



29 de outubro de 2024

GARANTIA DA SEGURANÇA DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO. EXPERIÊNCIAS INTERNACIONAIS



José Vieira

Professor Emérito da Universidade do Minho

© José Vieira 2024

Nota biográfica



- Professor Catedrático Emérito da Universidade do Minho
- Pró-Reitor (1990-1998), Vice-reitor (1998-2002) da Universidade do Minho
- Doutor Eng. Civil (UMinho); MSc Sanitary Engineering (IHE-Delft); Lic. Eng. Civil (FEUPorto)
- Especialista em Engenharia Sanitária e em Hidráulica e Recursos Hídricos
- Responsável pedagógico: Graduação e Pós-Graduação em Hidráulica, Recursos Hídricos e Ambiente (U. Minho, U. Coimbra, U. São Paulo, U. Santiago Compostela)
- Domínios de investigação:
 - Planeamento de recursos hídricos (modelação matemática da qualidade da água em rios, estuários e zonas costeiras)
 - Engenharia Sanitária (água e saúde pública, tratamento de água; tratamento de águas residuais; gestão de resíduos sólidos urbanos)
- Presidente FEANI-European Federation of National Engineering Associations (2014-2020)
- Presidente WFEO-World Federation of Engineering Organizations (2021-2023)



Sumário

- **Importância da segurança da água**
- Desafios globais para a segurança da água
- PSA: Água segura para consumo humano
- Boas práticas internacionais



© José Vieira 2024



Importância da segurança da água

- A água tem características muito especiais, nomeadamente ser um solvente universal, capaz de dissolver uma infinidade de substâncias, como sais, gases, proteínas, poluentes, etc.
- Por essa razão constitui um veículo preferencial para a transmissão de doenças para o homem, quer pelo consumo de água contaminada, quer por deficientes sistemas de saneamento e higiene.
- Com os avanços científicos nos domínios da medicina e da microbiologia, tem sido possível identificar um número crescente de microrganismos patogénicos, substâncias químicas e elementos radiológicos veiculados pela água e os seus efeitos na saúde humana.
- A engenharia de saúde pública com os avanços tecnológicos em sistemas infra-estruturais de abastecimento de água, saneamento e higiene tem-se assumido como factor decisivo para se alcançarem elevados níveis de saúde e bem-estar.



© José Vieira 2024



Importância da segurança da água

- Acesso à água potável é essencial para prevenir doenças e promover saúde e bem-estar



A ONU reconhece que água potável segura e o saneamento adequado é um direito humano essencial para gozar plenamente a vida e todos os outros direitos humanos.

Resolução da Assembleia Geral das Nações Unidas 28.07.2010



2 mil milhões de pessoas sem acesso a água potável segura

3.6 mil milhões de pessoas sem acesso a saneamento adequado e decente

2.3 mil milhões de pessoas sem acesso a lavabos com sabão

494 milhões de pessoas ainda praticam defecação a céu aberto

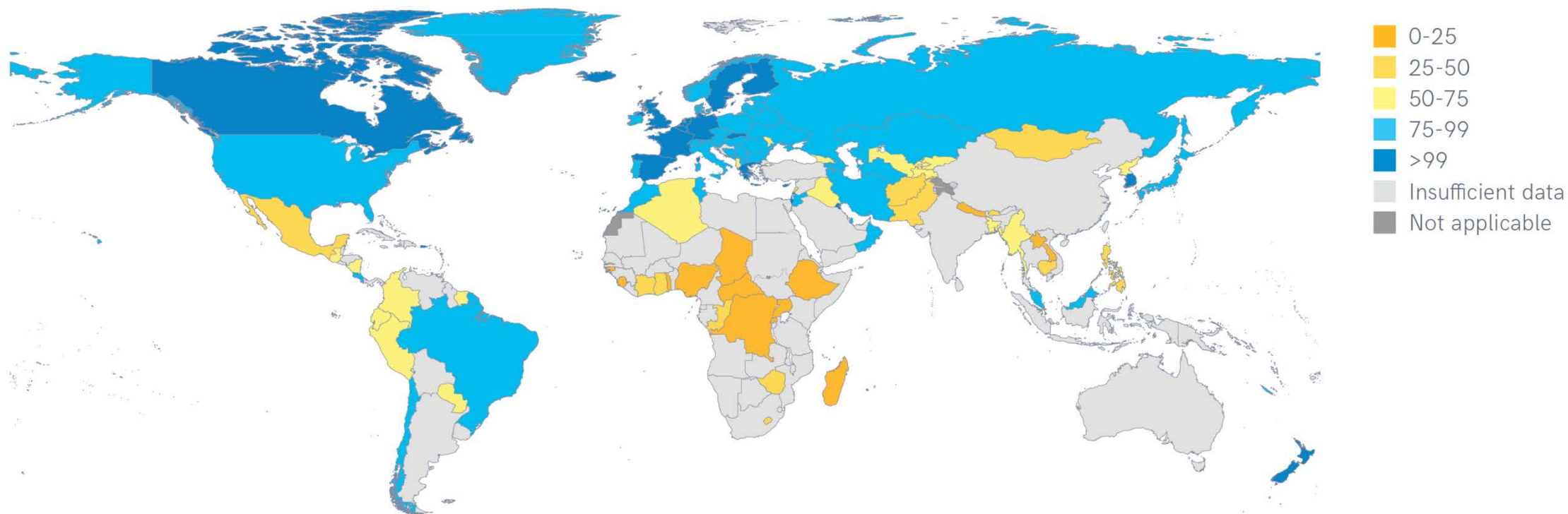


© José Vieira 2024



Importância da segurança da água

- **WASH:** Longa jornada para a universalização. População com acesso a água potável (%)



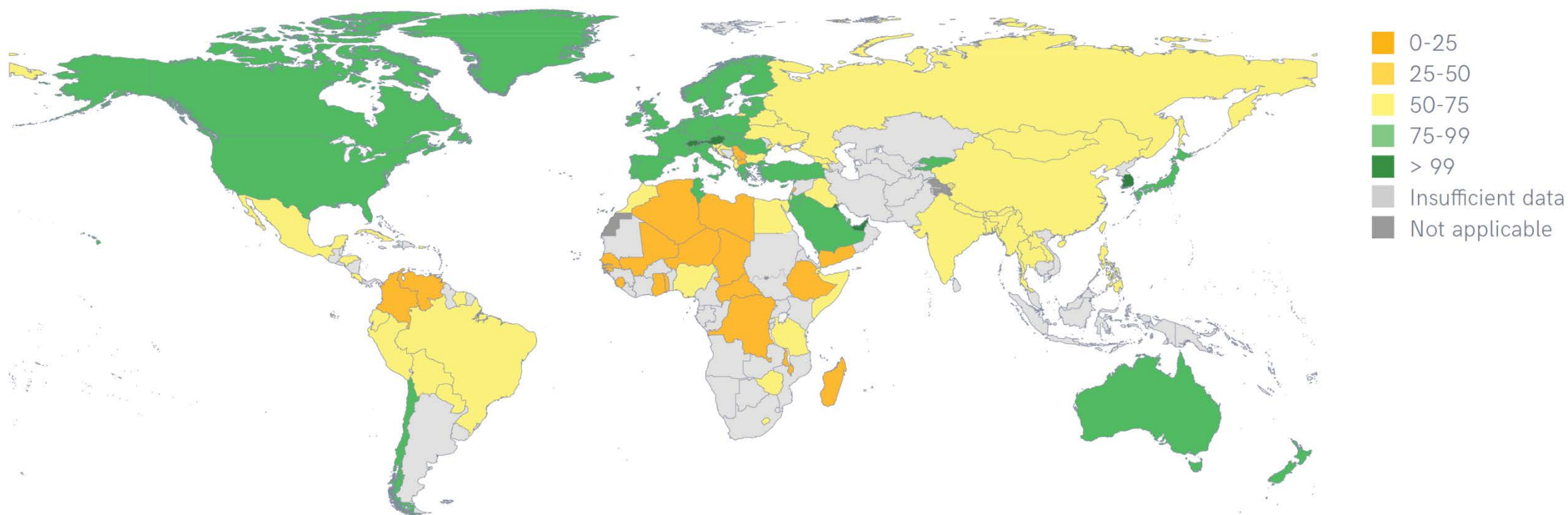
Fonte: WHO/UNICEF Progress on household drinking water, sanitation and hygiene 2000-2020: Five years into the SDGs, 2021

© José Vieira 2024



Importância da segurança da água

- **WASH:** Longa jornada para a universalização. População com acesso a saneamento (%)



Fonte: WHO/UNICEF Progress on household drinking water, sanitation and hygiene 2000-2020: Five years into the SDGs, 2021

© José Vieira 2024



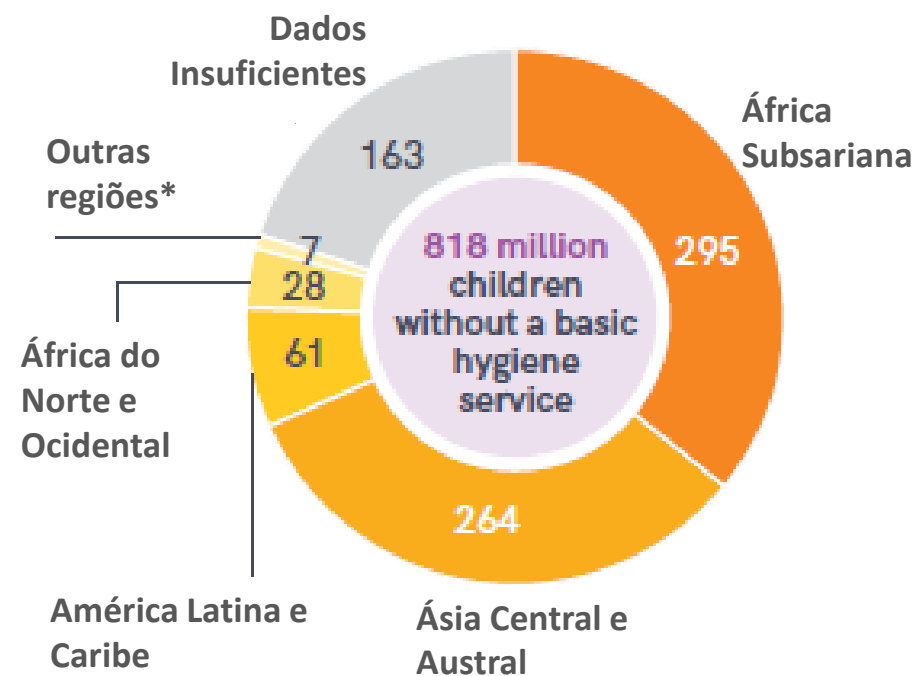
Importância da segurança da água

- **WASH:** Longa jornada para a universalização. **Serviços básicos de higiene em escolas, 2019 (%)**

Fonte: WHO/UNICEF Progress on household drinking water, sanitation and hygiene 2000-2020: Five years into the SDGs, 2021



Número de crianças em idade escolar sem um serviço básico de higiene na escola, 2019 (milhões)



* Oceania, Europa e América do Norte, Austrália e Nova Zelândia

© José Vieira 2024



Importância da segurança da água

- Principais Impactos da Segurança da Água:
 - **Saúde Pública:** A contaminação da água está associada a doenças como cólera, febre tifoide, disenteria e hepatite A
 - **Desenvolvimento Económico:** A falta de água segura limita o crescimento económico, pois prejudica a produtividade e aumenta os gastos com saúde
 - **Sustentabilidade Ambiental:** Práticas de segurança hídrica também favorecem a conservação de ecossistemas aquáticos

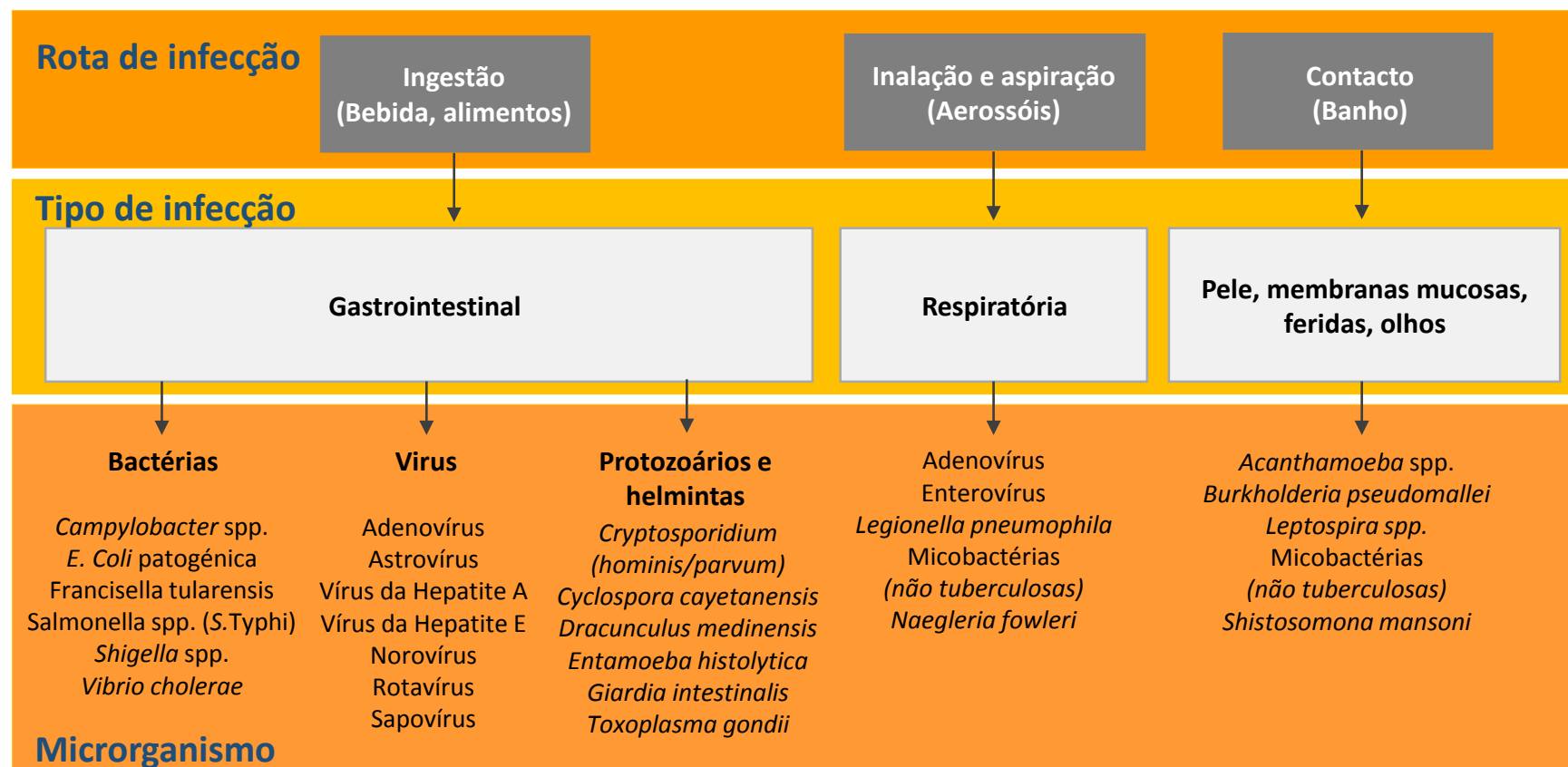


© José Vieira 2024



Importância da segurança da água

- Rotas de transmissão microrganismos patogénicos por via hídrica



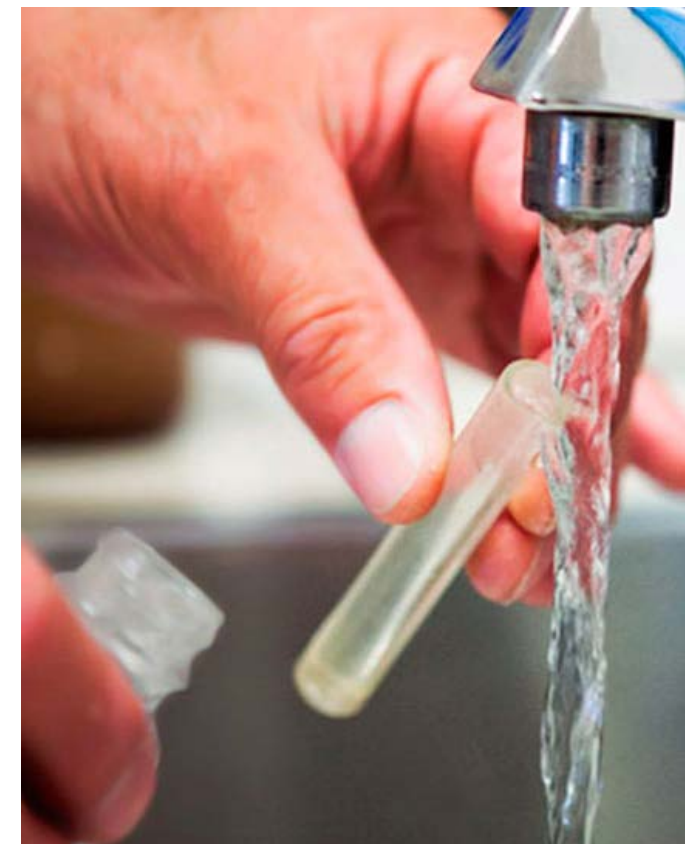
© José Vieira 2024



Importância da segurança da água

- Substâncias em concentrações tóxicas que causam doenças crônicas
 - Contaminantes inorgânicos
 - Contaminantes orgânicos sintéticos
 - Contaminantes orgânicos voláteis
 - Contaminantes radiológicos

É possível verificar um largo espectro de efeitos na saúde pública de contaminantes inorgânicos, radiológicos e orgânicos e o seu elevado nível de gravidade para o ser humano



© José Vieira 2024



Importância da segurança da água

A falta de infraestruturas de água segura limita o crescimento económico: Pobreza



© José Vieira 2024



Importância da segurança da água

Práticas de segurança hídrica favorecem a conservação de ecossistemas aquáticos



© José Vieira 2024



Sumário

- Importância da segurança da água
 - **Desafios globais para a segurança da água**
- PSA: Água segura para consumo humano
- Boas práticas internacionais



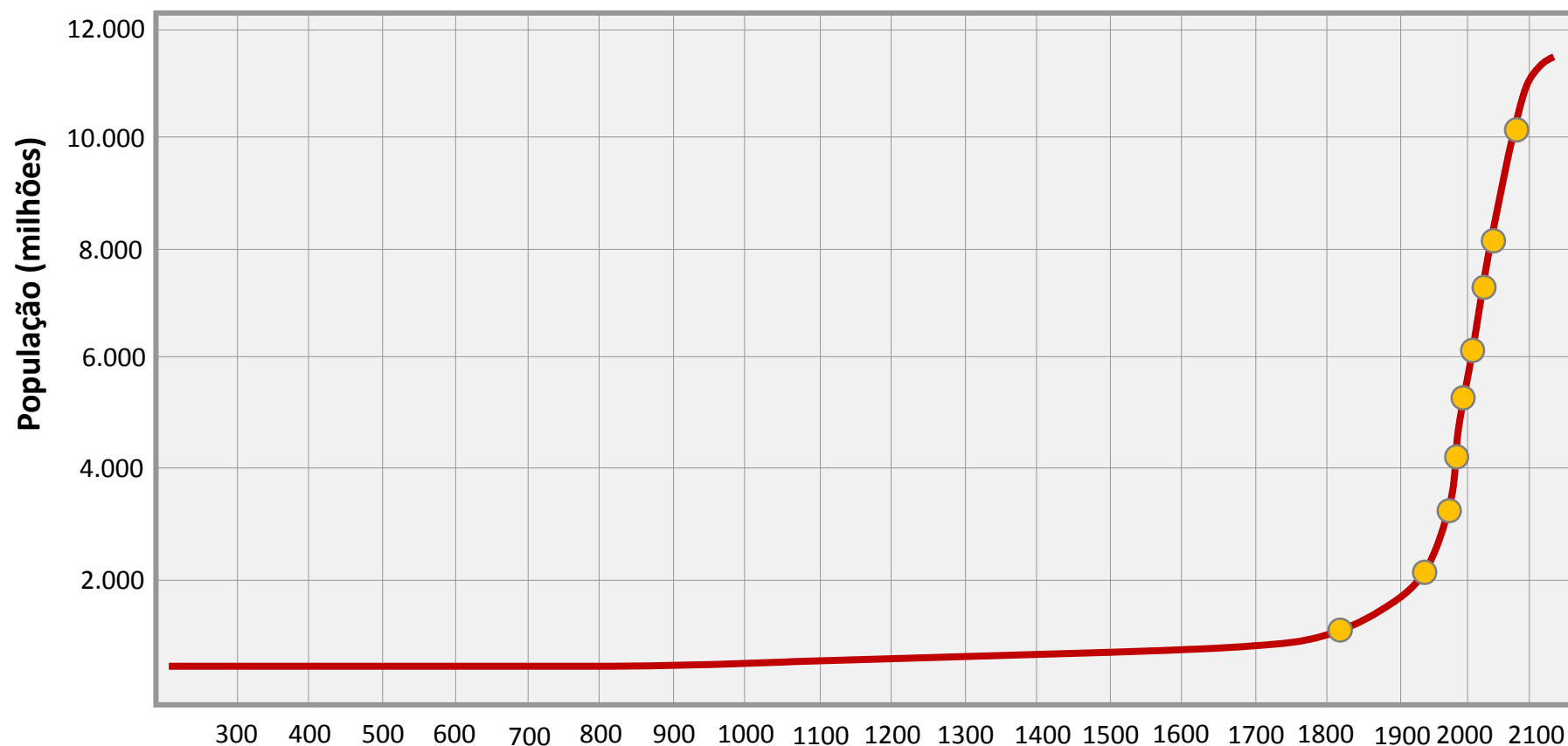
© José Vieira 2024



Desafios globais para a segurança da água

- Crescimento exponencial da população

Fonte: UN World Urbanisation Prospects, 2015

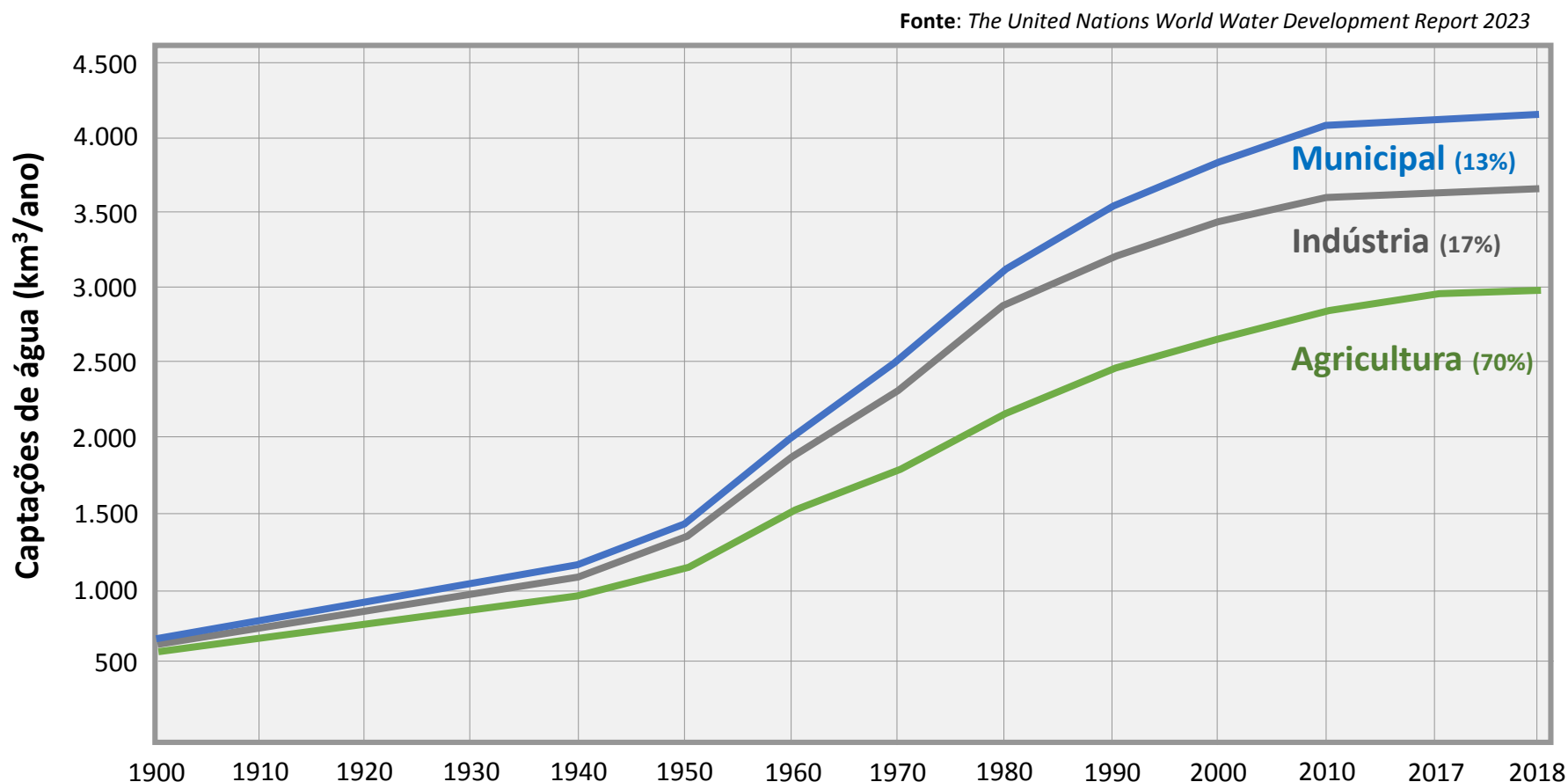


© José Vieira 2024



Desafios globais para a segurança da água

- Evolução mundial da captação de água (1900–2018)



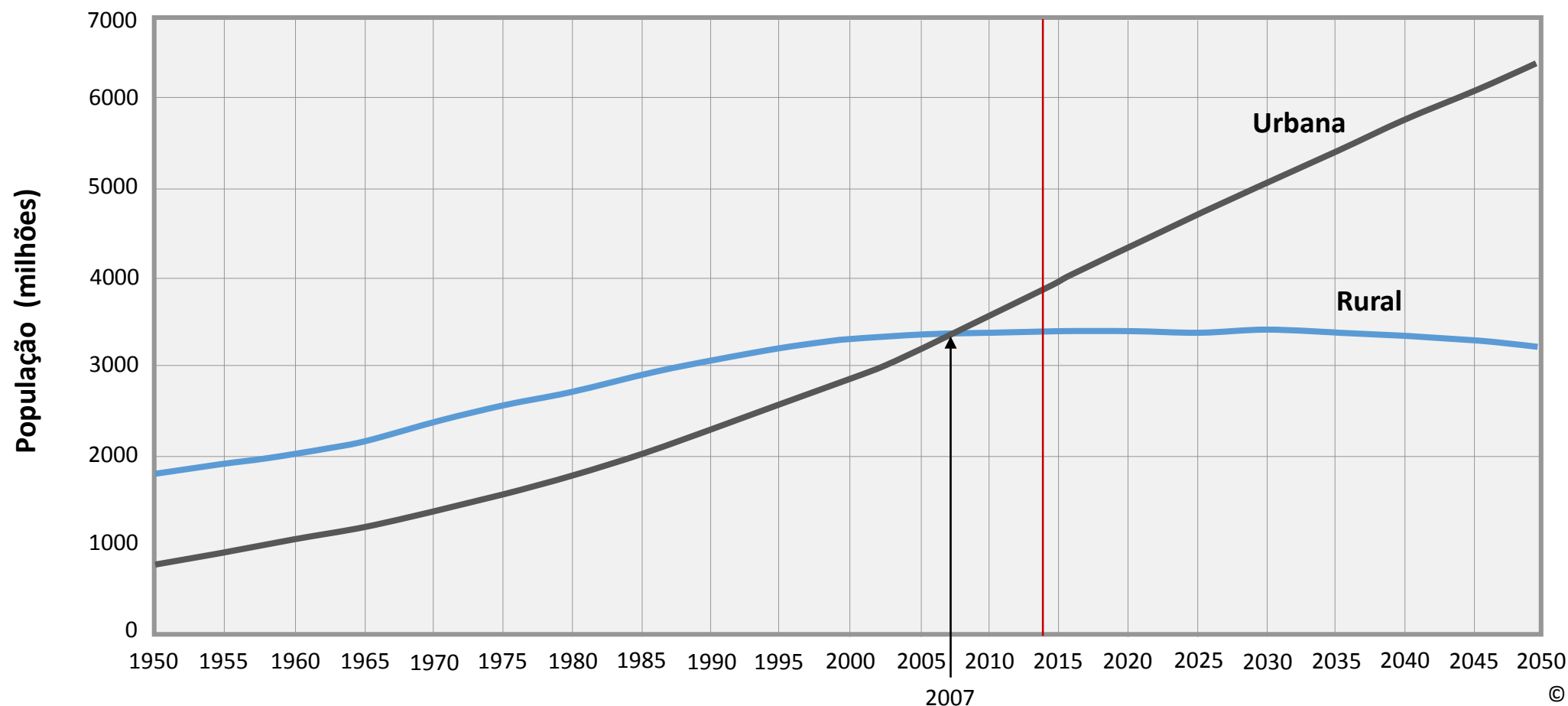
© José Vieira 2024



Desafios globais para a segurança da água

- População mundial urbana e rural

Fonte: UN World Urbanisation Prospects, 2015

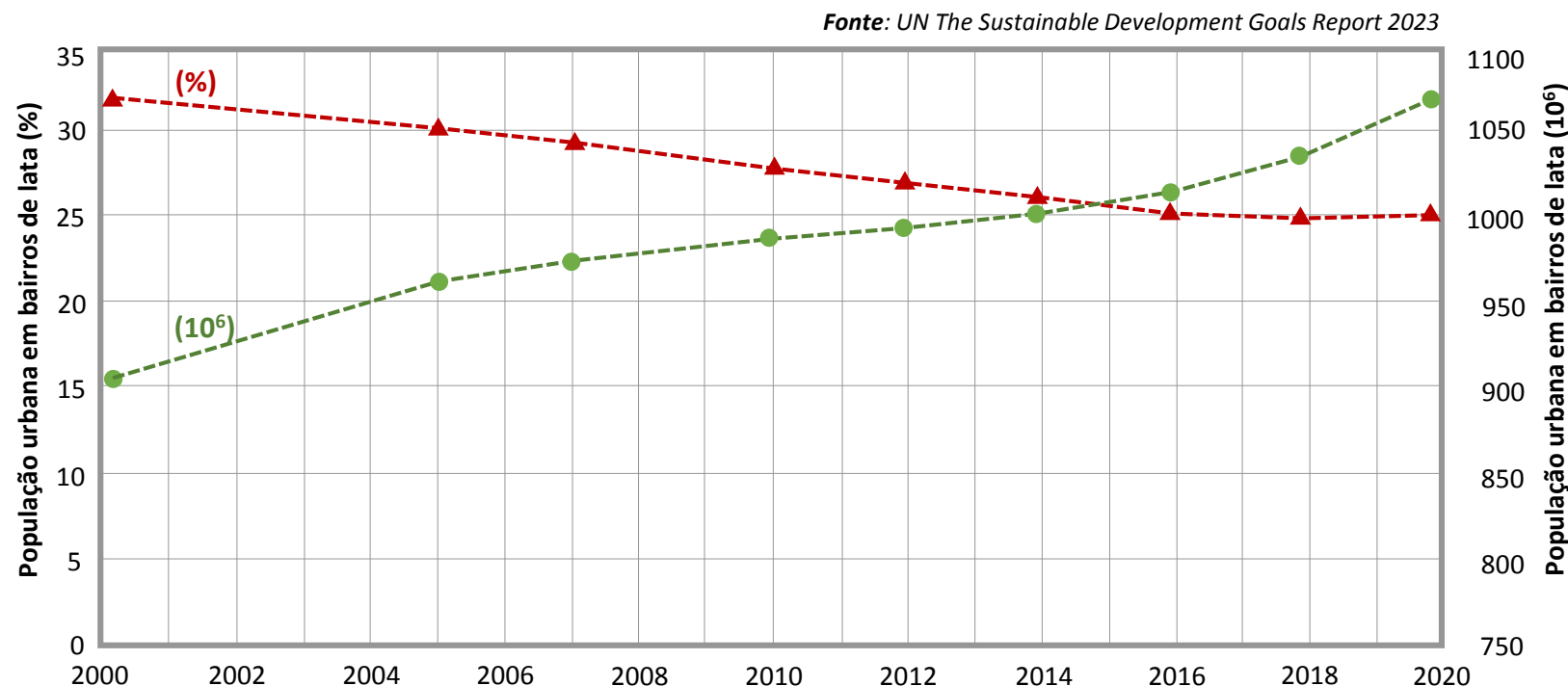


© José Vieira 2024



Desafios globais para a segurança da água

- Em muitas regiões, pequenas cidades estão registrando um crescimento mais rápido nas populações de favelas do que as grandes cidades



© José Vieira 2024



Desafios globais para a segurança da água

- População urbana crescente. **Aberrações urbanísticas**



Desafios globais para a segurança da água

- Poluição doméstica e farmacêutica



© José Vieira 2024



Desafios globais para a segurança da água

- Poluição agrícola e industrial



© José Vieira 2024



Desafios globais para a segurança da água

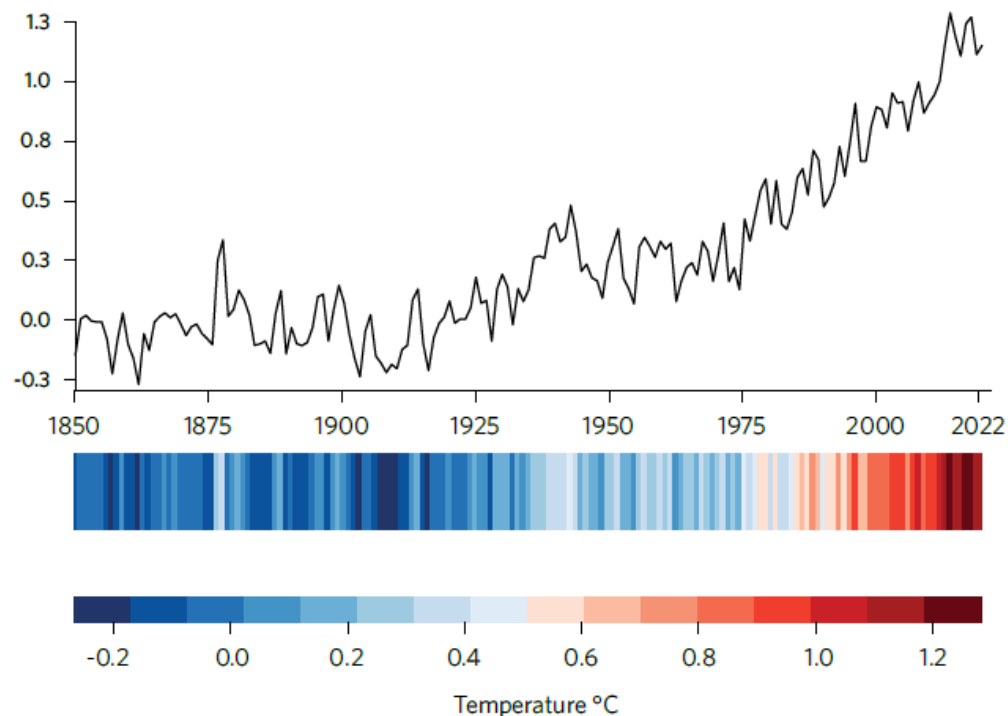
- Água – no centro da crise climática
 - As alterações climáticas tornaram os eventos climáticos extremos, como inundações e secas, mais prováveis e mais graves (IPCC).
 - O aumento das temperaturas globais aumenta a humidade que a atmosfera pode conter, resultando em **mais tempestades e chuvas intensas**, mas paradoxalmente também em períodos secos mais intensos, à medida que há mais evaporação e os padrões climáticos globais mudam (Banco Mundial).
 - Desde 2000, **os desastres relacionados com inundações** aumentaram 134 por cento em comparação com as duas décadas anteriores. A maioria das mortes e perdas económicas relacionadas com inundações foram registadas na Ásia (OMM)
 - A **elevação do nível do mar** é projetada para estender a salinização das águas subterrâneas, diminuindo a disponibilidade de água doce para humanos e ecossistemas em áreas costeiras (IPCC)



Desafios globais para a segurança da água

- Impactos das alterações climáticas na disponibilidade e qualidade da água. **Chuvas extremas**

Global annual mean temperature relative to pre-industrial levels (1850-1900 average), 1850-2022 (degrees Celsius)



Source: UN The Sustainable Development Goals Report, 2023



© José Vieira 2024



Desafios globais para a segurança da água

- Impactos das alterações climáticas na disponibilidade e qualidade da água. Secas e cheias



Desafios globais para a segurança da água

- Impactos das alterações climáticas na disponibilidade e qualidade da água. **Incêndios florestais**



© José Vieira 2024



Desafios globais para a segurança da água

- Elevação do nível das águas dos oceanos. **Salinização das águas subterrâneas**



© José Vieira 2024



Sumário

- O valor da água para a saúde humana
- Desafios globais para a segurança da água
 - **PSA: Água segura para consumo humano**
- Boas práticas internacionais



© José Vieira 2024



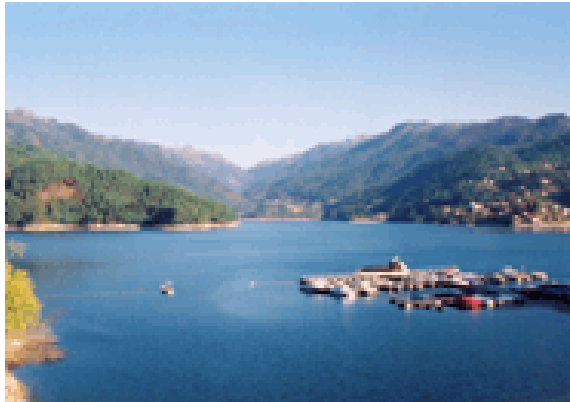
PSA. Água segura para consumo humano

- Princípios-chave na segurança da água para consumo humano
 - **Prevenção:**
 - Avaliação de fontes de água para identificar riscos de contaminação
 - Implementação de barreiras para evitar contaminação de origem (ex. proteção de mananciais e áreas de captação)
 - **Controle de Qualidade e Monitoramento:**
 - Verificação regular de parâmetros de qualidade (Ex.: pH, níveis de contaminação microbiana)
 - Uso de tecnologias de monitoramento contínuo para detetar rapidamente mudanças na qualidade da água
 - **Resposta a Emergências e Gestão de Riscos:**
 - Planos de resposta rápida para eventos de contaminação accidental ou desastres naturais.
 - Treinamento de equipes e simulações para assegurar uma resposta eficaz.



PSA. Água segura para consumo humano

- Princípio das barreiras múltiplas



Controlo de qualidade



Normas & tratamento



Sistema de distribuição



Consumidor

Sistema operacional de gestão de qualidade

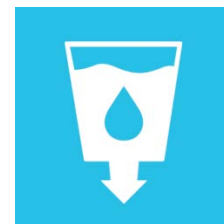
© José Vieira 2024



PSA. Água segura para consumo humano



6



Assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todos

6.1

Até 2030, alcançar o acesso universal e equitativo à água potável, **segura** e acessível para todos

ENSURE ACCESS TO WATER
AND SANITATION FOR ALL



© José Vieira 2024



PSA. Água segura para consumo humano

- PSA. Conceito

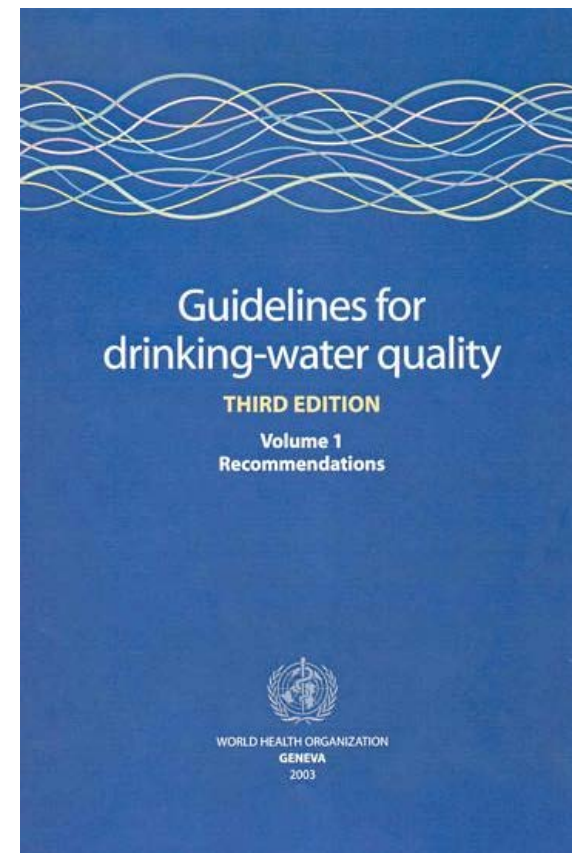
O PSA é uma forma de garantir **água segura** através de:

- Conhecimento de todo o sistema de abastecimento
- Identificação de onde e como podem surgir problemas
- Colocação preventiva de barreiras e de sistemas de gestão
- Assegurar que todas as componentes do sistema funcionam eficazmente

Uma abordagem de **avaliação e gestão de riscos** desde a fonte até ao ponto de consumo

Mudança de paradigma na gestão dos sistemas de abastecimento de água, tanto em países desenvolvidos como em países em desenvolvimento

Um quadro de água para consumo inserido em **objetivos de Saúde Pública**

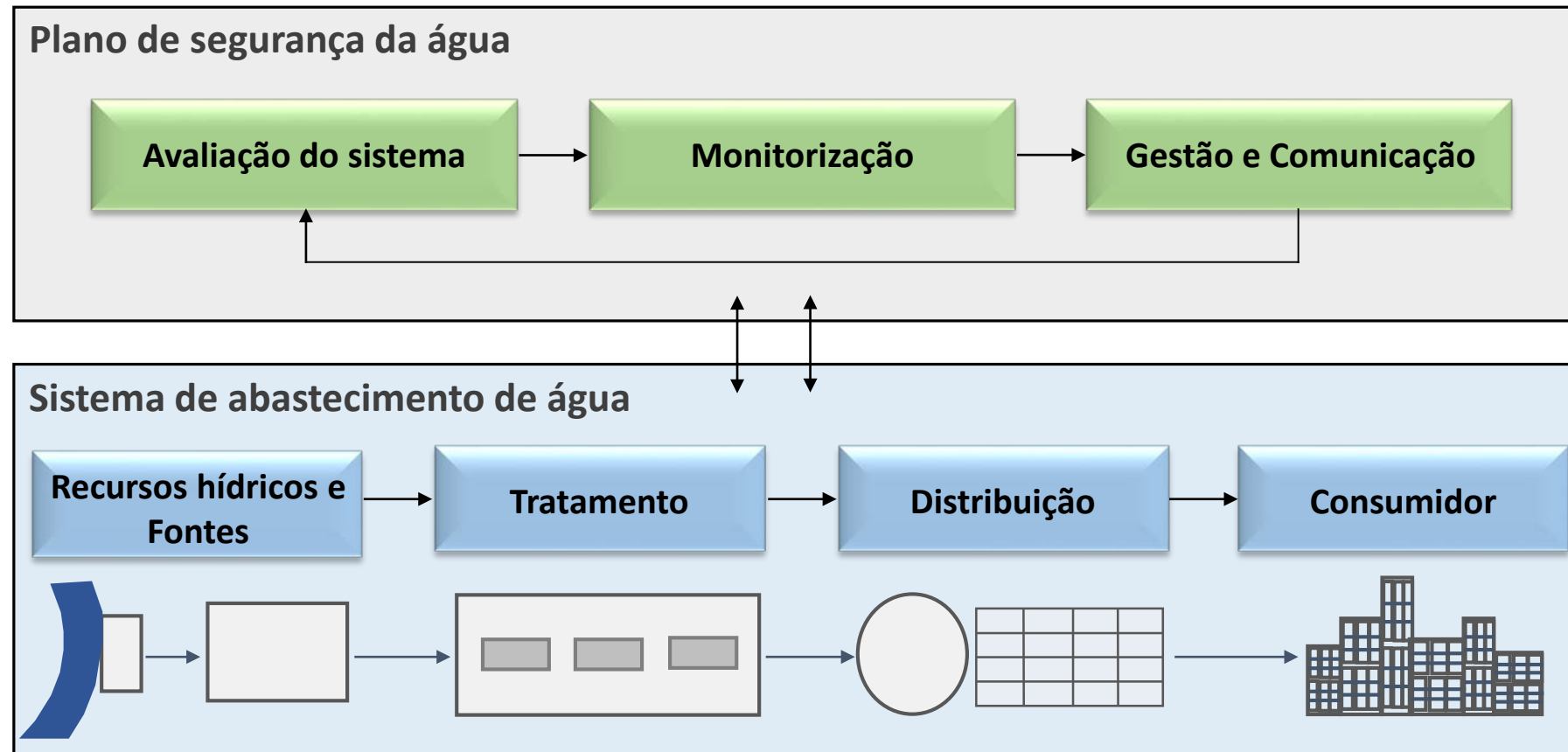


© José Vieira 2024



PSA. Água segura para consumo humano

- Articulação das componentes do PSA com as etapas do sistema de abastecimento



PSA. Água segura para consumo humano

- Normas e Regulamentos que demonstram um forte apoio político aos PSA
 - **Europa**
 - Diretiva (UE) 2020/2184, de 16.12.2020. *Artº 7º: “Os Estados-Membros asseguram que o abastecimento, o tratamento e a distribuição da água para consumo humano estão sujeitos a uma abordagem baseada no risco, que abrange toda a cadeia de abastecimento desde a bacia de drenagem, a captação, o tratamento e o armazenamento até à distribuição da água no ponto de conformidade especificado no artigo 6º”.*
 - **Austrália**
 - Em Victoria, os planos de gestão de riscos (equivalentes aos PSA) são requeridos pela Lei de Água Potável Segura de 2003.



PSA. Água segura para consumo humano

- Normas e Regulamentos que demonstram um forte apoio político aos PSA
 - **América Latina**
 - **Perú.** A Dirección General de Salud Ambiental promove os PSA dentro da regulação nacional da água potável (2014). Dentro desta regulação, os PSA são identificados como componentes essenciais dos "Planes de Control de Calidad" e dos "Programas de Adecuación Sanitaria", ambos obrigatórios para todas as entidades gestoras.
 - **Colômbia.** A regulação actual de água potável na Colômbia exige que todas as entidades gestoras implementem a "cartografía del riesgo" (equivalente a PSA), através da "Resolución de Salud 4716-2010".



PSA. Água segura para consumo humano

- Normas e Regulamentos que demonstram um forte apoio político aos PSA
 - **América Latina**
 - **Brasil.** A abordagem de gestão de riscos tem sido promovida na regulação nacional de água potável desde 2000 e a Portaria 2.914/2011 recomenda a implementação de PSA.
 - **Jamaica.** Prevê-se a introdução de PSA na regulação, através do marco do “Plan Nacional de Calidad y Vigilancia del Agua”.
 - **Uruguai.** A entidade gestora nacional (OSE-Obras Sanitarias del Estado) vem desenvolvendo uma estratégia nacional de implantação progressiva de PSA nos sistemas de abastecimento de água. O Regulador (URSEA) publicou um Regulamento vinculativo que entrou em vigor em 2018.



PSA. Água segura para consumo humano

- Normas e Regulamentos que demonstram um forte apoio político aos PSA
 - **Ásia**
 - **Butão.** O Regulamento para apoiar a Lei de Águas, que entrou em vigor em 2015, requer a implementação de PSA para todos os sistemas de abastecimento de água.
 - **Laos.** As normas nacionais de qualidade da água potável requerem a implementação do PSA para todos os sistemas de abastecimento de água e especificam prazos para o seu cumprimento (Ministério da Saúde, 2014).
 - **Filipinas.** Em 2014, mediante a Ordem Administrativa 2014-0027, o Departamento de Saúde das Filipinas declarou que o desenvolvimento e a implementação dos PSA por todas as entidades gestoras constitui uma política nacional.



PSA. Água segura para consumo humano

- Normas e Regulamentos que demonstram um forte apoio político aos PSA
 - **África**
 - **África do Sul.** Os PSA são promovidos através do “Marco para a Qualidade da Água Potável” (publicado em 2007) e o programa de certificação “Blue Drop” (programa incentivador do fomento da gestão de riscos em sistemas de abastecimento de água).
 - **Gana.** O Ministério de Recursos Hídricos, Obras e Habitação lançou, em 2016, o “Marco Nacional de Gestão da Qualidade da Água Potável, que serve de guia para todas as entidades na gestão eficaz da qualidade da água potável e protecção da saúde pública, promovendo o PSA a nível nacional.



Sumário

- O valor da água para a saúde humana
- Desafios globais para a segurança da água
- Plano de segurança da água. Implementação
- **Boas práticas internacionais**



© José Vieira 2024



Boas práticas internacionais

- Ferramentas Tecnológicas para Segurança da Água
 - **Monitoramento Contínuo de Qualidade da Água:**
 - **Sensores em Tempo Real:** Sensores para detectar mudanças em parâmetros como pH, turbidez, e níveis de contaminantes (ex. bactérias, metais pesados)
 - **Monitoramento Remoto:** Uso de tecnologias de Internet das Coisas (IoT) para monitorar fontes de água remotamente, em locais de difícil acesso
 - **Análise de Dados e Previsão:**
 - **Inteligência Artificial e Machine Learning:** IA aplicada para prever padrões de contaminação, antecipar problemas, e criar alertas para eventos extremos
 - **Modelagem de Qualidade da Água:** Utilização de modelos para prever como poluentes se movem e alteram a qualidade da água
 - **Automação e Controlo de Sistemas de Tratamento:**
 - **Automação em Estações de Tratamento:** Tecnologias que permitem controlar e ajustar automaticamente o tratamento de água com base em dados de qualidade em tempo real



© José Vieira 2024



Boas práticas internacionais

- Lições Aprendidas de Experiências Internacionais
 - **Engajamento da Comunidade:**
 - o **Descrição:** A educação e a conscientização do público são cruciais para garantir o uso seguro e responsável da água
 - o **Exemplo:** Programas de educação comunitária em países como Austrália e Estados Unidos, onde a população participa ativamente na conservação e no uso sustentável da água
 - **Financiamento Adequado e Sustentável:**
 - o **Descrição:** O investimento contínuo em infraestruturas de água, como estações de tratamento e redes de distribuição, é essencial
 - o **Exemplo:** Modelos de financiamento público-privado no Reino Unido e Japão, onde recursos são destinados a melhorar e manter a segurança hídrica



Boas práticas internacionais

- Lições Aprendidas de Experiências Internacionais
 - **Inovação Tecnológica e Adaptação Local:**
 - o **Descrição:** A aplicação de tecnologias avançadas, adaptadas ao contexto local, aumenta a eficiência e a resiliência dos sistemas hídricos
 - o **Exemplo:** Singapura e Israel aplicam tecnologias de dessalinização e reuso de água, adequando-as às suas condições climáticas e de escassez
 - **Políticas de Gestão Integrada e Transparente:**
 - o **Descrição:** Políticas que envolvem diferentes setores e promovem a transparência na gestão dos recursos hídricos ajudam a prevenir crises
 - o **Exemplo:** A União Europeia implementa políticas integradas de gestão da água, combinando regulamentação e incentivos para proteção ambiental



Boas práticas internacionais

- PSA. Instrumentos de política e de regulação à escala nacional

— **Inclusão formal da abordagem PSA** nas pertinentes políticas e/ou regulamentos nacionais, incentivando e apoiando a implementação de PSA



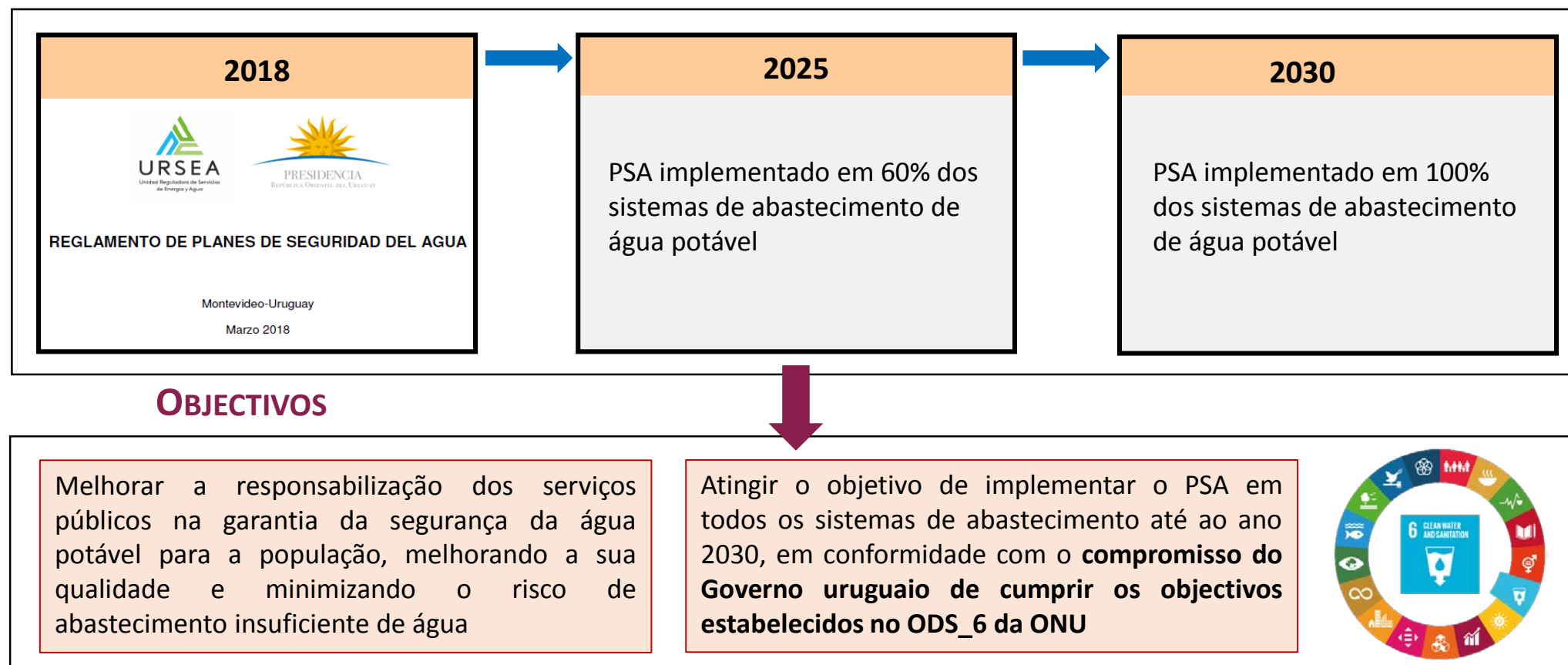
© José Vieira 2024



Boas práticas internacionais

- **Uruguai.** Um caso de estudo

Fonte: Vieira JMP et al., 2023



© José Vieira 2024



Boas práticas internacionais

- **Uruguai.** Um caso de estudo

- Entidades Prestadoras de Serviços de Água



- Entidade Reguladora



© José Vieira 2024



Boas práticas internacionais

- **Uruguai.** Um caso de estudo. **Reglamento PSA, 2018**

- **Artículo 1**

- Establecer los **requisitos y obligaciones** que las empresas prestadoras del servicio deben cumplir para elaborar e implementar planes de seguridad del agua con el fin de garantizar la provisión de agua segura para el consumo humano, a través de un **enfoque de evaluación y gestión del riesgo**, de acuerdo con las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud.

- **Artículo 3**

- Cada empresa prestadora deberá **elaborar, aprobar e implantar, y poner a disposición de la URSEA:**
 - Un plan de seguridad del agua para cada sistema con población de más de 20.000 habitantes.
 - Un plan de seguridad del agua para sistemas con población de menos de 20.000 habitantes, **con las variantes necesarias para adecuarlo a las características de estos sistemas.**



© José Vieira 2024



Boas práticas internacionais

- **Uruguai.** Um caso de estudo. **Reglamento PSA, 2018**

- **Artículo 29**

- La EPSA debe realizar **inspecciones sanitarias y auditorías internas** para confirmar si el plan de seguridad del agua se ajusta a los requisitos de su aplicación y se asegura de que la calidad del agua y los riesgos están controlados.
- Los sistemas con más de 20.000 habitantes tendrán al menos **una auditoría interna completa de frecuencia anual**.
- Los sistemas con menos de 20.000 habitantes tendrán **al menos una inspección sanitaria y una auditoría interna simplificada, de frecuencia anual**. Sin perjuicio de lo anterior, estos sistemas serán objeto de una auditoría interna según un cronograma definido por la EPSA que deberá contemplar 3 sistemas anuales por departamento como mínimo. En aquellos casos donde en el departamento existan menos de 3 sistemas de abastecimiento el número mínimo será la totalidad de los sistemas existentes.



© José Vieira 2024



Boas práticas internacionais

- **Uruguai.** Um caso de estudo. **Reglamento PSA, 2018**

- **Artículo 51**

- Se establece que **en el año de 2030 todos los sistemas de abastecimiento de agua potable en Uruguay deberán tener su PSA implantado** conforme al compromiso asumido por el Gobierno de Uruguay respecto de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas, cuyo Objetivo 6 prevé que en 2030 se alcance un acceso universal y equitativo al **agua potable segura** a un precio asequible para todos.

- **Artículo 52. Cronograma**

- Implementados los PSA en el **60 %** de los sistemas al año **2025**.
 - Implementados los PSA en el **100 %** de los sistemas al año **2030**.



© José Vieira 2024




Boas práticas internacionais

- Para uma política de disseminação de PSA **sistemática e estruturada à escala nacional**, é necessário:

Fonte: Vieira JMP, 2011

- Compromissos institucionais, metodologias organizacionais e mecanismos de suporte: **factores-chave para o sucesso**.
- Um **quadro coerente e pragmático**, fundamental para a monitorização de um processo padronizado de implementação de PSA.
- A **priorização das componentes fundamentais e a atribuição de responsabilidades** aos parceiros institucionais.



A close-up photograph of a young girl with dark hair and bangs, smiling as she drinks water from a clear glass. The background is a soft, out-of-focus green, suggesting an outdoor setting. The text is overlaid on the top left of the image.

Quando beberes água, lembra-te da fonte
Provérbio Chinês

Obrigado pela atenção

José Manuel Pereira Vieira
jvieira@civil.uminho.pt