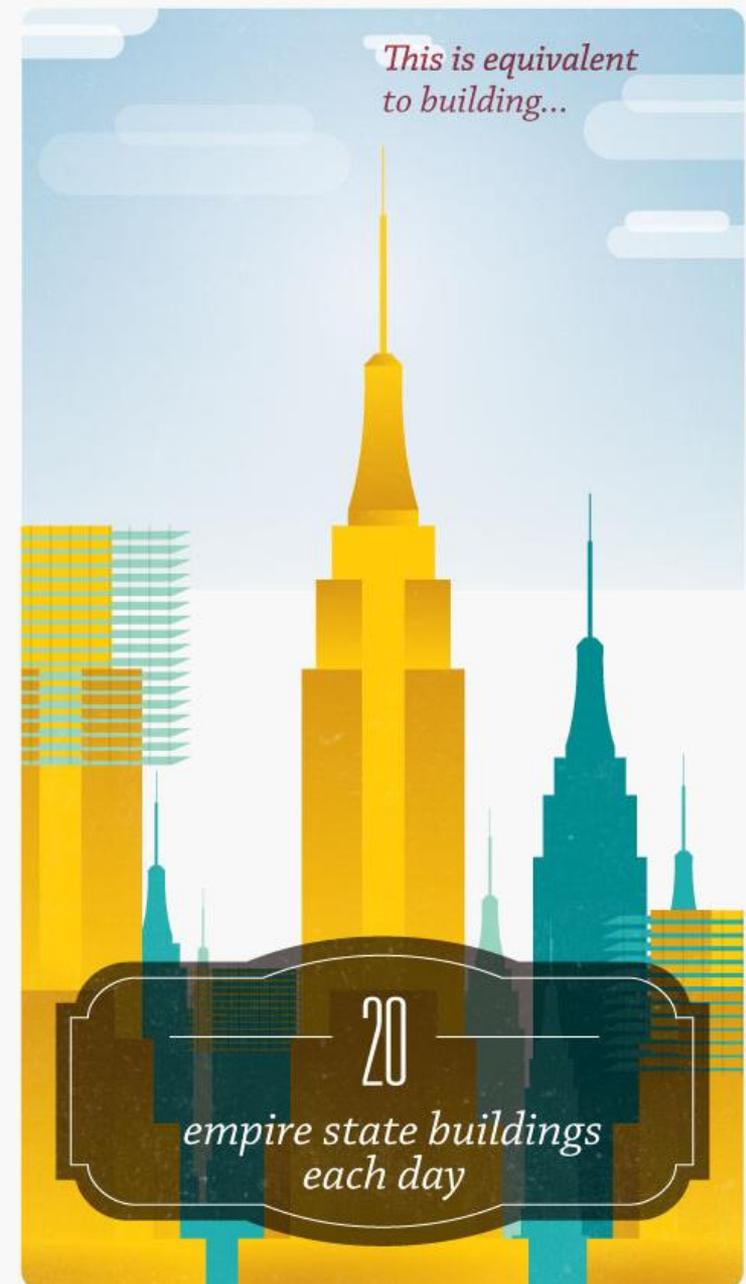


Água potável



References

- World Health Organization and UNICEF Joint Monitoring Programme (JMP). (2014). [Progress on Drinking Water and Sanitation, 2014 Update](#). World Health Organization.
- (2012). [Global costs and benefits of drinking-water supply and sanitation interventions to reach the MDG target and universal coverage](#). WHO/UNICEF Joint Monitoring Programme (JMP) for Water Supply and Sanitation.
- (2010). [Progress on Sanitation and Drinking-Water, 2010 Update](#).



Água potável



No planeta há mais telemóveis do que sanitas!

References

World Health Organization and UNICEF Joint Monitoring Programme (JMP). (2014). [Progress on Drinking Water and Sanitation, 2014 Update.](#)

International Telecommunication Union (ITU). (2013). [The World in 2013 ICT Facts and Figures.](#)

Tropical Medicine and International Health. 19, no. 8 (2014): 894 - 905. [Burden of disease from inadequate water, sanitation and hygiene in low- and middle-income settings: a retrospective analysis of data from 145 countries.](#)

3 THINGS MOST OF THE WORLD CAN'T DO.

- 1** TAKE A HOT SHOWER

- 2** GET CLEAN WATER FROM THE TAP

- 3** FLUSH AWAY YESTERDAY'S DINNER


More people have a mobile phone than a toilet.

Água potável

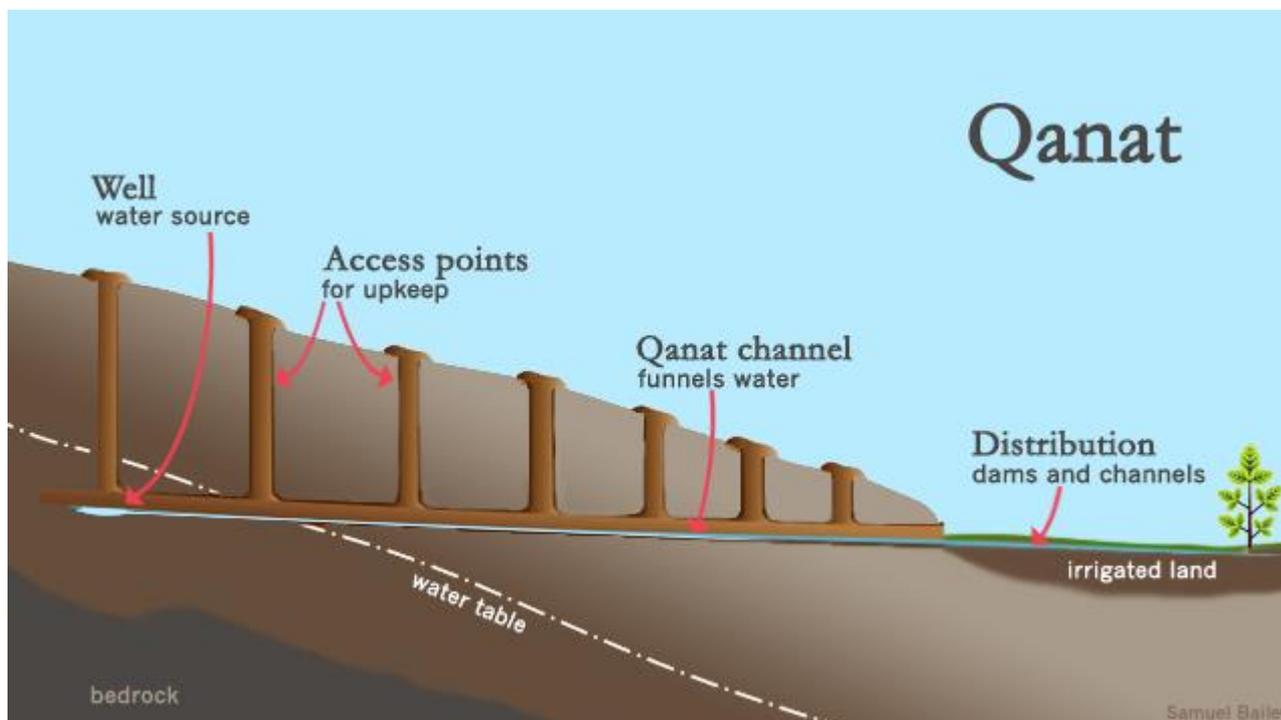
Formas não convencionais de produção



Filtração: poços junto a rios (poluídos); a água é filtrada nas areias e rochas, sendo removidos contaminantes orgânicos e inorgânicos.

Água potável

Formas não convencionais de produção



Armazenamento e distribuição de água, pois muitas vezes a falta de água resulta da ausência prolongada de chuvas ou da sua distribuição local.

Água potável

Formas não convencionais de produção



Colheita de nevoeiro, porque cada m^3 de nevoeiro tem 0.5g de água, é uma tecnologia utilizada em regiões andinas a muito alta altitude.

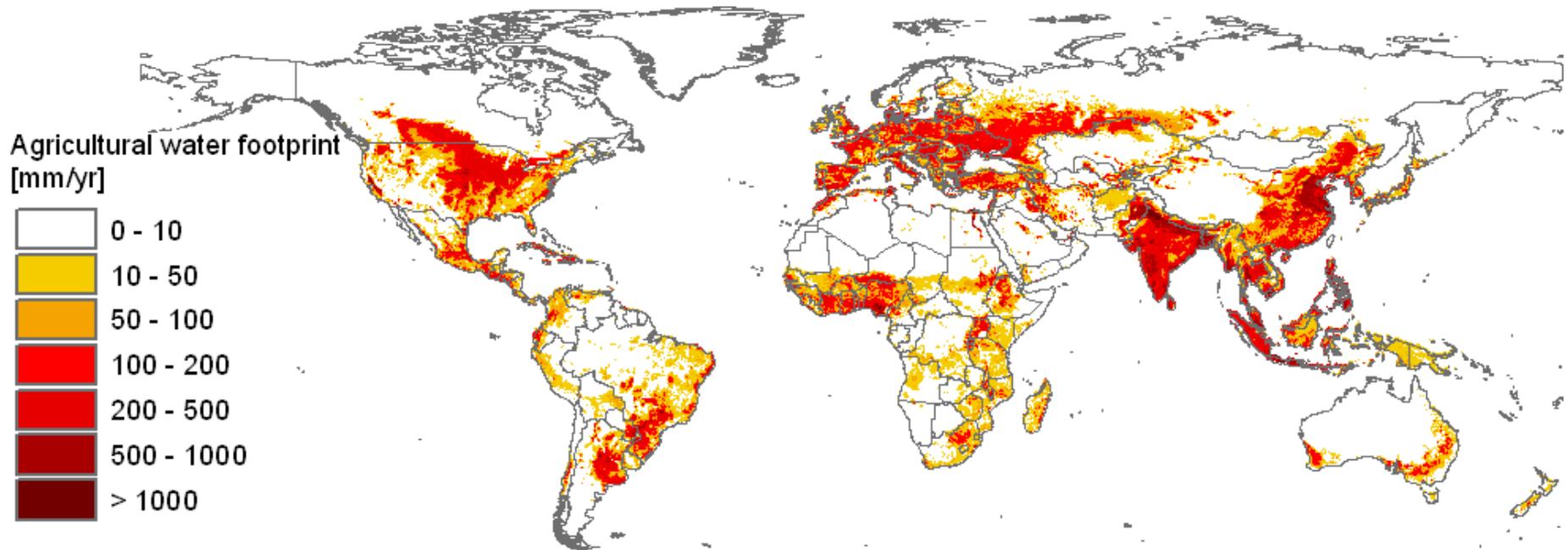
Água potável

Formas não convencionais de produção

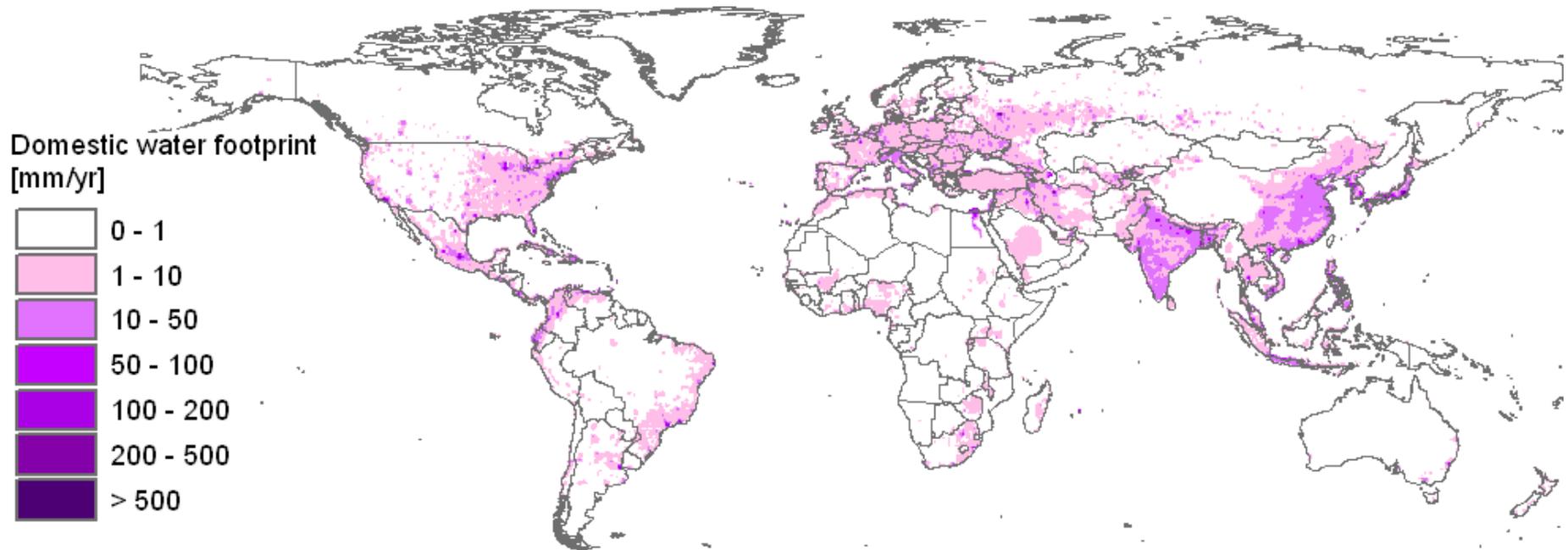


Arrefecimento evaporativo de estufas, usando água salgada para cobrir a estufa, permite reduzir temperatura interior em 10°C. (Sahara Forest Project)

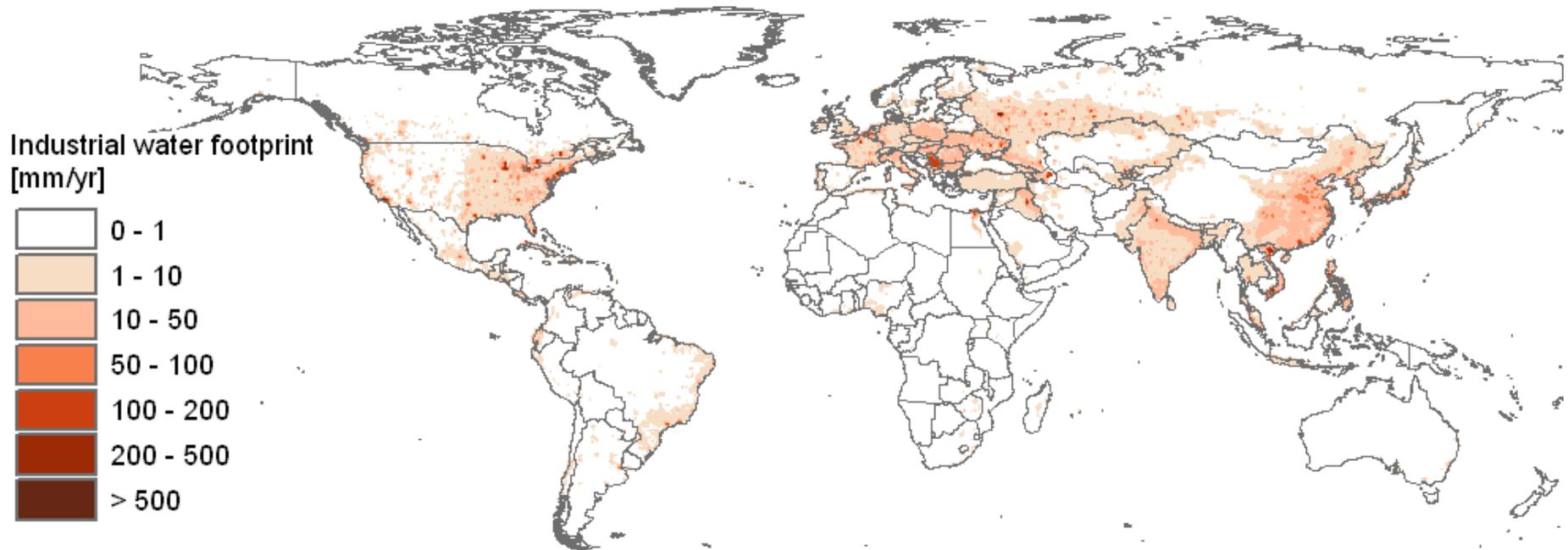
Consumo de água



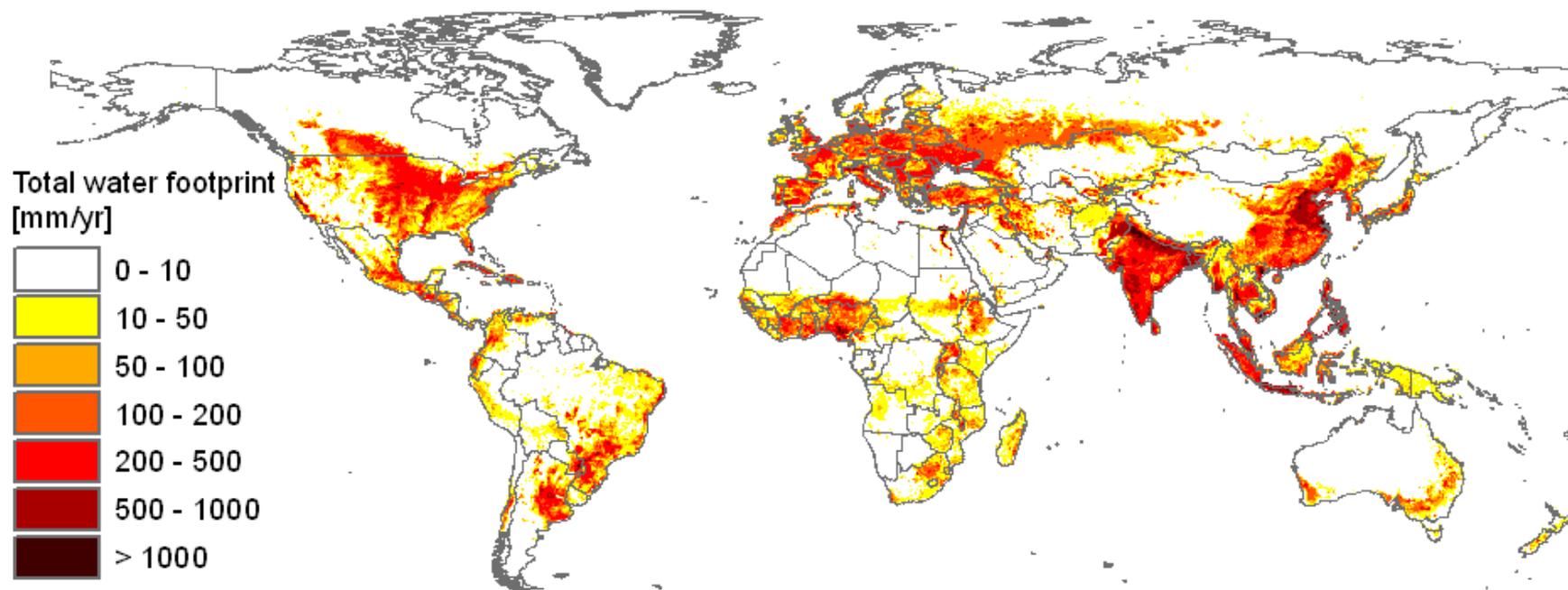
Consumo de água



Consumo de água



Consumo de água



Água virtual

Como medir o conteúdo de água dos produtos e serviços que consumimos?

Não interessa apenas o conteúdo em água mas sim quanta água foi usada/gasta na sua produção e distribuição... a **água virtual** associada a esse produto!



Conceito semelhante à **pegada de água** (permite fazer comparações entre consumidores diferentes).

Água virtual

Como medir o conteúdo de água dos produtos e serviços que consumimos?

Mas se a água não se perde, é renovável, porque é que isso interessa?

Embora a água se conserve, a **água apropriável** pelos seres humanos num dado instante diminui.

Exemplos:

- *Água que evapora numa barragem não pode ser usada para irrigação agrícola*
- *Água utilizada num dado processo industrial, porque contaminada, não pode ser usada para consumo humano*
- *Água despejada no mar, porque salgada, não pode ser usada*

Água virtual

Como medir o conteúdo de água dos produtos e serviços que consumimos?

Algumas limitações no conceito de água virtual

- Assume que todas as fontes de água têm o mesmo valor (e.g. precipitação, irrigação)
- Assume que outros usos poderiam ser dados a qualquer volume de água (se eu não usar uma represa a água pode acabar no mar)
- Não é um bom indicador ambiental já que não fornece pistas sobre a sustentabilidade no uso da água

Água virtual

Como medir o conteúdo de água dos produtos e serviços que consumimos?

A água virtual resulta da soma de 3 parcelas

ÁGUA AZUL

- É o volume de água à superfície ou subterrânea consumida durante o processo de produção (evaporada ou incorporada no produto)

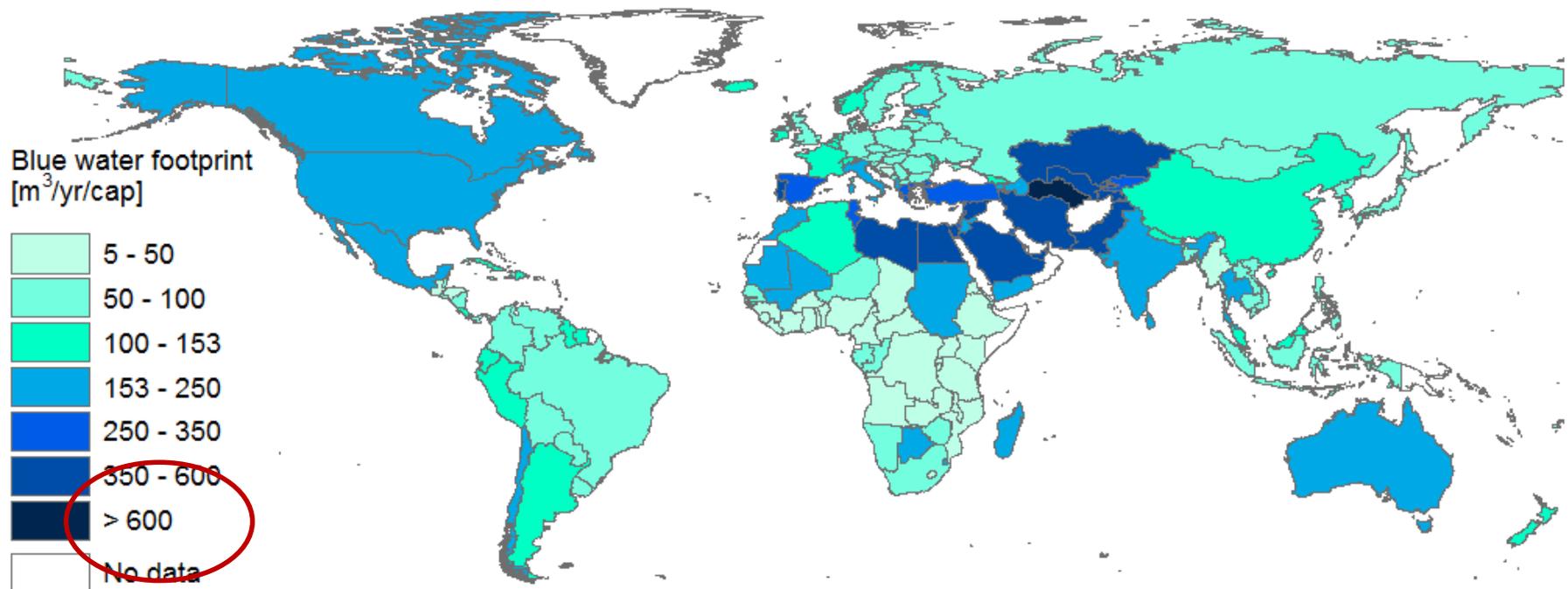
ÁGUA VERDE

- É o volume de água da chuva consumida durante o processo de produção (evaporada ou incorporada no produto)

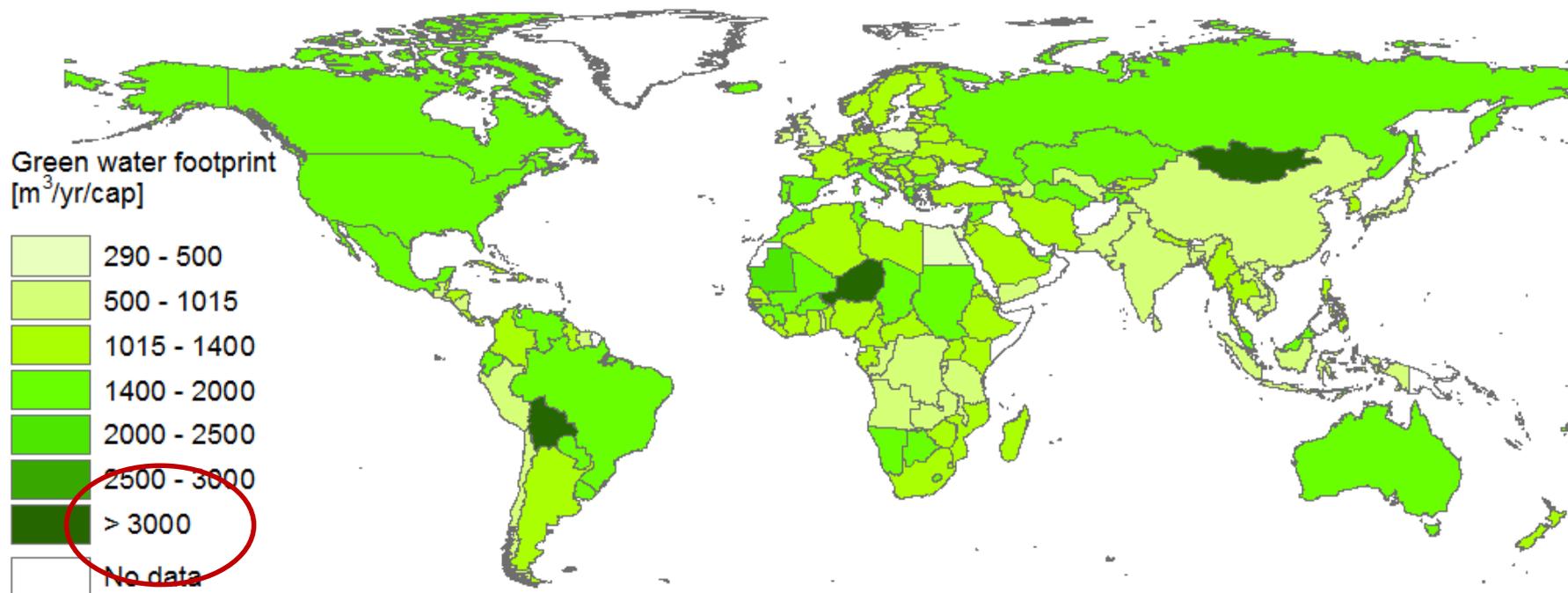
ÁGUA CINZENTA

- É o volume de água doce necessária para assimilar a carga de poluentes; calculada como o volume de água necessário para manter a qualidade de água de acordo com os padrões aceites.

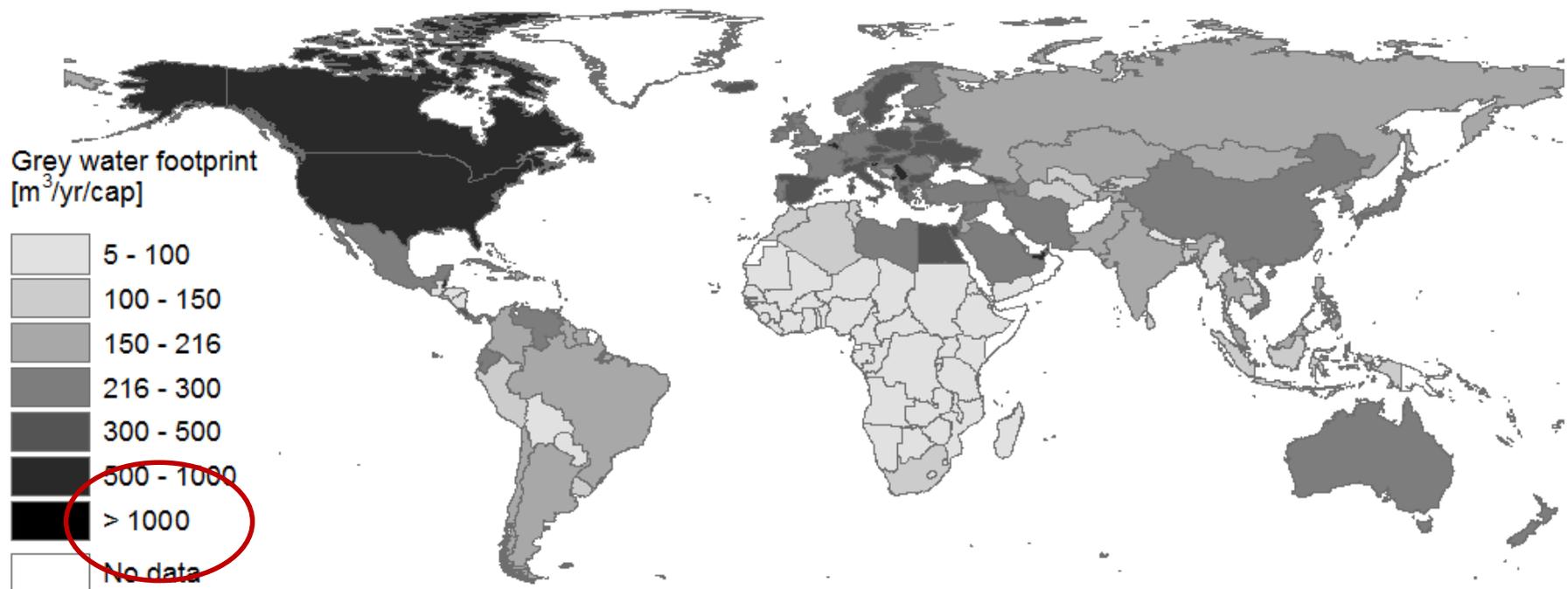
Água virtual



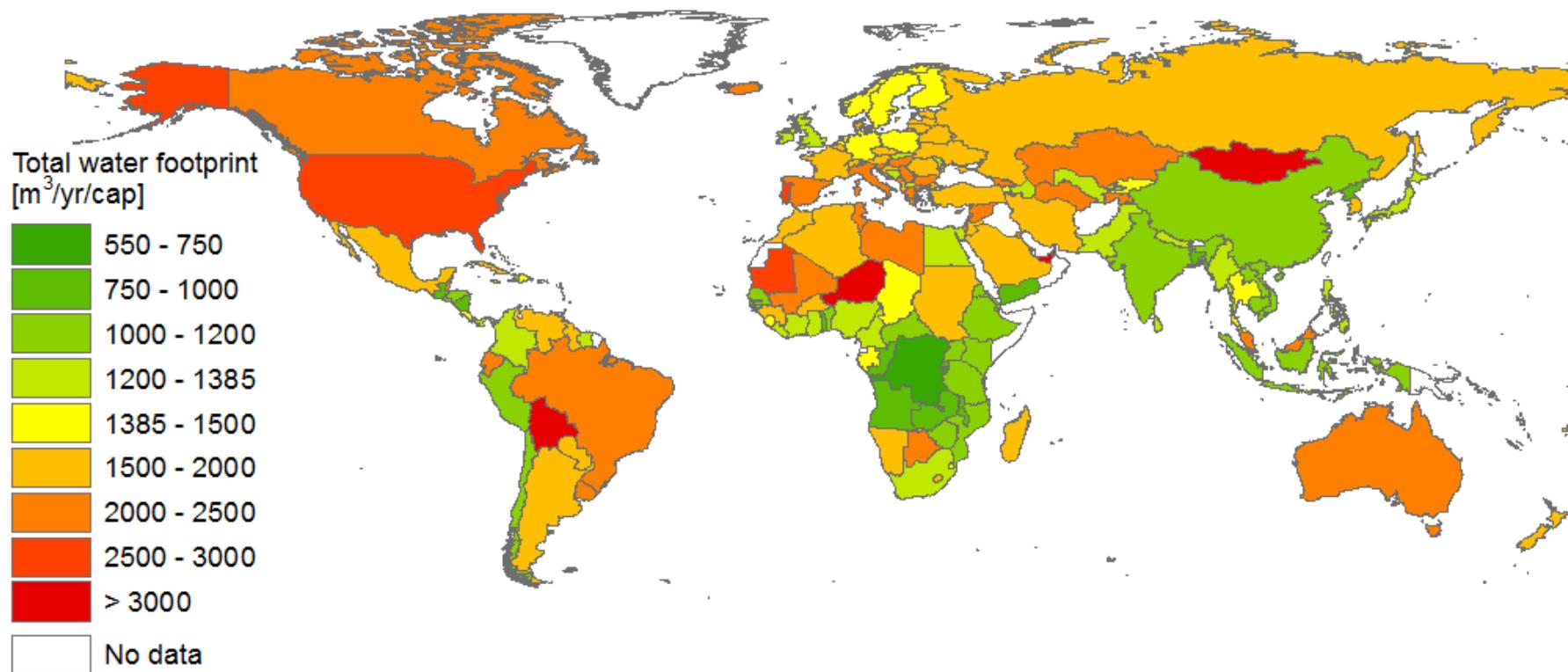
Água virtual



Água virtual

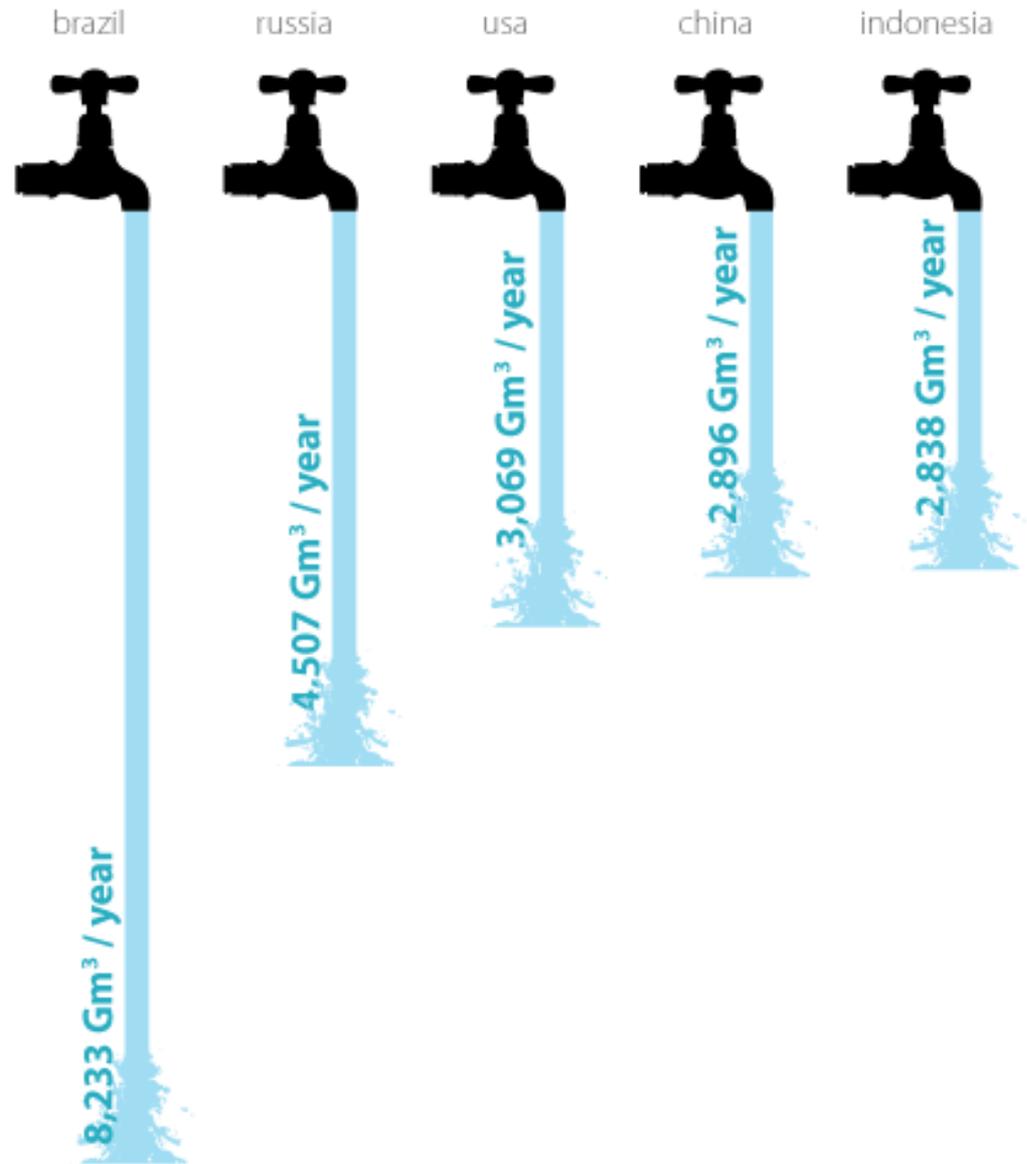


Água virtual



Água virtual

highest renewable water resources



Top 10 Freshwater Consumers (million cubic meters per year)

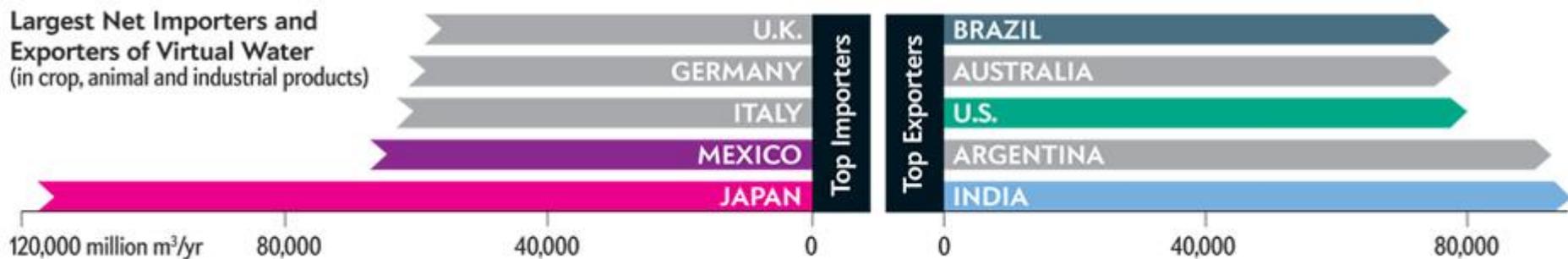


Água virtual

the highest water footprints per capita



Largest Net Importers and Exporters of Virtual Water (in crop, animal and industrial products)

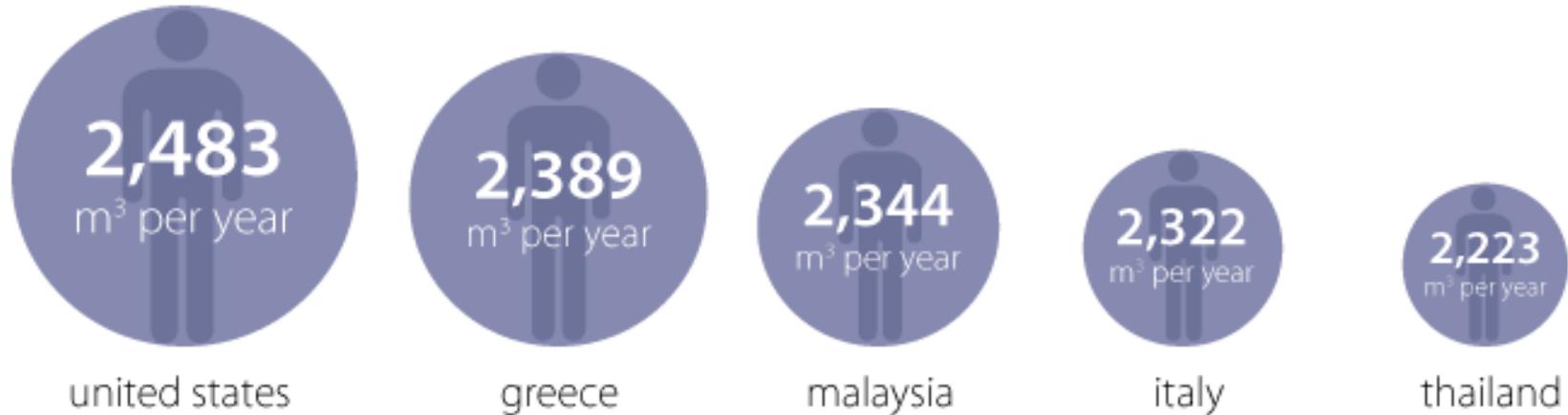


Graphics by Jen Christiansen

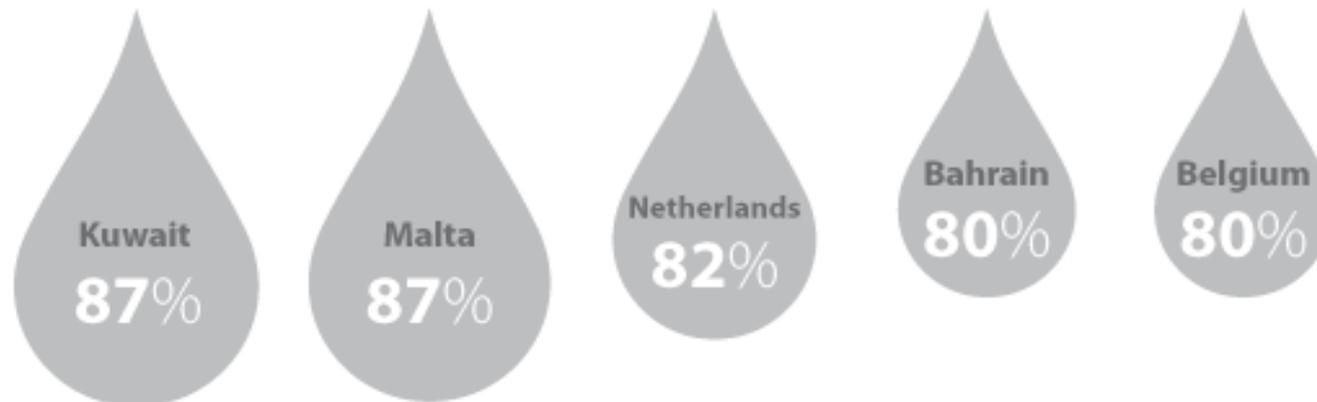
Source: "The Water Footprint of Humanity," by Arjen Y. Hoekstra and Mesfin M. Mekonnen, in *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*. Published online February 13, 2012

Água virtual

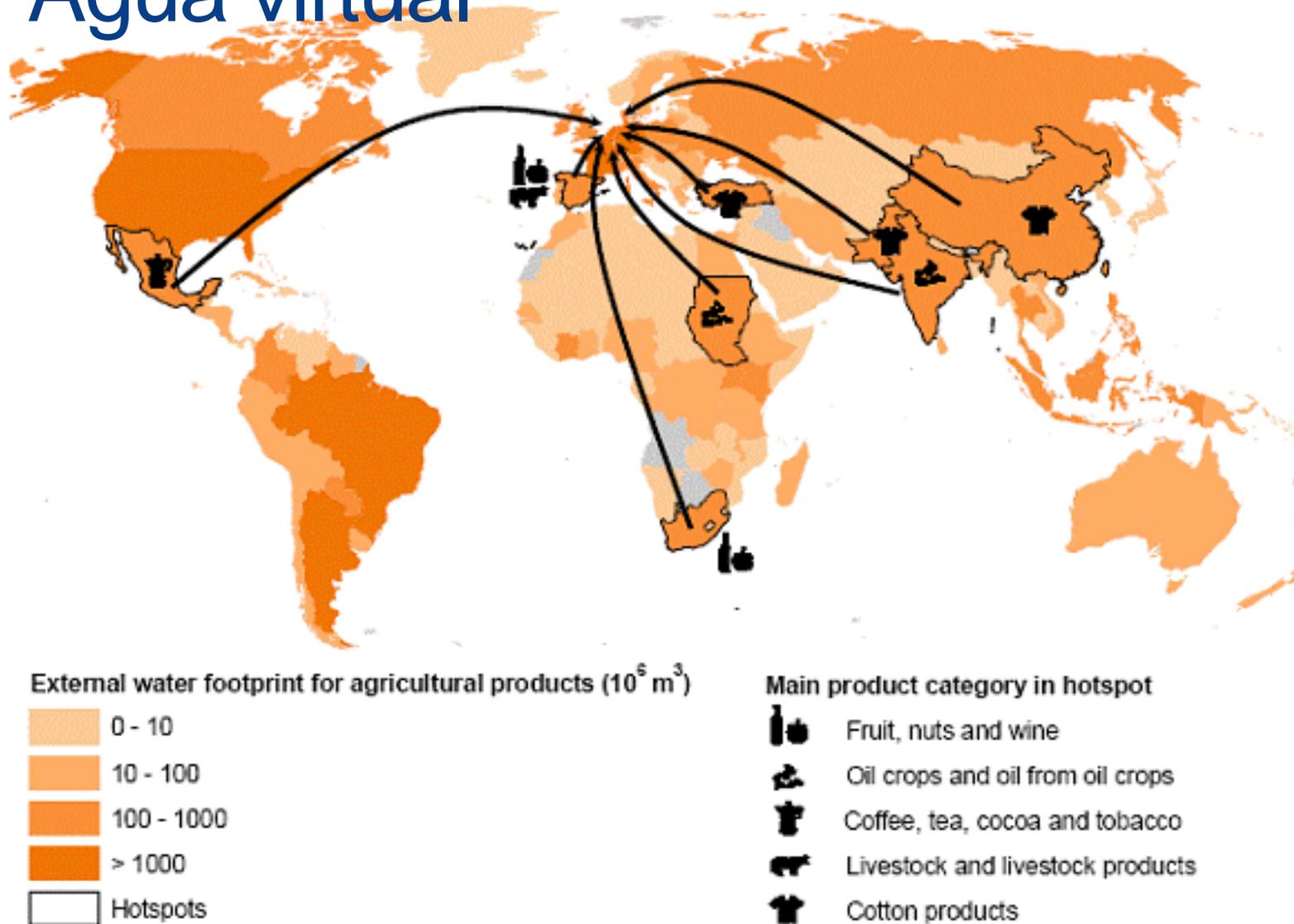
the highest water footprints per capita



countries most dependent on water imports



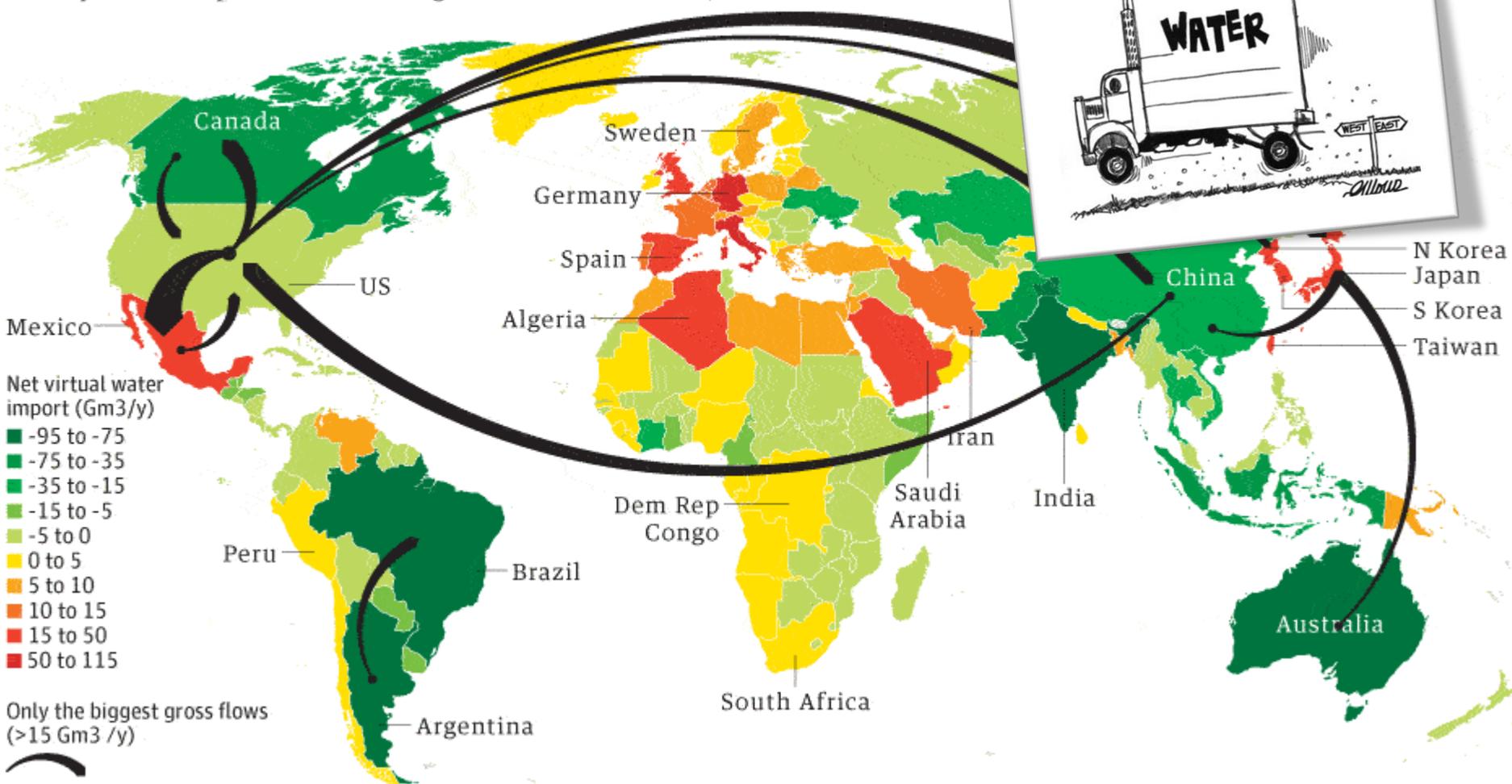
Água virtual



Água virtual

Virtual water balance

The exports and imports of water through food and commodities, 1996-2005



Água virtual

1 tomato



13
litres

1 potato



25
litres

1 cup of tea



35
litres

1 slice of bread



40
litres

1 glass of wine



120
litres

1 glass of beer



75
litres

1 glass of apple juice



190
litres

1 glass of orange juice



170
litres

1 cup of coffee



140
litres

1 glass of milk



200
litres

1 orange



50
litres

1 apple



70
litres

1 egg



135
litres

1 slice of bread with cheese



90
litres

1 bag of potato crisps



185
litres

1 hamburger



2400
litres

Água virtual

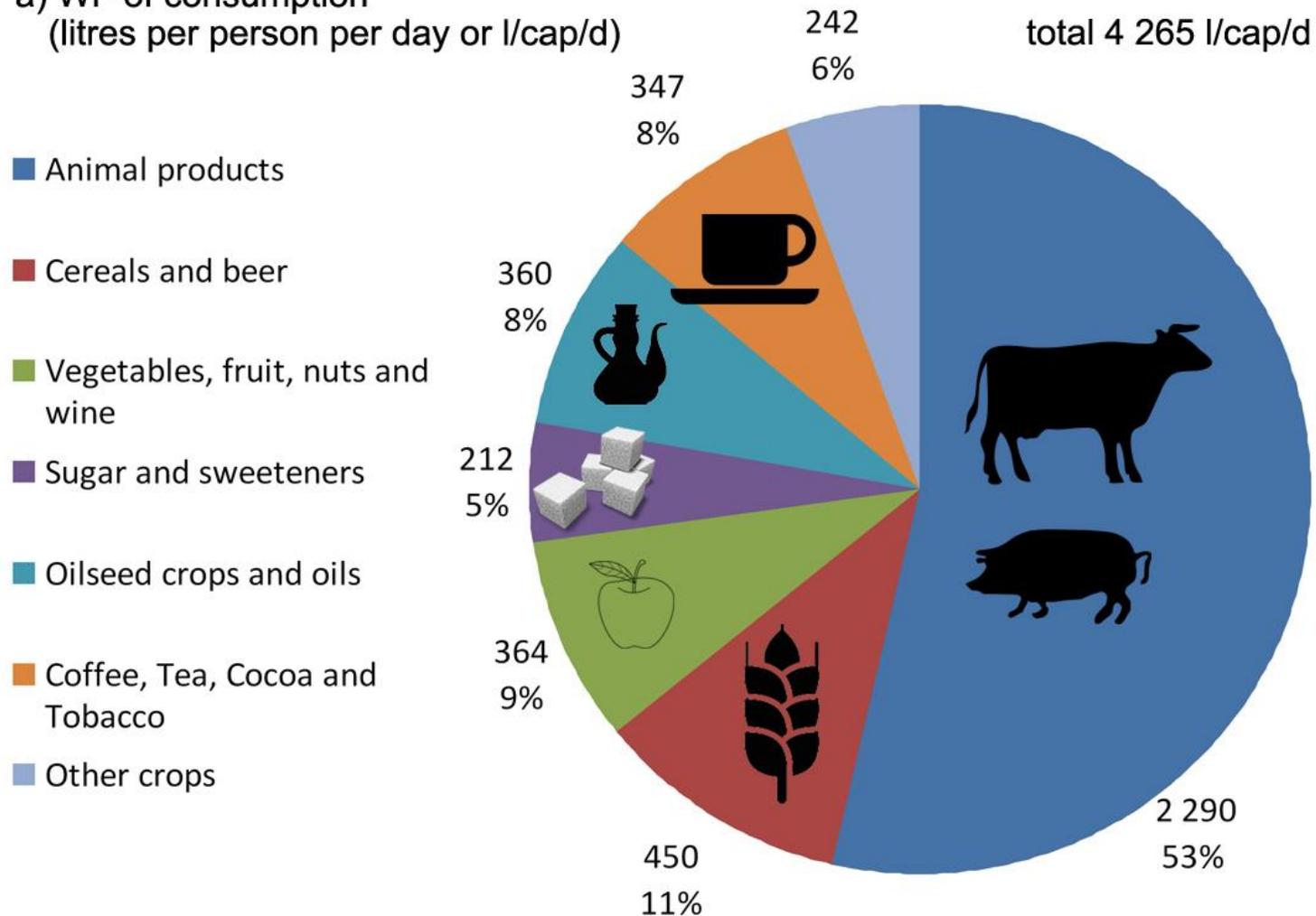


Almoço: uma sandes de queijo, pacote de batatas fritas e uma coca-cola.

Pegada de água: 756 litros.

Pegada de água

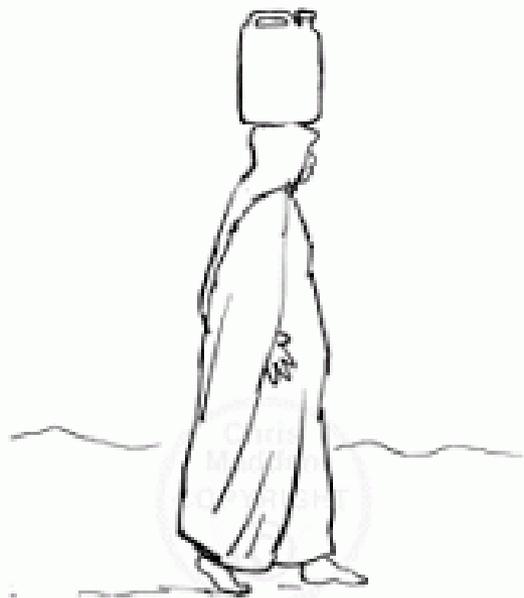
a) WF of consumption
(litres per person per day or l/cap/d)



Água virtual

Água engarrafada

IN SOME PARTS OF
THE WORLD WATER
IS TRANSPORTED FOR
DOZENS OF KILOMETRES



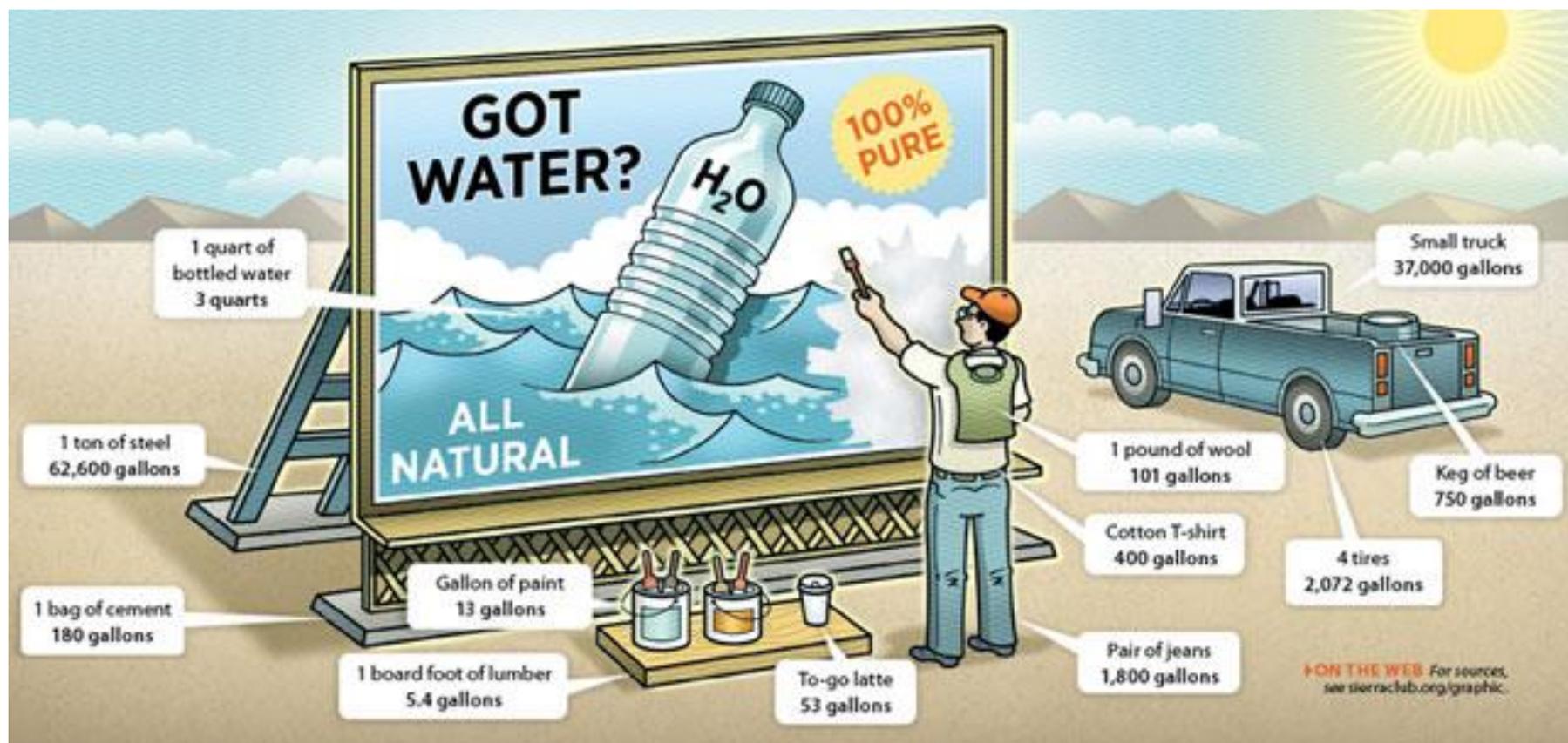
IN OTHERS
IT'S THOUSANDS



CHRIS MADON

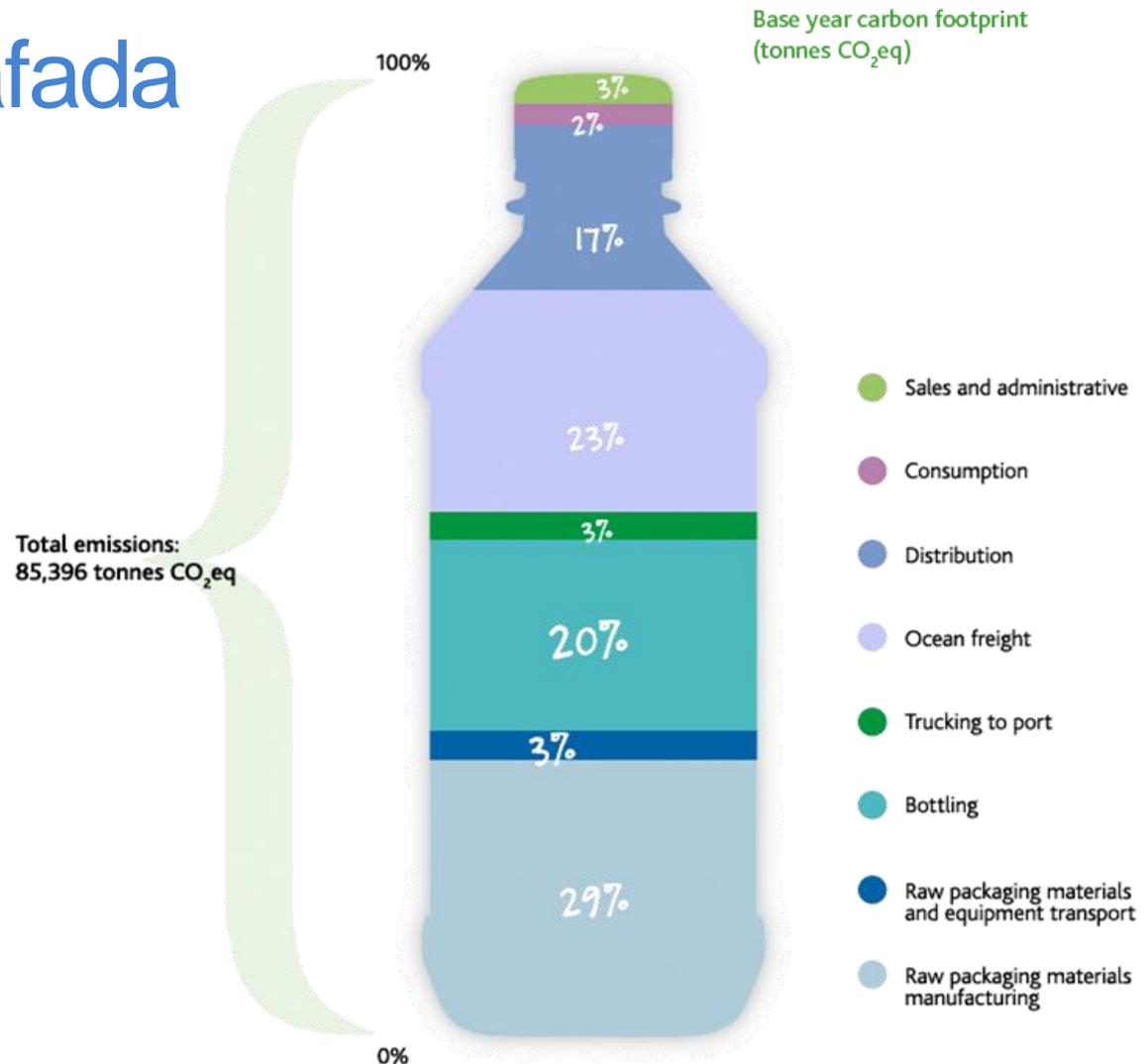
Água virtual

Água engarrafada



Água virtual

Água engarrafada



Conceitos chave

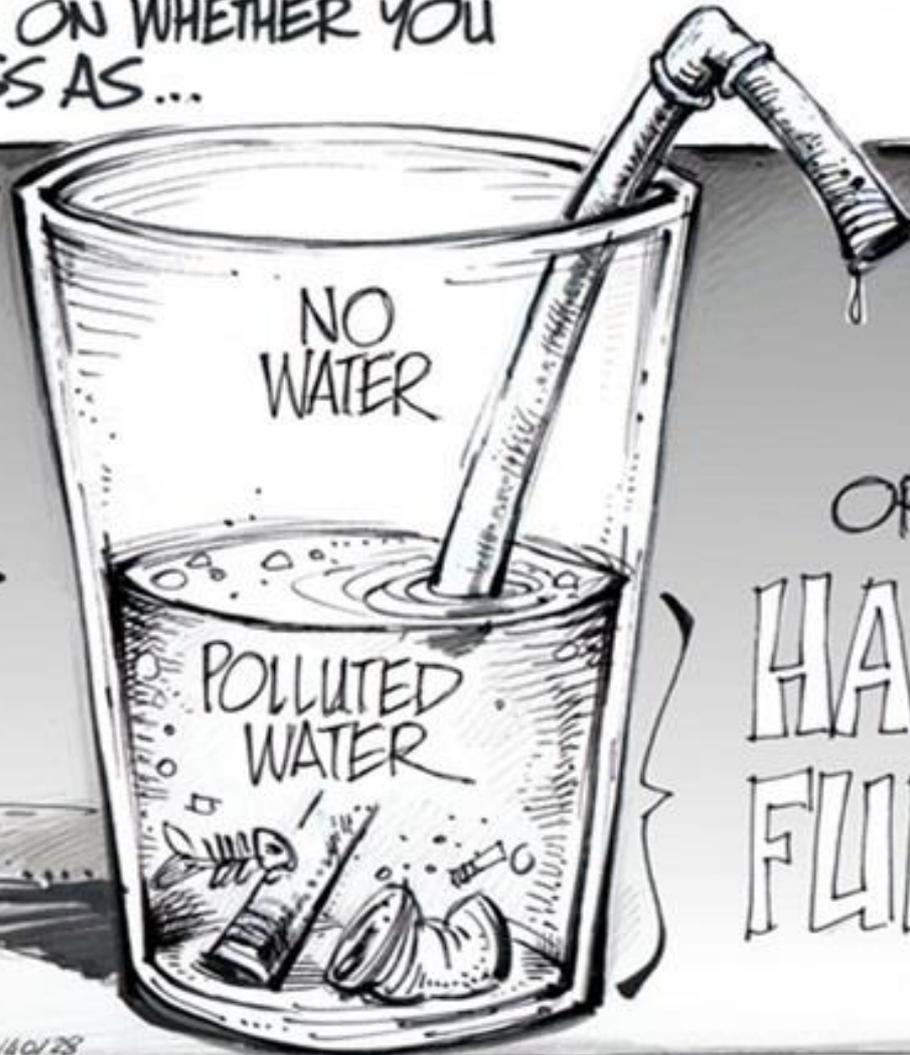
- ❑ Nexo energia-água
- ❑ Água azul-verde-cinzenta
- ❑ Água virtual

Bibliografia para explorar mais

- ❑ Water and energy nexus – a Literature Review, Stanford 2013
- ❑ Hoekstra et al, The Water Footprint Assessment Manual, Earthscan 2011

WHAT'S SA'S BIGGEST WATER CRISIS?
THAT DEPENDS ON WHETHER YOU
SEE THE GLASS AS ...

HALF
EMPTY,



OR
HALF
FULL.