



Eficiência do Uso de Recursos Naturais

Manuela Moreira da Silva

03 fev 2025

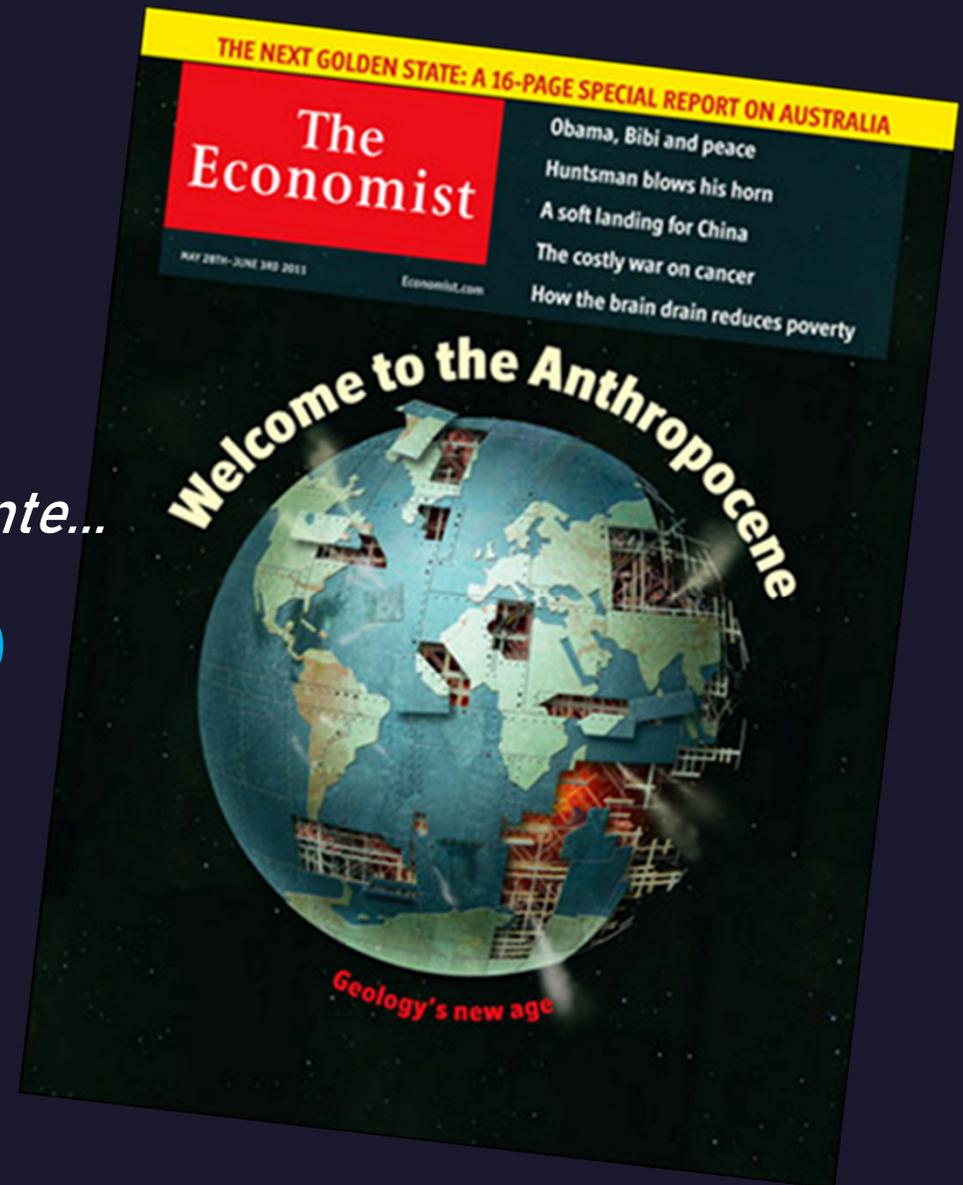
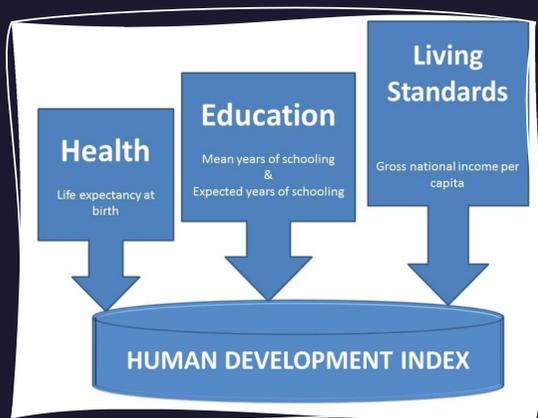
msanti@ualg.pt



Eficiência...

Gastar o menos possível para suprir as necessidades de uma população crescente...

Índice de Desenvolvimento Humano (UN)





POPULAÇÃO MUNDIAL
...em 50 anos!

MAIS DO QUE DUPLICOU

1973: 3 920 251 504

Portugal 8 939 236

2023: 8 045 311 447

Portugal 10 430 700

POPULAÇÃO MUNDIAL ...em 50 anos!

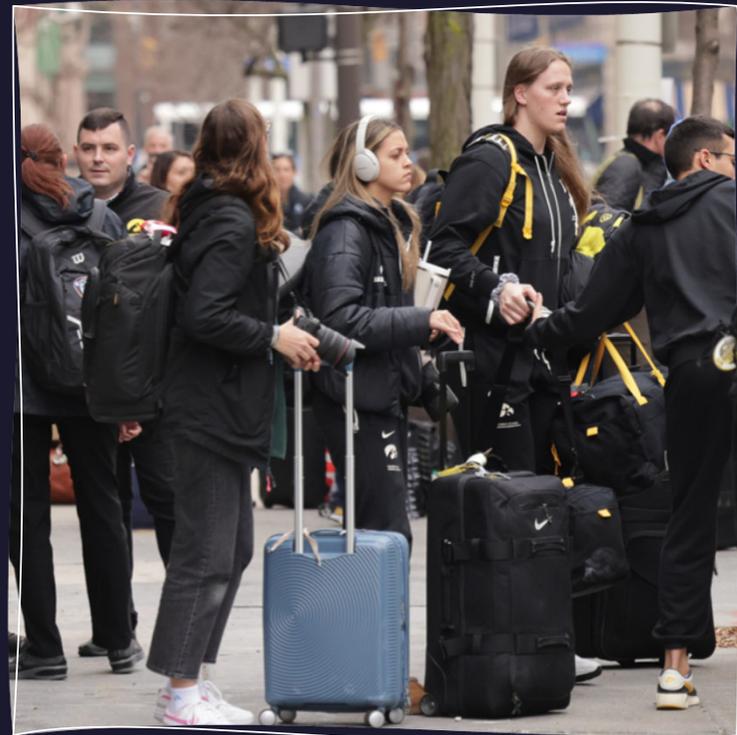
MIGROU PARA AS CIDADES

1973: 1 531 821 571 (37,6 %)

Portugal 3 451 945 (40 %)

2023: 4 600 280 070 (57,3 %)

Portugal 7 147 342 (68 %)



Cidades

~ 2% da área do território do planeta

- 80 % do PIB

- 75 % das Emissões de Carbono



Respiração 381 kg /ano CO_2

300 kg/ano O_2

Água* 186 L/dia
(ERSAR, 2022)

Proteína** 60 g/dia
1500 cal

Padrões de Consumo...

Alimento + Energia +



5,8 t CO_2e

(PORDATA, 2022)

* Nações Unidas 110 L/ dia

** Harvard Medical School

Recursos Naturais

a base de tudo!



Água / Energia / Alimento/ Produção Resíduos

BIOCAPACIDADE ?

...Resiliência às Alterações Climáticas e Antrópicas



Escassez de Recursos

[CONSUMOS / DISPONIBILIDADE] < 1

ALGARVE...

ÁGUA

RECURSO

MAIS ESCASSO...



Poluição + Alterações Climáticas

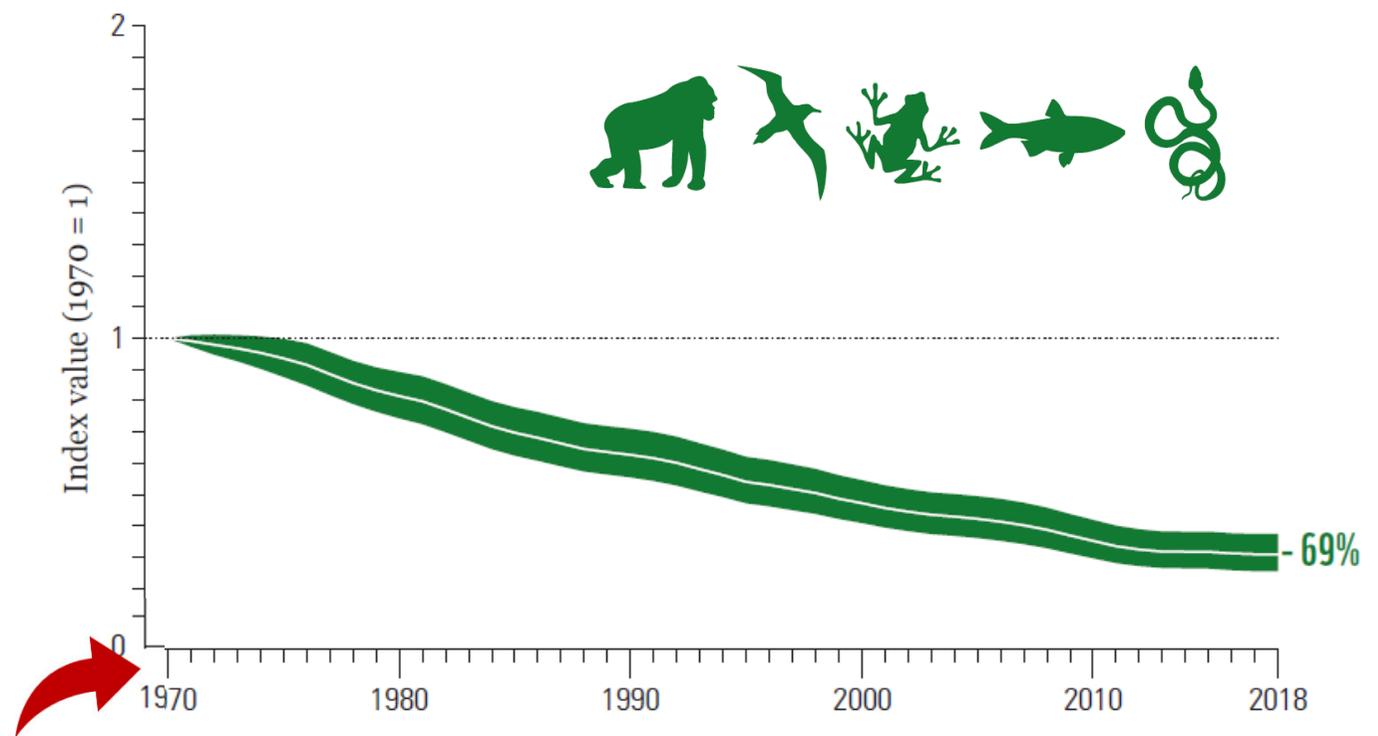
Perda da Biodiversidade

Figure 1: The global Living Planet Index (1970 to 2018)

The average change in relative abundance of 31,821 populations, representing 5,230 species monitored across the globe, was a decline of 69%. The white line shows the index values and the shaded areas represent the statistical certainty surrounding the trend (95% statistical certainty, range 63% to 75%). Source: WWF/ZSL (2022)¹⁸⁴.

Key

- Global Living Planet Index
- Confidence limits

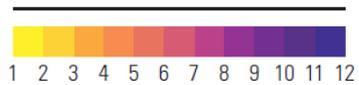


Perda da Biodiversidade

Figure 1: Global hotspots of risk

The relative importance of each pixel across species and threats as measured by the number of times a pixel falls into a hotspot region for any taxon or threat. Hotspot regions are defined as locations containing the highest 10% of numbers of species at risk from each major threat and taxonomic group. Source: Harfoot et al. (2022)⁶².

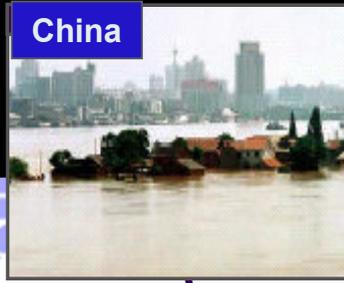
Key



A humanidade não está acima da Natureza!

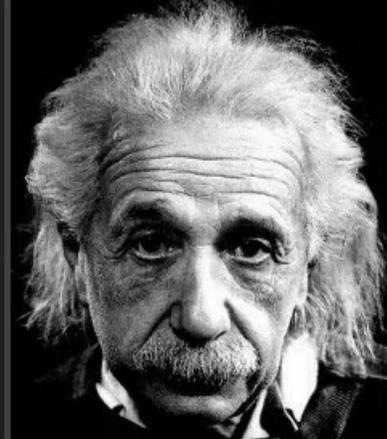
ÁGUA

ESCASSEZ *VERSUS* ABUNDÂNCIA EXTREMA



Fazer, todos os dias,
as mesmas coisas e
esperar resultados
diferentes é a maior
prova de insanidade.

Albert Einstein



INOVACÃO ?



Escassez de Recursos

QVO
VADIS



INOVAÇÃO

👉 Melhorar a Eficiência

CONSUMOS / DISPONIBILIDADE

...integrando presente e futuro!

Reduzir consumos

Aumentar Disponibilidade



INOVAÇÃO



TECNOLÓGICA

INFRAESTRUTURAS PARA NOVAS ORIGENS

INFRAESTRUTURAS *SMART INTEGRANDO A NATUREZA*

FERRAMENTAS DIGITAIS E INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

DATA SCIENCE – GESTÃO PREVENTIVA

EQUIPAMENTOS MAIS EFICIENTES

SOCIAL

ENVOLVER ATIVAMENTE AS PESSOAS...TODAS!

EDUCAR PARA A RESPONSABILIZAÇÃO DO USO

USAR A ARTE PARA LIGAR AS PESSOAS À NATUREZA



Água Gestão Integrada

Origens Convencionais / Alternativas



Superficiais



Subterrâneas

+



Água da Chuva



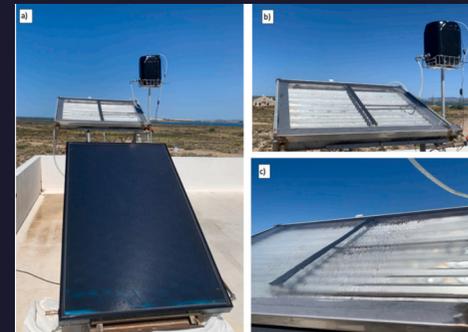
Reutilização AR tratada



Dessalinização

INOVAÇÃO AÇÕES LOCAIS

Dessalinização Solar
Protótipo - Usos Urbanos Não Potáveis
Redução do Consumo de Água Potável



Desalination 598 (2025) 118421

Contents lists available at ScienceDirect

Desalination

ELSEVIER journal homepage: www.elsevier.com/locate/desal

Enhancing efficiency in solar non-intrusive desalination: Solar still prototype optimization in Southwest Europe

A. Pacheco^{a,*}, C. Sequeira^b, M. Moreira da Silva^{a,b}, V. Serrão Sousa^c

^a CIMI-ARNET/University of Algarve, building 7, Campus de Gambeloa Faro, 8005-139 Faro, Portugal
^b CISA, Engineering and Product Development Centre, Av. D. Afonso Henriques 1825, 4450-017 Matosinhos, Portugal
^c CENSE, Center for Environmental and Sustainability Research & CHANGE, Global Change and Sustainability Research Institute, University of Algarve, Faculty of Sciences and Technology, Campus de Gambeloa, 8005-139 Faro, Portugal

HIGHLIGHTS

- Solar desalination system to produce freshwater for non-potable uses for small islands
- Over 99 % salt removal achieved in both prototype and pilot-scale experiments
- The pilot-scale unit shows 6.24 L/day m² productivity in peak summer
- Innovative design options significantly enhanced solar desalination efficiency.



165

CIRCULARIDADE DA ÁGUA E ECOEFICIÊNCIA NA ILHA DA CULATRA, ALGARVE

Maria TORRES¹, Cláudia SEQUEIRA², André PACHECO³,
Manuela MOREIRA da SILVA⁴



INOVAÇÃO AÇÕES LOCAIS

Infraestruturas *Blue-Green*
Engenharia + Natureza

Jardim da Comunidades, Almancil
Fitorremediação de nutrientes
Armazenamento de Água da Chuva para Rega



$$TSI \sum = \sum_{j=1}^n W_j \times TSI(j)$$



INOVAÇÃO, AÇÕES LOCAIS

Natureza nas Cidades
Melhorar o Ciclo da Água
Sequestrar Carbono
Remover Poluentes Atmosféricos

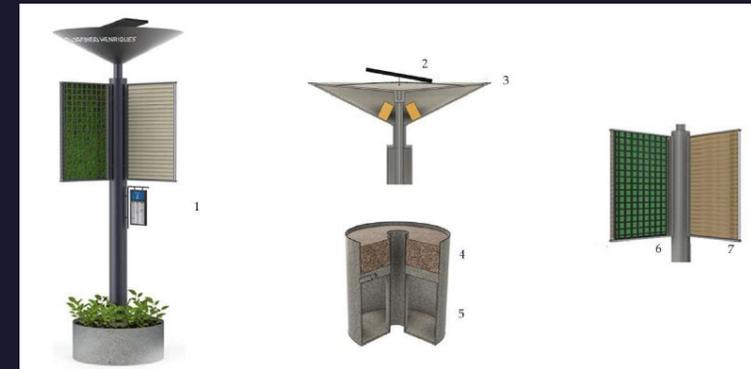
 

Article
Engaging Young People in the Development of Innovative Nature-Inspired Technologies for Carbon Sequestration in Cities: Case Studies from Portugal

Manuela Moreira da Silva ^{1,2,3,*}, Lurdes Ferreira ³, Teresa Sarmento ³ and Catarina Selada ³

Quantificar os Serviços da Natureza...

Parque da Cidade, Porto	<i>Cupressus lusitanica</i>	<i>Platanus hispanica</i>	<i>Metrosideros excelsa</i>	<i>Pinus pinica</i>
Leaf area per tree (m ²), min-max	68.5-867	438-1240	164-946	310-449
C storage per tree (kg), mean ± SD	2656 ± 2143	2461 ± 2808	4563 ± 3163	605 ± 286
Min-Max	213-6045	673-7412	436-7500	247-950
CO ₂ sequest. per tree (kg/year), min-max	22.7-206	4.4-280.3	78.0-726	33.3-88.3
Mean ± SD per leaf area (g/m ² year)	246 ± 164 ^{ab}	325 ± 214 ^{ab}	540 ± 438 ^b	154 ± 46 ^{AA}
O ₂ production per tree (kg), min-max	16.6-150 ^{ab}	3.2-204 ^{ab}	56.7-529 ^b	24.3-64.3 ^{AA}
Mean ± SD per leaf area (g/m ² year)	179 ± 119 ^{ab}	237 ± 156 ^{ab}	393 ± 319 ^b	112 ± 33 ^{AA}
Air pollutant removal ¹			Min-max per tree (g/year)	
Mean ± SD per leaf area (mg/m ² year)				
24.3 ± 0.1	CO	1.7-21 ^a	10.6-30.1 ^b	4.00-23.0 ^a
773 ± 1	O ₃	52.9-670 ^a	339-959 ^b	127-731 ^a
509 ± 1	NO ₂	34.9-442 ^a	223-631 ^b	83.4-482 ^a
144 ± 1	SO ₂	9.8-125 ^a	62.9-178 ^b	23.5-136 ^{ab}
426 ± 1	PM ₁₀	29.2-369.5 ^a	187-528 ^b	69.8-403 ^a
42.7 ± 0.1	PM _{2.5}	2.9-37.1 ^a	19.0-53.0 ^b	7.00-40.4 ^a
Jardim das Comunidades, Loulé	<i>Ceratonia siliqua</i>	<i>Olea europaea</i>	<i>Pinus pinica</i>	
Leaf area per tree (m ²), min-max	130-507	36.8-408	186-530	
C storage per tree (kg), mean ± SD	2339 ± 1163	2041 ± 1799	448 ± 275	
Min-max	768-4093	216-5095	187-939	
CO ₂ sequest. per tree (kg/year), min-max	7.3-36.8	34.7-1659	229-280	
Mean ± SD per leaf area (g/m ² year)	17.8 ± 13.7 ^a	703 ± 759 ^b	255 ± 18.7 ^{abB}	
O ₂ production per tree (kg), min-max	2.1-3.8 ^a	5.0-101 ^b	37.8-95.3 ^{abB}	
Mean ± SD per leaf area (g/m ² year)	13.3 ± 10.3 ^a	512 ± 553 ^b	185 ± 14 ^{abB}	
Air pollutant removal ¹			Min-max per tree (g/year)	
Mean ± SD per leaf area (mg/m ² year)				
57.1 ± 0.1	CO	7.4-28.9 ^a	2.1-23.3 ^a	10.6-30.2 ^{ab}
1724 ± 1	O ₃	226-884 ^a	64.0-711 ^a	324-923 ^{AA}
140 ± 1	NO ₂	18.2-71.1 ^a	5.2-57.2 ^a	26.1-74.2 ^{AA}
105 ± 1	SO ₂	13.6-53.1 ^a	3.8-42.7 ^a	19.5-55.5 ^{AA}
374 ± 1	PM ₁₀	48.5-190 ^a	13.8-153 ^a	69.6-198 ^{AA}
28.3 ± 0.6	PM _{2.5}	3.7-14.4 ^a	1.0-11.6 ^a	5.3-15.0 ^{AA}



INOVAÇÃO, AÇÕES LOCAIS

Armazenamento de Água da Chuva Rega de Espaços Verdes Urbanos Resiliência Climática

Table 6. Integration of rainwater for irrigation of the three studied green spaces.

Annual Balance	Urban Park <i>Parque Ribeirinho</i>	Urban Garden <i>Jardim da Alameda</i>	Public Square <i>Largo S. Francisco</i>
Rainwater Harvesting	1,843 m ³	1,479 m ³	2,086 m ³
Irrigation Needs	6,216 m ³	270 m ³	2,274 m ³
Irrigation with Drinking Water	4,373 m ³	--	188 m ³
	Reduction of 30 %	Reduction of 100 %	Reduction of 92 %



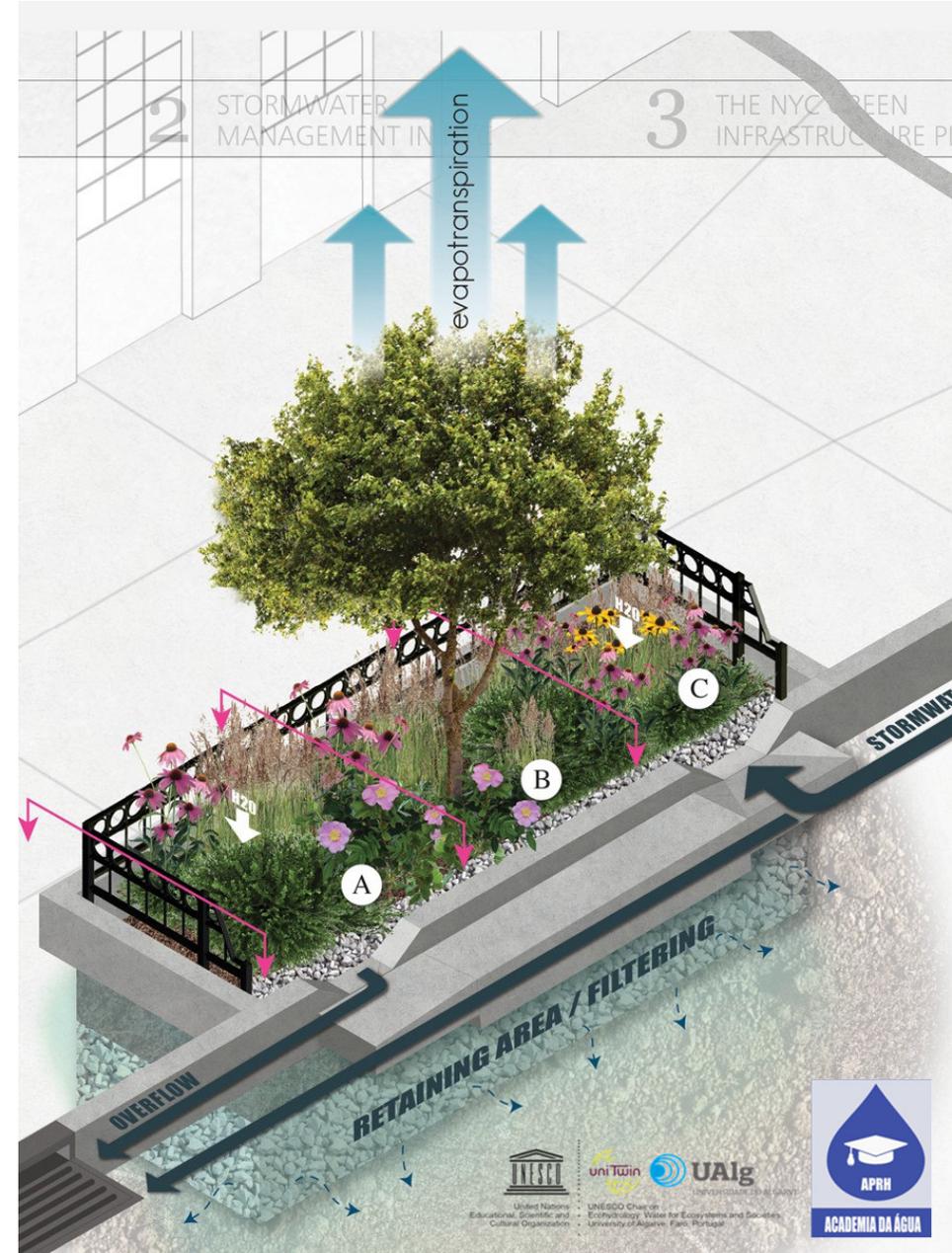
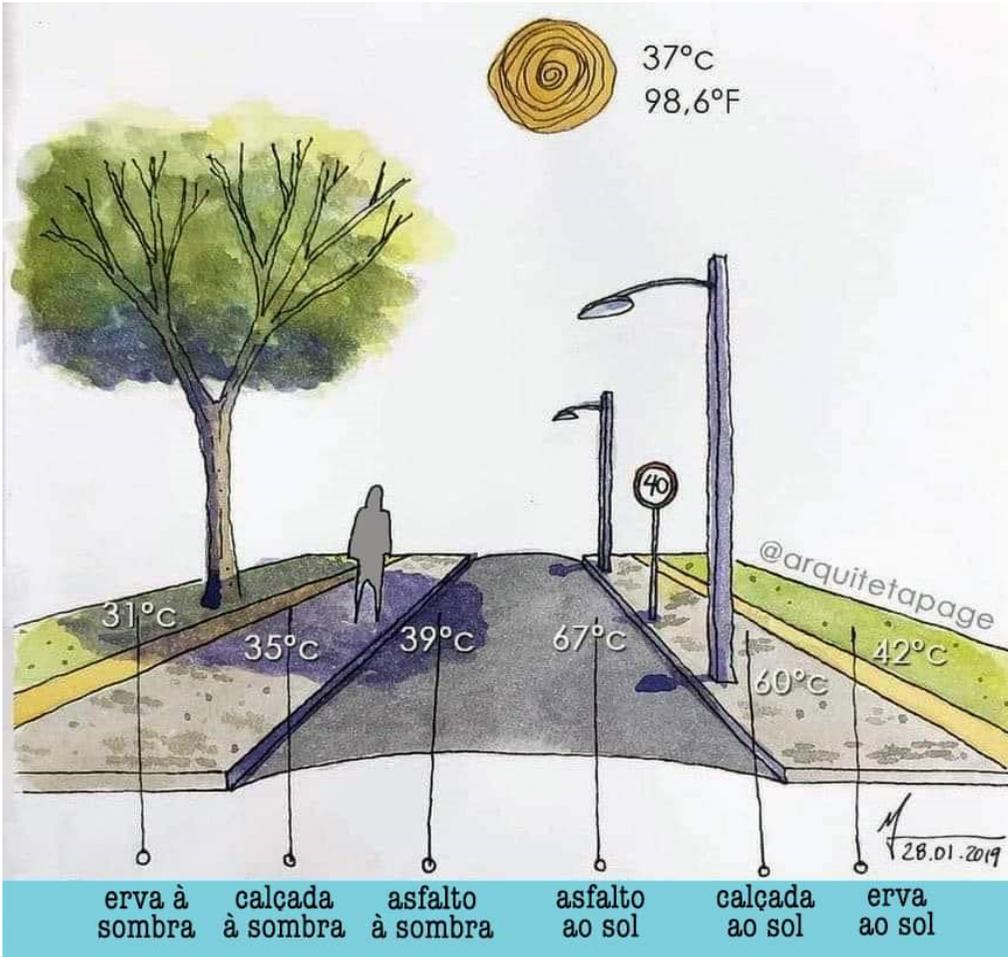
Urban Vegetation Benefits in Mediterranean Cities for Climate Change Adaptation and Water Usage Efficiency – A Case Study in Algarve, Portugal

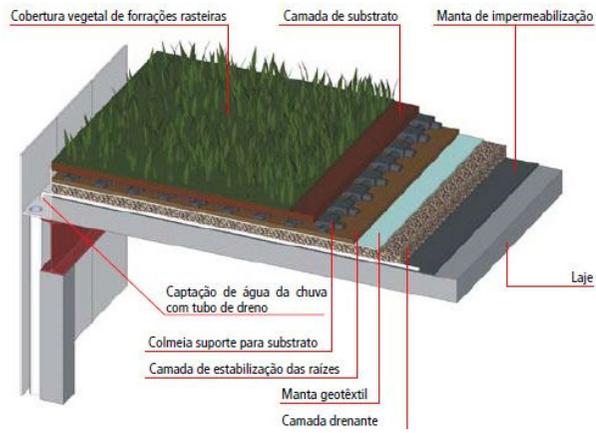
Pedro Matias^{1,2,4}, Manuela Moreira da Silva^{2,3,4*}, João Teigão³, Amílcar Duarte^{1,5}

Ecosystem services		Urban Park <i>Parque Ribeirinho</i>	Urban Garden <i>Jardim da Alameda</i>	Public Square <i>Largo S. Francisco</i>	Faro City
CO ₂ Sequestration	t yr ⁻¹	51.7	35.0	17.8	1,089
	t ha ⁻¹	5.41	16.5	4.11	--
Carbon Storage	t	197	183	53.9	4,006
O ₂ Production	t yr ⁻¹	37.7	25.5	12.9	793
	t ha ⁻¹	3.94	12.0	2.98	--
Air Pollutant Removal	kg.yr ⁻¹				
	CO	6.9	4.9	2.1	114
	O ₃	201	135	49.9	3,556
	NO ₂	19.1	13.4	5.7	313
	SO ₂	13.7	9.6	4.1	224
	PM10	53.2	37.3	15.8	872
PM2.5	4.3	3.0	1.3	70	
Evapotranspiration	m ³ .yr ⁻¹	16,531	11,578	4,917	310,000
Water Intercepted	m ³ .yr ⁻¹	173	287	18.9	3,876
Avoided Runoff	m ³ .yr ⁻¹	38.7	64.5	4.1	861

CIDADES Recolha e Armazenamento de Água da Chuva







A ÁGUA DA PURGA DAS PISCINAS ...NECESSIDADES USOS NÃO POTÁVEIS

água purgada por dia



= 50 m³ água/dia na rega



= 263 pessoas /dia



= 65 famílias/dia

loulé
Aqui e Agora



Lavagens exteriores, de
Contentores e de viaturas
Rega de espaços verdes, etc.

6 ÁGUA POTÁVEL
E SANEAMENTO



11 CIDADES E
COMUNIDADES
SUSTENTÁVEIS



13 AÇÃO CONTRA A
MUDANÇA GLOBAL
DO CLIMA



15 VIDA
DE ECOSISTEMAS
TERRESTRES



INOVAÇÃO AÇÕES LOCAIS

Reutilização de Água
na Rega de Pomares de Citrinos

Article

Urban Wastewater Reuse for Citrus Irrigation in Algarve, Portugal—Environmental Benefits and Carbon Fluxes

Manuela Moreira da Silva ^{1,2,3} , Flávia C. Resende ¹, Bárbara Freitas ⁴, Jaime Anibal ^{1,2} , António Martins ⁵ and Amílcar Duarte ^{4,6,*} 



Water Source for Irrigation	Energy Consumption in Water Pumping kW	Synthetic Fertilization		Carbon Emissions	
		N-Fertilizer kg	P-Fertilizer kg	kg CO ₂ e	g CO ₂ e. kg ⁻¹ of Oranges
Groundwater	3449	870	733	858.968	7.32
Treated effluent	1734	76.7	683	431.662	3.68

Reutilização

ETAR como elementos de circularidade



*Economia Circular
Água para "fertirrega" com N e K
Menor consumo energético
Lamas para suprimento de P*



INOVAÇÃO, AÇÕES LOCAIS

Arte
...liga as pessoas aos desafios



“...the solution to humanity’s problems does not end with what is human”

Ursula Gertrud von der Leyen



Obrigada!

Manuela Moreira da Silva

03 fev 2025

msanti@ualg.pt



United Nations
Educational, Scientific and
Cultural Organization

UNESCO Chair on
Ecohydrology: Water for Ecosystems and Societies,
University of Algarve, Faro, Portugal