



Fernando Veloso Gomes
velosogomesfvg@gmail.com

Governança da Água e do Litoral – da origem até ao mar

Sessão Plenária 4

*Os SISTEMAS HÍDRICOS NATURAIS são, pela sua natureza, **dinâmicos***

Água

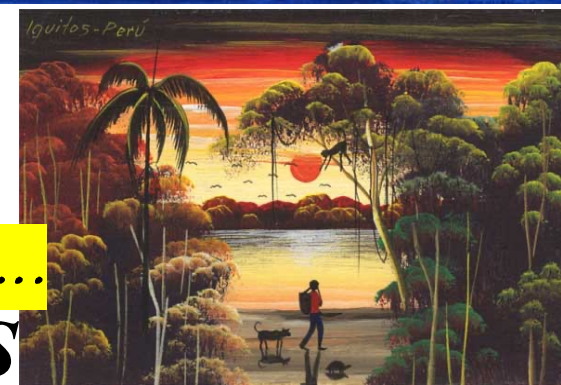
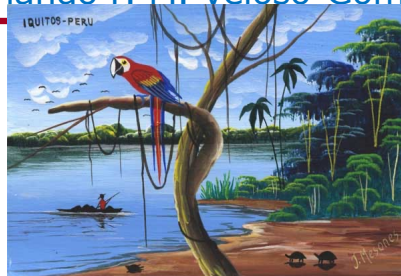
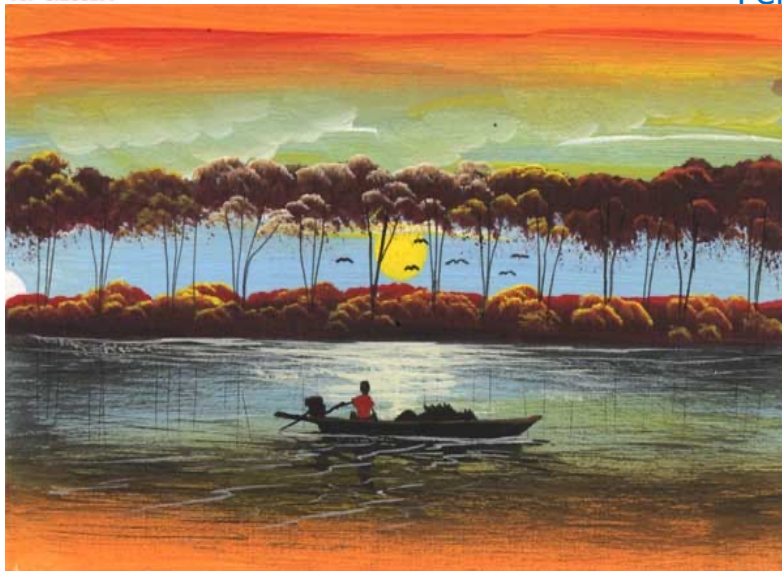
Hidráulica

Hidrodinâmica

Hidromorfologia

Sistemas Hídricos → Recursos Hídricos





uma das muitas visões....

SISTEMAS HÍDRICOS

Uma das muitas visões.

*Mais visões e
narrativas... ..*



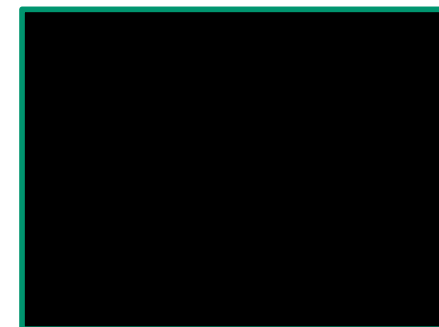
Combate à pandemia COVID-19: o World Water Council oferece barras de sabão ao Senegal

Mais de mil milhões de seres humanos vivem em condições limites de pobreza e sem acesso a água potável. Na Índia 152 a 216 milhões (foto Bombaim)



Situação extrema na Índia durante a pandemia Covid-19: Anunciado com pequena antecedência, confinamento a nível nacional, para 1 300 M de habitantes (460 M vivendo em zonas urbanas) durante 40 dias, com recomendação para lavagem frequente das mãos.

VISÕES e narrativas COM CONTRASTES



*4 meses numa cave escura
na Ucrânia, a ouvir
bombas, sem água*

Dinâmicas

- *Agentes, Ambientes e Sistemas Naturais*
- *Sistemas Sociais / Culturais / Comunicacionais*
- *Sistemas Económicos / Energéticos / Institucionais*

*Variabilidade
Alterações
Mudanças*

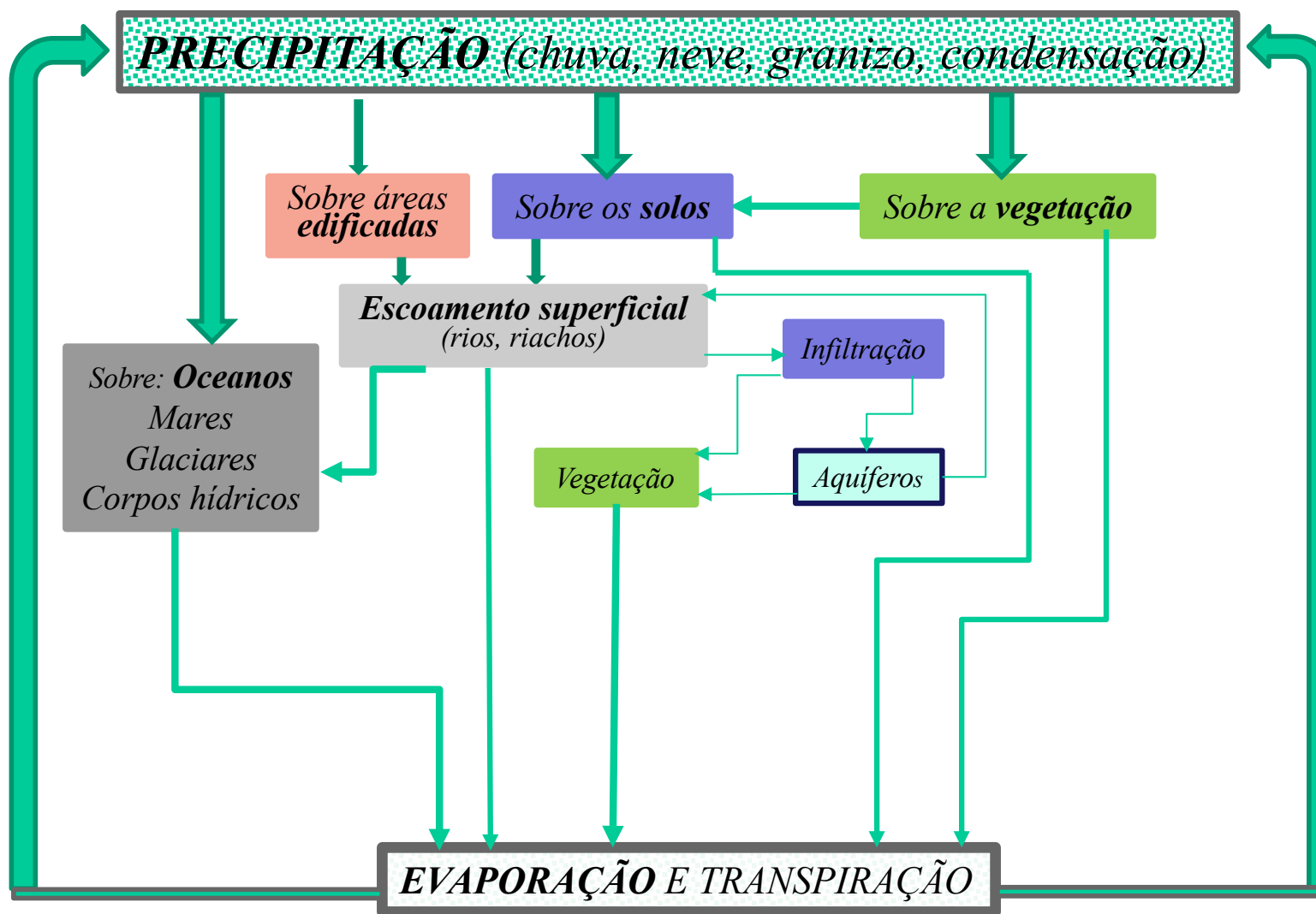
*Sistemas
hídricos
dinâmicos*

Ciclo hidrológico

Ciclo urbano da água

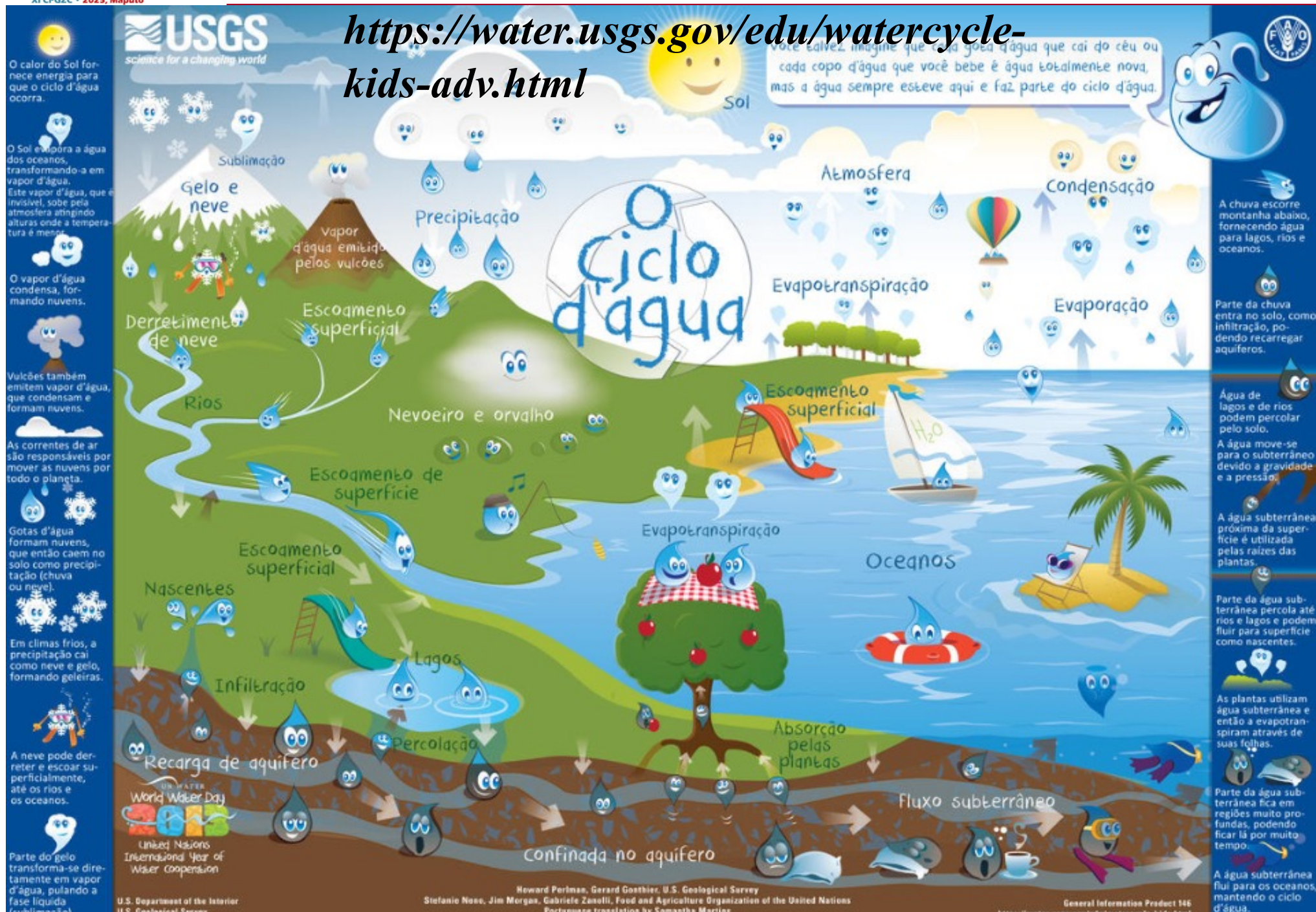
(Ciclo da) água numa habitação

(Ciclo da água) no corpo humano



CICLO HIDROLÓGICO

...você talvez imagine que a gota d'água que cai do céu ou cada copo d'água que você bebe é água totalmente nova, mas a água sempre esteve aqui e faz parte do ciclo d'água.



O Ciclo da Água nos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável



CICLO URBANO DA ÁGUA

RECURSOS

- Superficiais
- Subterrâneos

DISPONIBILIDADES

- Armazenamento
- Captação
- Tratamento
- Distribuição

Racionalização
Sustentabilidade

CONSUMOS

- Abastecimento público / municipal
- Agricultura / rega
- Indústria

UTILIZAÇÕES

- Produção de energia
- Turismo, lazer, recreação
- Aquacultura
- Turismo, lazer e recreação
- Navegação comercial
- Pesca

Redução de emissões
Tratamento

Restituição
ao meio hídrico

Reutilização

Diversidade de situações entre países, sociedades, instituições



<https://www.un.org/en/sections/issues-depth/water/>

A água é crucial para os objetivos do **desenvolvimento sustentável** e é fundamental para o desenvolvimento socioeconómico, produção de energia e alimentos, preservação de ecossistemas saudáveis e para a própria sobrevivência humana. A água também está no centro da adaptação às mudanças climáticas, servindo como um elo vital entre a sociedade e o meio ambiente.

A água também é uma questão de:

- direitos humanos;
- equilíbrio entre utilizações concorrentes sobre os recursos hídricos,
- saúde pública (reduzindo a mortalidade infantil e aumentando a esperança de vida e a qualidade de vida)

Diversidade de situações entre países, sociedades, instituições



DESAFIOS <https://www.un.org/en/sections/issues-depth/water/>

- 2,1 mil milhões de pessoas não têm acesso a **serviços de abastecimento de água** potável (WHO/UNICEF 2017)
- 4,5 mil milhões de pessoas não têm acesso a **serviços sanitários** (WHO/UNICEF 2017)
- 340 000 crianças com menos de 5 anos morrem anualmente de **diarreia** (WHO/UNICEF 2015)
- A **escassez de água** já afeta 4 em cada 10 pessoas (WHO)
- 90% dos **desastres naturais** estão relacionados com a água (UNISDR)
- 80% de **águas residuais** fluem para os ecossistemas sem tratamento ou reutilização (UNESCO, 2017)
- Cerca de dois terços dos **rios internacionais** não estão abrangidos por acordos de gestão partilhada (SIWI)
- À **agricultura** estão associados 70% dos recursos hídricos utilizados (FAO)



Diversidade de situações entre países, sociedades, instituições

DINÂMICAS com implicações nos **SISTEMAS HÍDRICOS**:

- *Existência de aglomerados edificados em zonas de risco (inundações)*
- *Elevada pressão social para construção em zonas sensíveis e de risco*
- *Artificialização e degradação de paisagens naturais*
- *Conflitos de usos e atividades.*
- *(Saneamento básico e abastecimento público deficientes ou inexistentes)*
- *Emissões, poluição hídrica, resíduos sólidos.*
- *Excessiva exploração de recursos*
- *Pobreza, guerras civis, explosão populacional, migrações*
- *Perceção social de curto termo versus fenómenos naturais com escalas de segundos a milhares de anos*
- *(In)capacidade de previsão a médio e longo termo*
- *Restrições financeiras. Intervenções de emergência*
- *Dificuldade / incapacidade de implementação de planos e soluções*
- *Mediatismo, perceção social versus avaliação científica, agendas políticas*

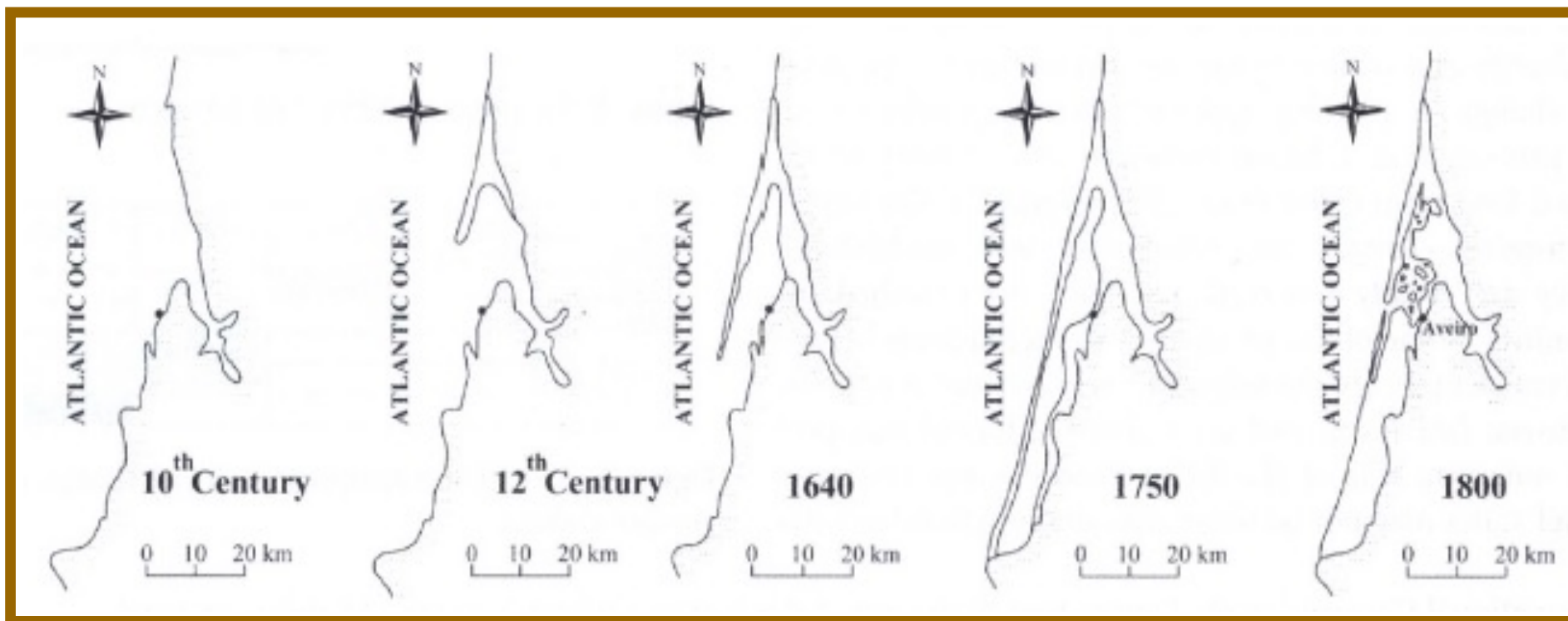
REGIÃO HIDROGRÁFICA

*área de terra e de
mar constituída
por uma ou mais
bacias
hidrográficas
contíguas e pelas
águas
subterrâneas e
costeiras que lhes
estão associadas.*

É a principal
unidade de gestão
das bacias
hidrográficas



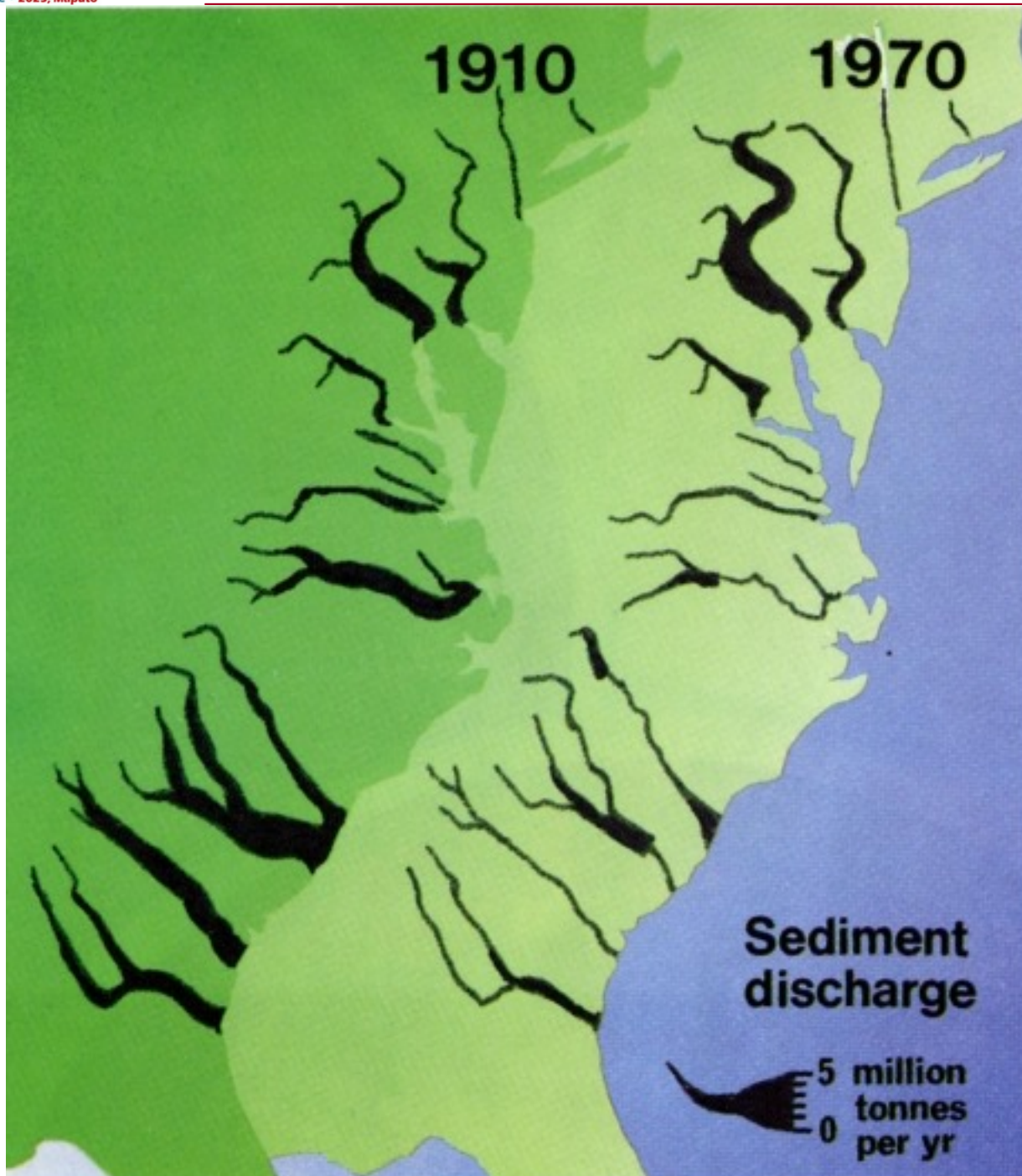
A(s) escala(s) das Bacias Hidrográficas



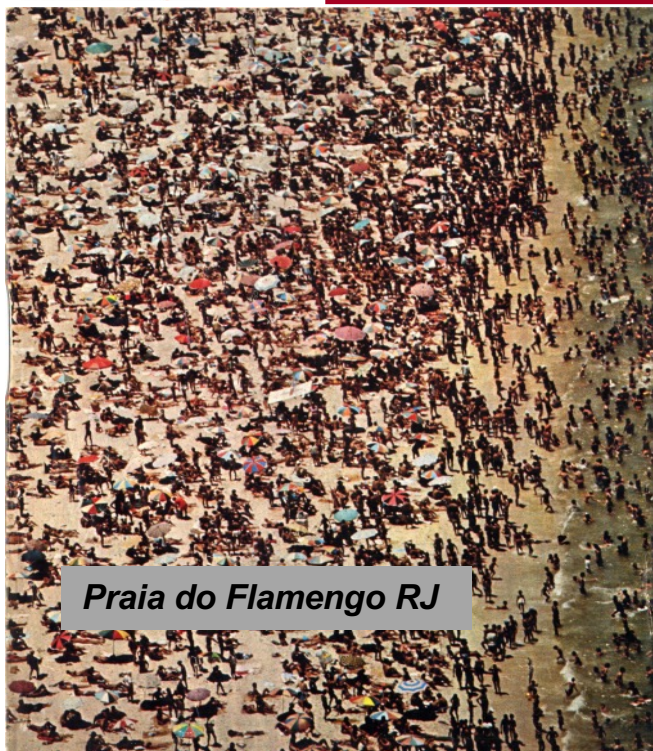
Exemplo de fenómenos a uma escala centenária
Evolução morfológica do sistema lagunar de Aveiro.

O contributo dos abundantes sedimentos provenientes do rio Douro foi fundamental na formação da restinga e de todo o sistema.

Atualmente assiste-se a um processo de acentuado défice sedimentar e a restinga está a ficar mais fragilizada. O Sistema lagunar está em profunda transformação.



*Profundas
alterações a
nível de
bacias
hidrográficas*



Praia do Flamengo RJ

COMPETIÇÃO PELA UTILIZAÇÃO DE ESPAÇOS E RECURSOS

Revista “Realidade”, abril 1972
(Decorreram 53 anos!)

ZONAS COSTEIRAS:

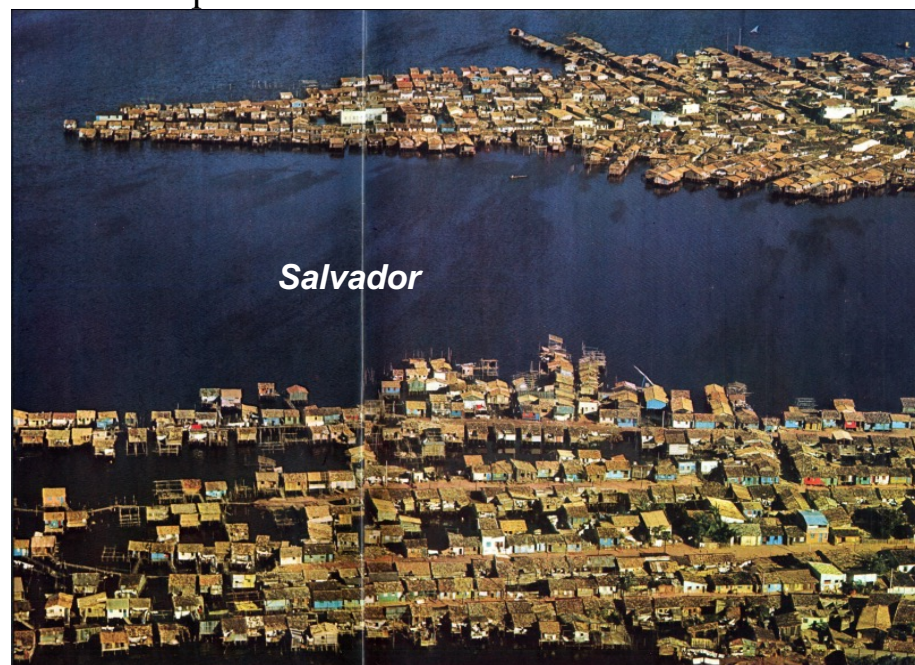
- Interfaces mar / terra / atmosfera / rios / lagunas
- Marés
- Vagas e ondas marítimas
- Meio salino
- Correntes (ventos, ondas, marés, temperatura, salinidade, ...)
- Dinâmica sedimentar,....

São influenciadas pelos “inputs” a nível de bacias hidrográficas mas existem fenómenos naturais e atividades que afetam as Zonas Costeiras e que não se enquadram em unidades geográficas de gestão associadas a bacias hidrográficas:

- efluentes e resíduos sólidos com origem no tráfego marítimo internacional e em acidentes com navios.
- cargas poluentes emitidas para a atmosfera



Aterros de lixo
em mangue,
Recife



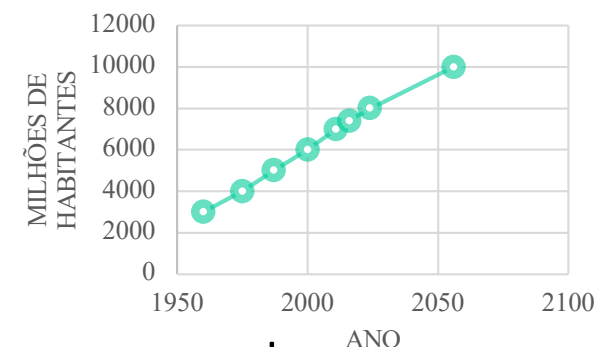
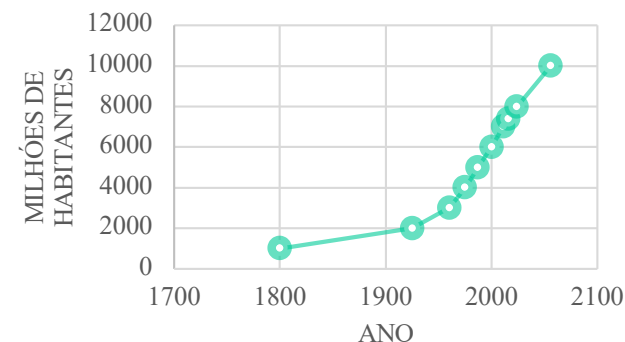
Salvador

COMPETIÇÃO PELA UTILIZAÇÃO DE ESPAÇOS E RECURSOS

CRESCIMENTO POPULACIONAL

Diversidade de situações entre países

ano	milhões habitantes
-500	100
1600	500
1800	1000
1925	2000
1960	3000
1975	4000
1987	5000
2000	6000
2011	7000
2016	7400
2024	8000
2056	10000

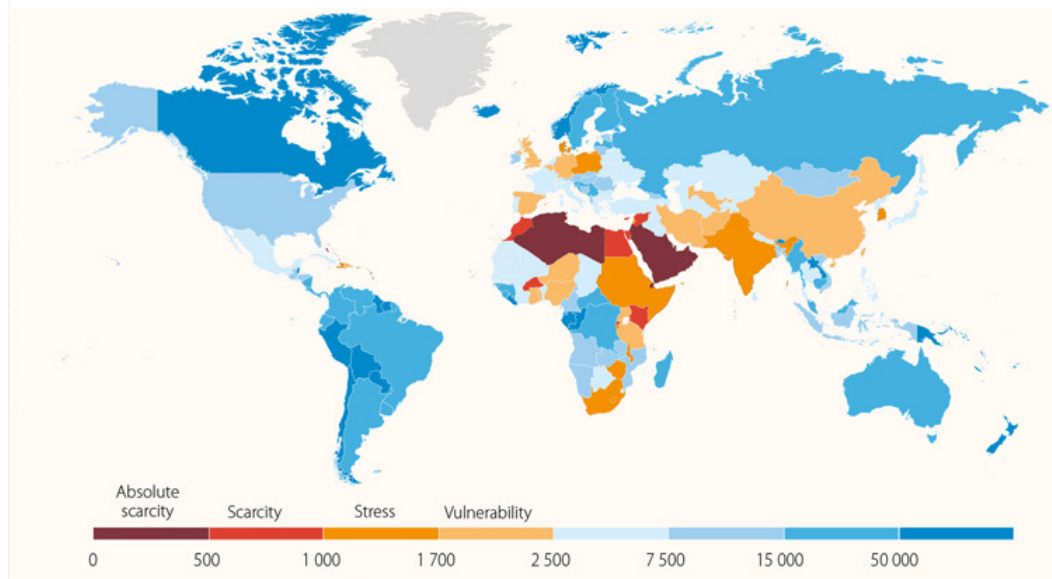


De 3 000 milhões de habitantes para 10 000 milhões em cem anos!

NOVOS / (velhos) PROBLEMAS:

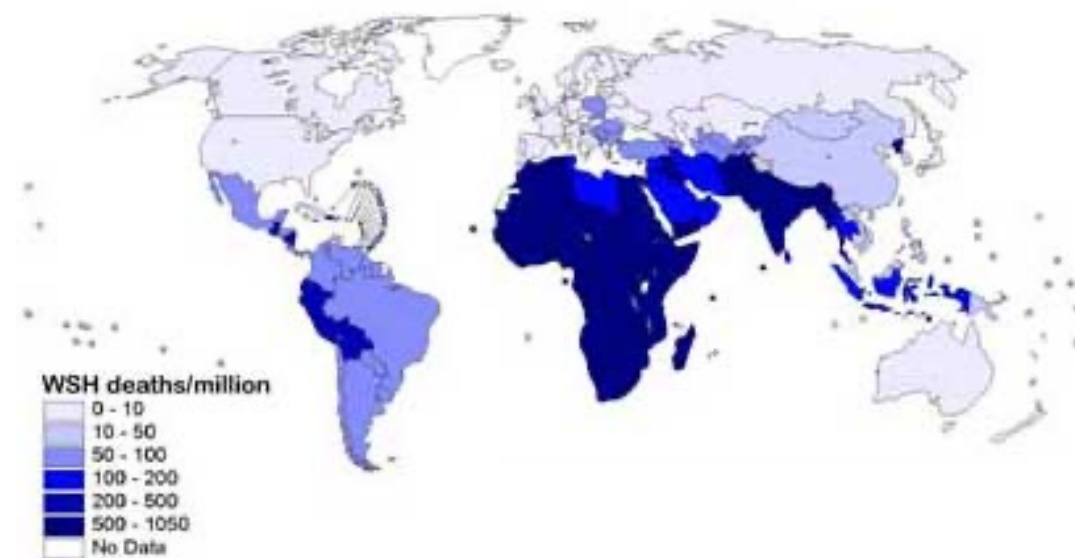
Ocupação de solos e de áreas em risco, mais água, mais alimentos e agricultura, mais construções, mais transportes, mais energia, mais competição, maior produção, mais emissões poluentes e resíduos, mais migrações, mais conflitos internacionais e locais, perda de valores naturais e biodiversidade, mais exigências em termos de saúde pública, educação e segurança

Recursos Hídricos (per capita e por ano, 2011)



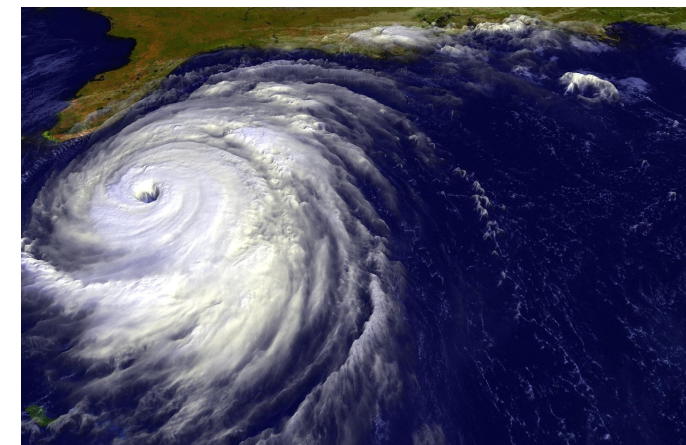
Mortos/milhão hab associáveis a problemas sanitários

*Diversidade de situações
entre países, sociedades,
instituições*



RISCOS NATURAIS POTENCIAIS ASSOCIÁVEIS A:

- Tempestades (precipitação, neve, granizo, trovoadas, ventos, agitação marítima, marés),
 - Variações de nível de água nos sistemas hídricos,
 - Galgamentos e inundações,
 - Secas, escassez de água,
 - Perdas sedimentares (erosão) e acumulações,
 - Instabilidade de encostas, arribas, vertentes
 - Atividade sísmica,
 - Maremotos (tsunamis),
 - Erupções vulcânicas
- Mortes e ferimentos,
 - Alterações e perdas de território,
 - Destruição e danos no edificado,
 - Perdas e alterações nas atividades económicas,
 - Alterações de habitat,
 - Perdas de biodiversidade.



Resíduos Sólidos e Poluentes nos Sistemas Hídricos

Macro indicadores globais

Macro indicadores regionais

Indicadores locais

IMPACTOS

Macro impactos globais

Impactos específicos

Impactos locais

Metodologias de avaliação (amostragem, cruzeiros, modelação, emissões a partir das fontes...)

Localizações geográficas críticas

Estimativas de áreas e volumes

Tipologia, dimensão, densidade, durabilidade dos resíduos (plásticos, microplásticos, borrachas, papel, matéria orgânica, metais, madeira ...)

Localização dos resíduos sólidos:

- *Flutuantes*
- *Na coluna de água*
- *Nos leitos e fundos aquáticos*
- *Nas margens e praias*
- *Nos afloramentos rochosos*
- *Em ecossistemas muito sensíveis*
- *Em regiões remotas*

Ações do vento e hidrodinâmicas (correntes, agitação):

- *Oceânicas e costeiras*
- *Fluviais*

Fontes telúricas:

- *Rios e ribeiros*
- *Aglomerados edificados e instalações industriais*
- *Zonas balneares*
- *Portos comerciais e de pesca*

Fontes não telúricas:

- *Navegação e tráfego marítimo*
- *Pesca (redes, linhas, âncoras, artefactos de captura,...)*
- *Instalações de exploração de recursos offshore*

Ecossistemas marinhos e costeiros

Ecossistemas ribeirinhos

Vida (Aves, peixes,)

Cadeia alimentar

Paisagens

Saúde pública

Utilização balnear

Atividade pesqueira

Segurança da navegação de pequeno porte

Difusão de espécies invasoras e exóticas

Resíduos Sólidos nos Sistemas Hídricos

ESTRATÉGIAS

Controlo / eliminação / redução na fonte

Educação e sensibilização pública

Investigação / monitorização

Remoção

Mitigação

Fiscalização / penalização

Acordos e legislação internacional

*Novos materiais biodegradáveis
Restrições na utilização de plásticos
Separação de resíduos e reciclagem
Limpezas / remoções, profissionais e voluntários:*

- *cursos de água*
- *margens e áreas balneares*
- *marginais urbanas*
- *instalações portuárias*
- *áreas piscatórias*
- *áreas sensíveis*

*Técnicas em função do ambiente hídrico
Envolvimento de voluntários
Tratamento
Deposição /confinamento controlados
Reutilização /Reciclagem*

BACIAS HIDROGRÁFICAS

Cheias



Mais de 100 mortes causadas pelas chuvas (deslizamentos) em Pernambuco (**Brasil**, maio 2022)



Cheias no **Bangladesh** fazem mais de meia centena de mortes, nove milhões de pessoas aguardam por assistência. A inundação é a pior em 122 anos na região de Sylhet (Reuters, junho 2022)



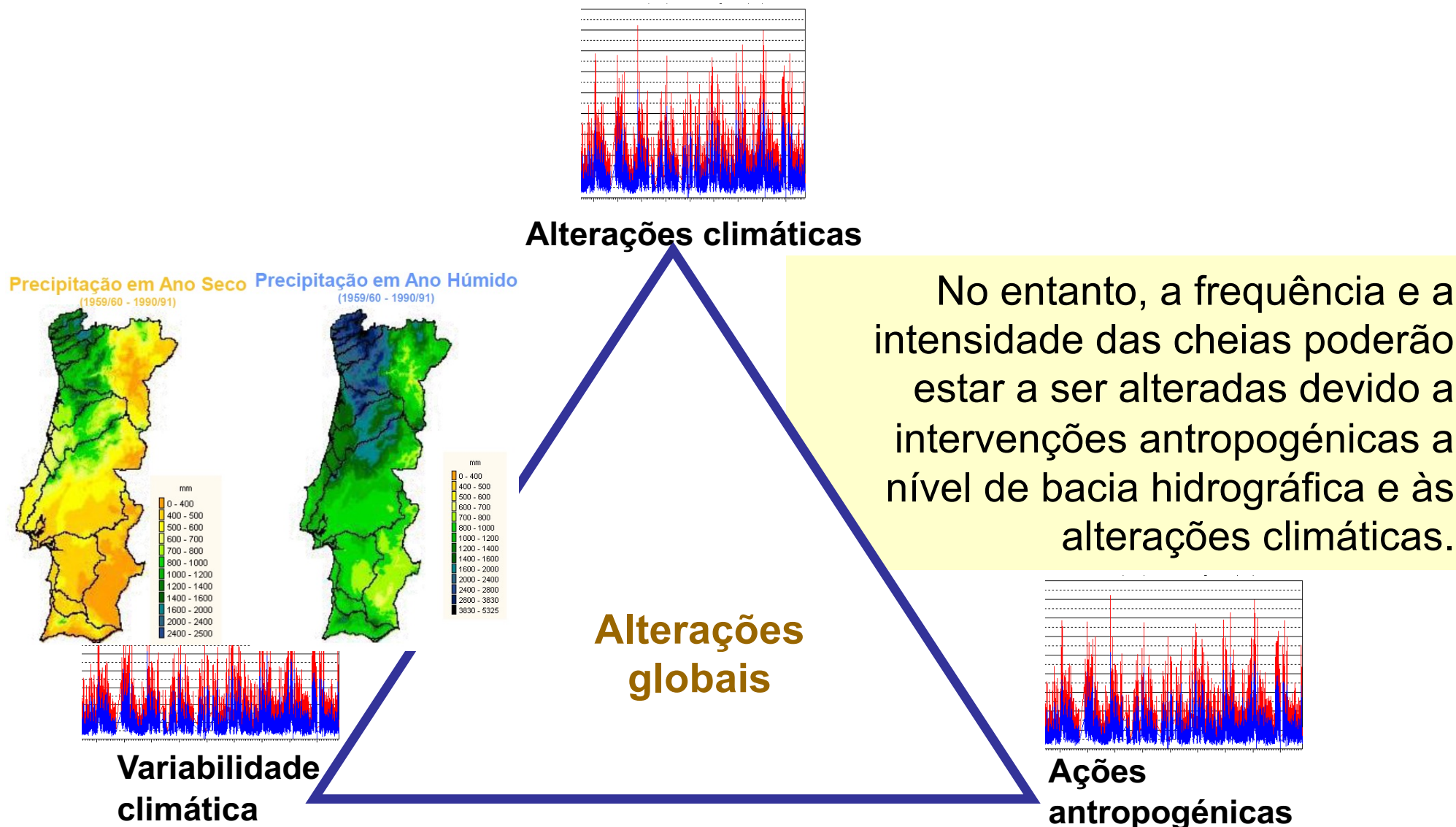
As cheias de Julho de 2021 fizeram muitas vítimas e danos na Europa.

China (Henan): 352 mortos, 930 mil realojados, mais de 400 mil carros destruídos, 1 milhão de hectares de colheitas afetadas.

Principais causas e tipos de cheias

	Causas		Exemplos
MUDANÇAS GLOBAIS	Naturais	Precipitação intensa	■ Cheias fluviais de crescimento lento ■ Cheias fluviais de crescimento rápido ■ Cheias urbanas
		Marés e ondas extremas	■ Cheias costeiras (tempestades, furacões, tsunamis,...)
		Degelo	■ Derretimento de neve e de glaciares
	Induzidas	Falhas estruturais	■ Rotura de barragens ■ Rotura de diques ■ Ocupação de leitos e margens ■ Redução das secções de vazão ■ Impermeabilização de solos da bacia ■ “Canalização” dos leitos ■
		Erros de ordenamento	
		Alterações climáticas	

As cheias são fenómenos naturais, sendo o resultado do carácter aleatório dos processos hidrológicos, cujo conhecimento interessa aprofundar para se minimizarem os riscos delas decorrentes.



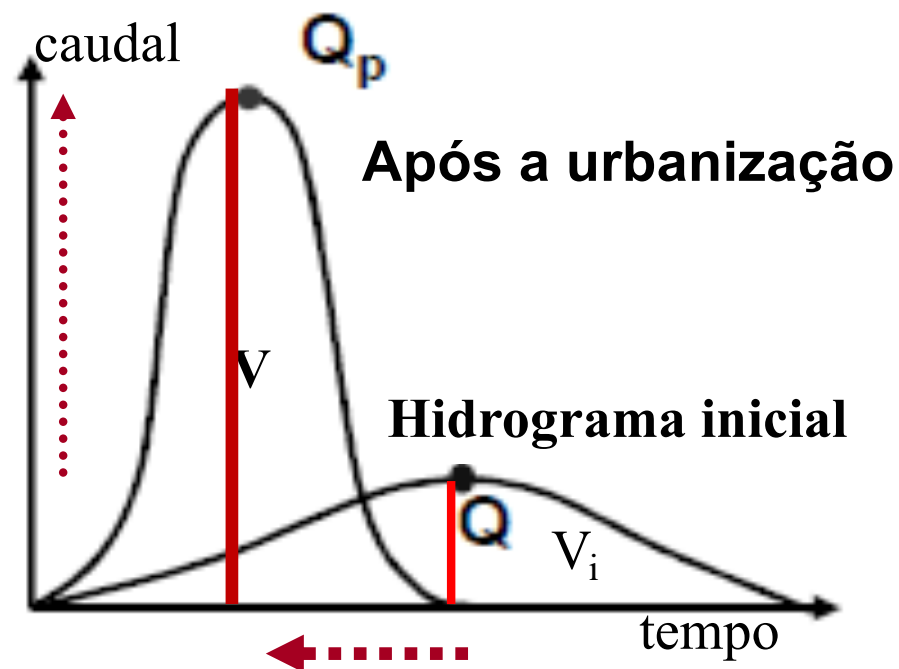
Para a mesma precipitação uniforme, o desenvolvimento urbanístico (ações antropogénicas locais) frequentemente altera o hidrograma de cheia de um curso de água, **agravando uma potencial situação de cheia.**

- O escoamento realiza-se com maior velocidade em superfícies mais regularizadas e “lisas”
- Há menores infiltrações no solo e perdas por evapotranspiração.

Consequências:

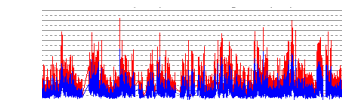
- Aumenta o caudal de ponta
- O caudal de ponta ocorre mais cedo
- O volume escoado é maior

Mas os caudais médios e mínimos sofrem também uma redução que pode ser drástica.....

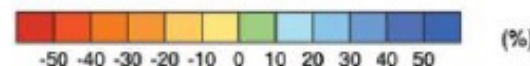
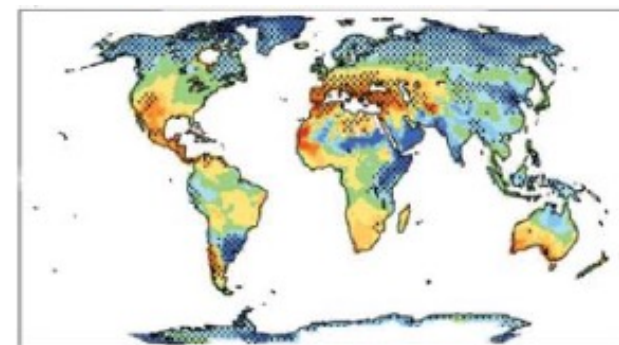
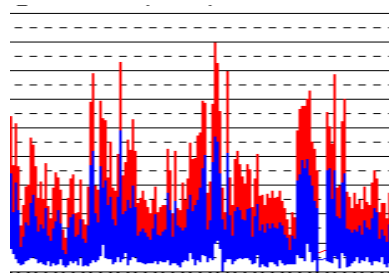


Alterações globais:

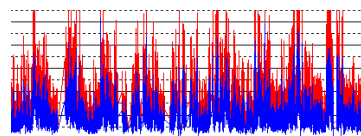
- hidrogramas
- vazão máxima
- nº de cheias
- duração das cheias
- níveis de água
- água armazenada
- secas
- balanços sedimentares
- áreas inundáveis



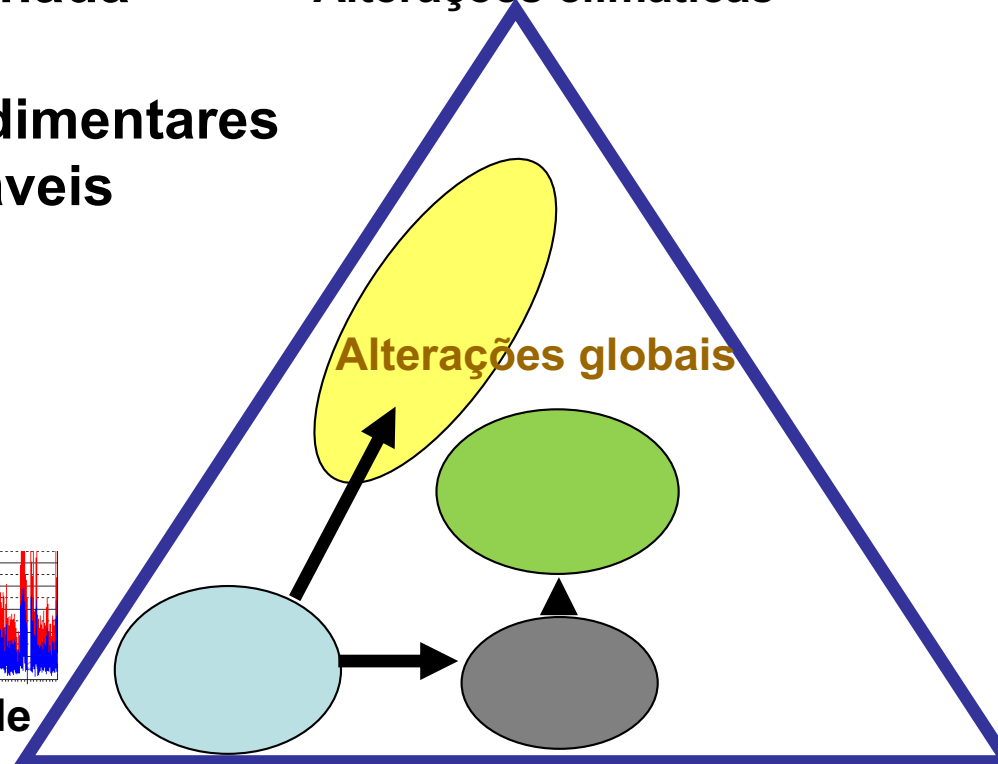
?



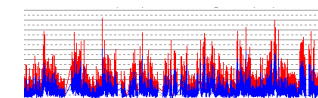
Alterações climáticas



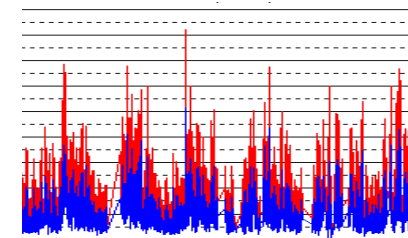
Variabilidade
climática



Alterações globais



?



Ações
antropogénicas

Agravamento das cheias em ribeiras urbanas

Medidas de mitigação

1. Medidas de controlo na fonte (drenagem de águas pluviais)

- **Redução das superfícies impermeabilizadas**
- **Zonas verdes**
- **Pavimentos drenantes**
- **Valas e câmaras de infiltração**
- **Trincheiras de percolação e poços de absorção**
- **Armazenamento para utilização e lazer**

2. Medidas ao nível das sub-bacias de drenagem

- **Redução da extensão das redes**
- **Não concentração dos caudais num reduzido número de descargas**
- **Bacias de infiltração e de retenção**
- **Zonas verdes**
- **Criação de zonas húmidas**

EXEMPLOS DE MEDIDAS DE ADAPTAÇÃO EM RELAÇÃO A CHEIAS

As cheias têm afetado desde sempre as comunidades humanas, as quais têm utilizado diversos meios para combater / controlar / minorar os seus efeitos adversos :

- **delimitação das áreas suscetíveis de serem inundadas com determinado risco,**
- **não edificação em leitos de cheia,**
- **remoção dos “estrangulamentos” nos leitos e margens,**
- **remoção de edificações e infraestruturas em leitos de cheia,**
- **(re)florestação das bacias hidrográficas e de margens,**
- **renaturalização de leitos, margens e zonas adjacentes,**
- **aumento da permeabilidade dos solos,**
- **criação de sistemas de pré-aviso,**
- **evacuação de pessoas, animais e bens,**
- **construção de albufeiras, reservatórios,**
- **diques e obras de regularização fluvial em zonas edificadas,**
- **bacias de retenção,**

SECAS

A seca está associada a um período prolongado de insuficiência de precipitação no ciclo climático natural. A falta de precipitação, resultando numa escassez de água, pode ter um impacto grave na saúde, na agricultura, nas economias, na energia e no ambiente.

Estima-se que 55 milhões de pessoas em todo o mundo sejam afetadas por secas todos os anos, e são o perigo mais grave para os animais e as culturas em quase todas as partes do mundo. A seca ameaça o sustento das pessoas, aumenta o risco de doenças e morte, e origina migrações em massa (OMS).

A escassez de água, frequentemente associada à seca, afeta 40% da população mundial. Cerca de 700 milhões de pessoas estarão em risco de ser deslocadas em consequência da seca até 2030.

O aumento das temperaturas provocadas pelas alterações climáticas está a tornar as regiões já mais secas e húmidas. Nas regiões secas, isto significa que quando as temperaturas sobem, a água evapora mais rapidamente, aumentando assim o risco de seca ou prolonga os períodos de seca (OMS).

Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação (2013)

ETIÓPIA:

Mais de 8 milhões de pessoas estão ou estiveram afetadas pela seca em todas as regiões sul e sudeste. As secas (persistentes) estão a intensificar-se e a expandir-se para mais áreas.



A quantificação de **riscos** tem evoluído muito nos últimos anos.

Continua a ser muito problemática face às limitações na **capacidade de previsão** de acontecimentos extremos (probabilidades conjuntas), na quantificação antecipada de **fatalidades** (vidas e feridos) e do “**valor**” dos sinistros, do “**valor**” das áreas terrestres que poderão desaparecer, dos **valores cénicos e ambientais**, das incidências nas atividades económicas, da eficiência a médio e longo termo de medidas estruturais de intervenção.



Prevenção e planeamento com horizontes de projeto de médio e longo prazo,

GOVERNANÇA E SISTEMAS HÍDRICOS

- Diagnóstico,
- Envolvimento da sociedade civil e utilizadores,
- Estabelecimento de princípios e objetivos,
- Formulação de cenários e de estratégias coerentes,
- Prioridades na decisão,
- Implementação de Políticas / Programas,
- Projetos,
- Planos de contingência
- Regulação e responsabilização,
- Monitorização/avaliação,
- Reformulação (ciclos evolutivos)

CIÊNCIA
EDUCAÇÃO
SENSIBILIZAÇÃO

Pobreza
Corrupção
Incompetência
Falta de recursos humanos

Diversidade de situações entre países, sociedades, instituições

BOAS PRÁTICAS

Aprende-se com as Boas Práticas e com as Más Práticas

PLANEAMENTO E GESTÃO ADAPTATIVOS a considerar no modelo de Governação

Porquê?

Variabilidade

Mudanças:

Ambientes naturais

**Sociais / culturais / económicas / institucionais
/ comunicacionais**

CIÊNCIA
EDUCAÇÃO
SENSIBILIZAÇÃO

TRABALHAR COM CENÁRIOS

Planeando para o futuro: A incerteza deverá ser considerada como uma certeza

Evitando crises, planeando para o futuro. O papel dos Planos.

Evitar crises passa por estratégias que incorporem a gestão de riscos.

- Naturais
 - Variabilidade
 - Mudanças (antrópicos)
- Antrópicos

Perceção Institucional dos Riscos?

Perceção Pública dos Riscos?

CIÊNCIA
EDUCAÇÃO
SENSIBILIZAÇÃO

A ÁGUA EXIGE E MOTIVA PONTES ENTRE:

- pessoas e organizações;
- culturas, povos e gerações;
- povoações, cidades, territórios e países;
- ambientes naturais e ambientes modificados;
- ciência, tecnologia, inovação, conhecimento e mercado;
- saúde pública, saúde ambiental e qualidade de vida;
- energia, agricultura, transportes fluviais e marítimos, indústria, lazer, turismo, infraestruturas;
- sociedade, instituições e governação.