

Coberturas verdes sustentáveis em condições mediterrânicas



Teresa Afonso do Paço
Instituto Superior de Agronomia
Universidade de Lisboa

9 Abril 2018

Mestrado em Biologia dos Recursos Vegetais



Coberturas verdes sustentáveis em condições mediterrânicas

1. Coberturas verdes

1. conceito
2. benefícios e serviços dos ecossistemas
3. particularidades no sul da Europa/condições mediterrânicas

2. Casos-estudo

1. NativeScapeGR
2. MedMossRoofs
3. apiWall
4. outros projectos

3. Sustentabilidade/técnicas para a...

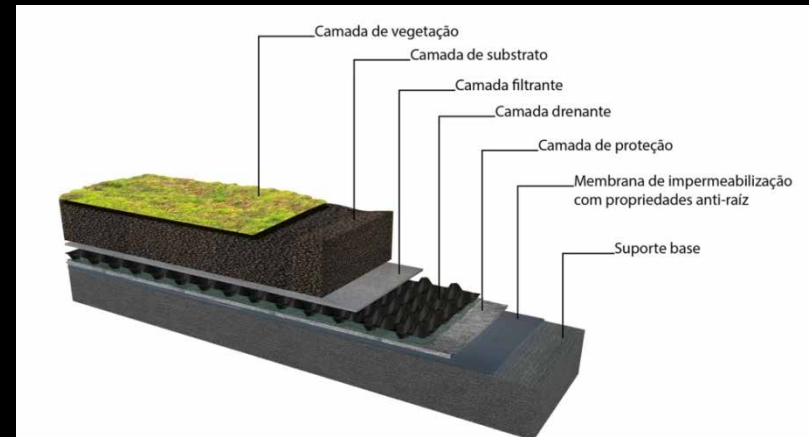
1. espécies autóctones
2. materiais construtivos – retenção de água
3. rega deficitária vs. valor estético
4. misturas de espécies – plantas vasculares e briófitos
5. biocrust roofs
6. tapetes pré-cultivados
7. plantas adaptadas a paredes e ambientes rochosos

1. Coberturas verdes

1. Conceito

engenharia de ecossistemas
no topo dos edifícios

- substrato leve
- filtro
- camada de drenagem
- camada de retenção de humidade
- camada de impermeabilização



1. Coberturas verdes

1. conceito

2. benefícios e serviços dos ecossistemas

- gestão das águas pluviais
- controlo da temperatura dos edifícios (consumo de energia)
- redução do ruído
- ambientes esteticamente agradáveis
- aumento da longevidade da cobertura

- mitigação do efeito da ilha de calor nas cidades
- sequestro de carbono
- aumento da biodiversidade
- criação de habitats urbanos para a vida selvagem
- limpeza das águas de drenagem
- melhoria da qualidade do ar e da água

1. Coberturas verdes

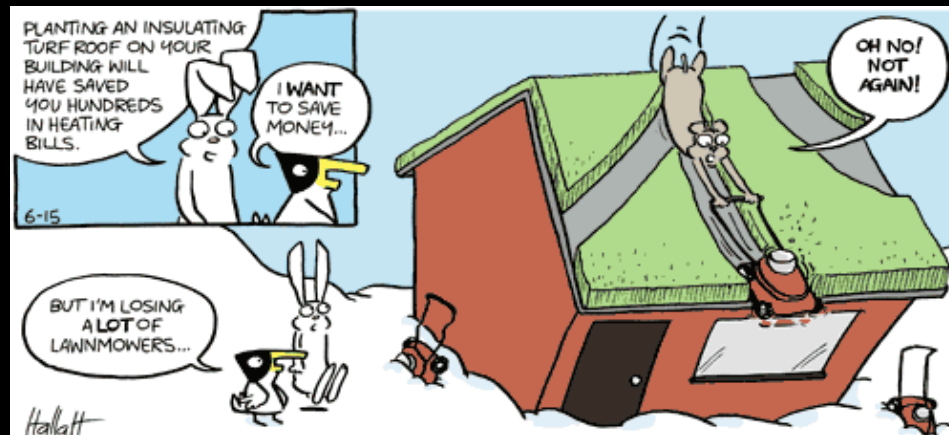
1. conceito

2. benefícios e serviços dos ecossistemas

melhoria da pegada verde urbana
benefícios ambientais
benefícios para o bem-estar

benefícios

ecológicos
económicos
sociais

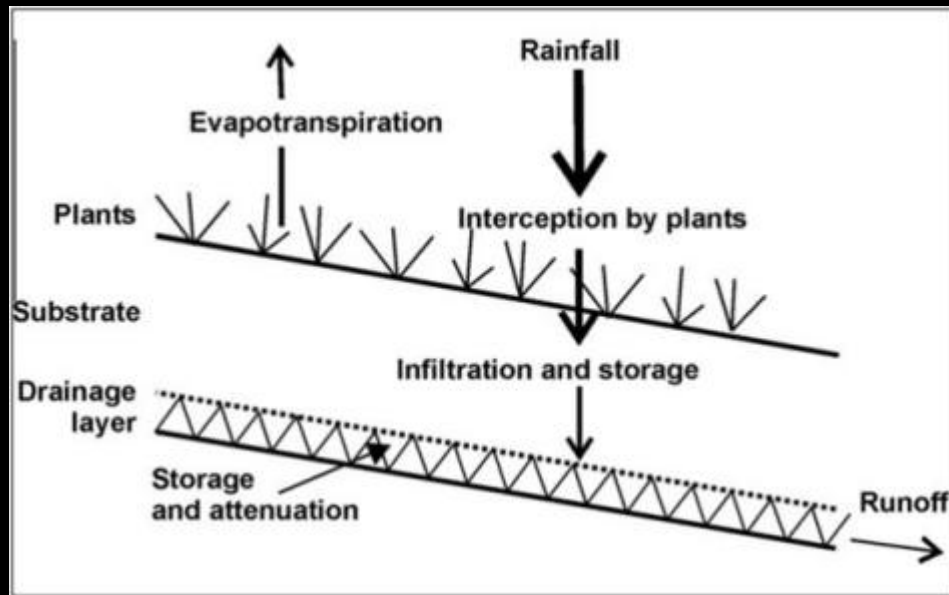


1. Coberturas verdes

1. conceito
2. benefícios e serviços dos ecossistemas

mimetizar e substituir funções alteradas pelo impacto humano:

- evapotranspiração
- infiltração
- percolação



Green roof hydrological system flow diagram (Stovin et al., 2012).

1. Coberturas verdes

1. conceito
2. benefícios e serviços dos ecossistemas
3. particularidades no sul da Europa/condições mediterrânicas

Climas temperados

- tipicamente não regadas

regra básica: capacidade de sobrevivência sem rega

- frequentemente plantadas com plantas suculentas tolerantes à secura (ex.: *Sedum*), que requerem menos de 2 mm d⁻¹ água (Koehler 2005)

Em Berlim, estudos mostraram que:

- no Verão, as coberturas verdes transferem 58% da energia da radiação para a transpiração
- a evapotranspiração pode variar entre 0.6 e 2.5 mm d⁻¹ (Koehler 2005).

1. Coberturas verdes

1. conceito
2. benefícios e serviços dos ecossistemas
3. particularidades no sul da Europa/condições mediterrânicas

temperaturas elevadas no Verão
chuvas concentradas no Inverno

secas
alterações climáticas

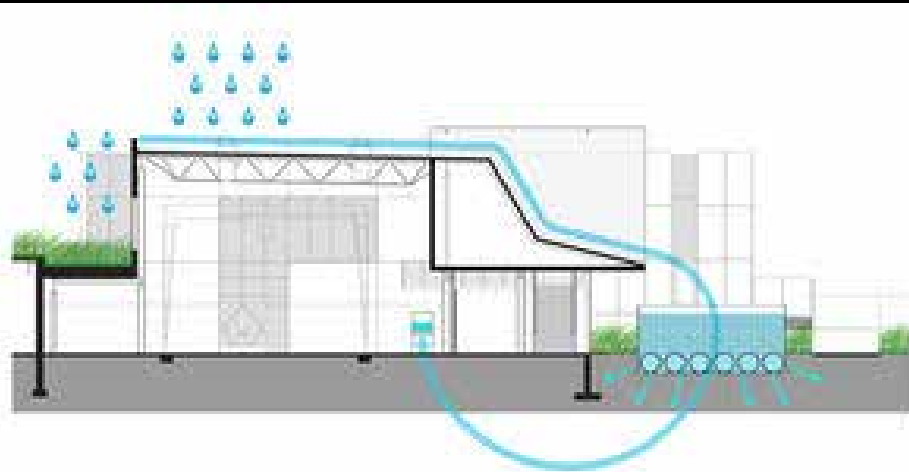
As coberturas verdes são ambientes muito hostis para o crescimento das plantas:

- pequenas profundidades de substrato
- temperaturas elevadas
- elevada radiação
- exposição ao vento

rega

- rega deficitária/localizada
- água residual tratada
- recolha de água pluvial
- recolha de água de ar condicionado
- plantas resistentes à secura

reservatórios teriam que ter dimensão suficiente para armazenar a água necessária à cobertura – grande dimensão



Swenson Civil Engineering University of Minnesota EUA

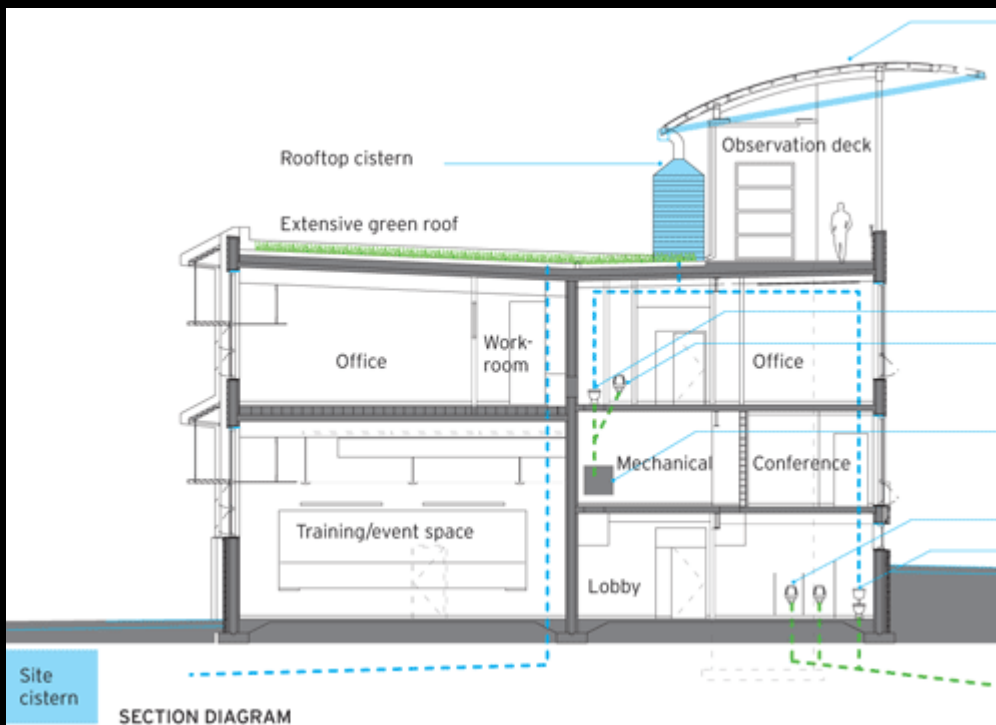
- permeable paving
- rain gardens
- underground storm water retention system



Current goal is to create an integrated water system across the entire structure. WWA has that focus on water to the underground flood control system.

- 90% of the average precipitation is captured
- intensive vegetated system covers 23% of the roof
- no landscape irrigation
- plants native or adapted
- The underground system allows infiltration to reduce runoff volume
- Retained storm water is pumped into the building for use within the Hydraulics laboratory

<http://www.aiatopen.org/node/58>



Eco Office Southface Energy Institute's headquarters Atlanta, EUA

- rooftop and underground cisterns that store storm-water runoff from a photovoltaic array and a green roof
- water is used for both toilet flushing and irrigation



http://continuingeducation.bnppmedia.com/article_print.php?C=593&L=5

1. Coberturas verdes

1. conceito
2. benefícios e serviços dos ecossistemas
3. particularidades no sul da Europa/condições mediterrânicas

Norte da Europa – a água não é geralmente uma limitação

Sul da Europa- um desafio acrescido – longos períodos sem precipitação e com temperaturas elevadas – a rega é normalmente necessária

sobretudo se a cobertura verde for composta por plantas exóticas de climas húmidos

As coberturas verdes têm múltiplas vantagens mas, em condições Mediterrânicas devem ser planeadas com cuidado dado o custo acrescido da rega e energia

O custo da rega em climas quentes pode obliterar os benefícios do ponto de vista energético

1. Casos-estudo

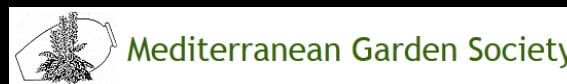
1. NativeScapeGR
2. MedMossRoofs
3. apiWall
4. outros projectos

Espaços verdes urbanos alternativos para otimizar o uso da água e a sustentabilidade em condições mediterrânicas

NativeScapeGR



projecto



NativeScapeGR

Minimizar as *necessidades hídricas* sem comprometer o *valor estético*, favorecendo a *biodiversidade* e a *sustentabilidade*, facultando uma ferramenta de adaptação às *alterações climáticas*.

EXPL/ATP-ARP/0252/2013
www.isa.utl.pt/proj/NativeScapeGR/
<https://www.facebook.com/nativescapegr>

FCT Fundação para a Ciência e a Tecnologia
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E CIÊNCIA

Green roofing with native species: alternative urban landscape areas to enhance **water** use and sustainability in Mediterranean conditions





objectivos do projecto

- 1) estudar as **coberturas verdes**, aliando necessidades hídricas reduzidas e espécies autóctones
- 2) quantificar as necessidades hídricas – níveis de **rega** vs. **valor estético**
 - medições gravimétricas em plantas envasadas
 - balanço hídrico do substrato em coberturas verdes
- 3) **modelação** das necessidades hídricas - rega
- 4) testar **biocrostas** em coberturas verdes – musgos, sem rega
- 5) testar o **comportamento hidrológico** e a capacidade para substituir **funções dos ecossistemas**



DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Plantas envasadas

Tabuleiros metálicos 1 × 2.5 m



Brachypodium phoenicoides



Alecrim
(*Rosmarinus officinalis*)



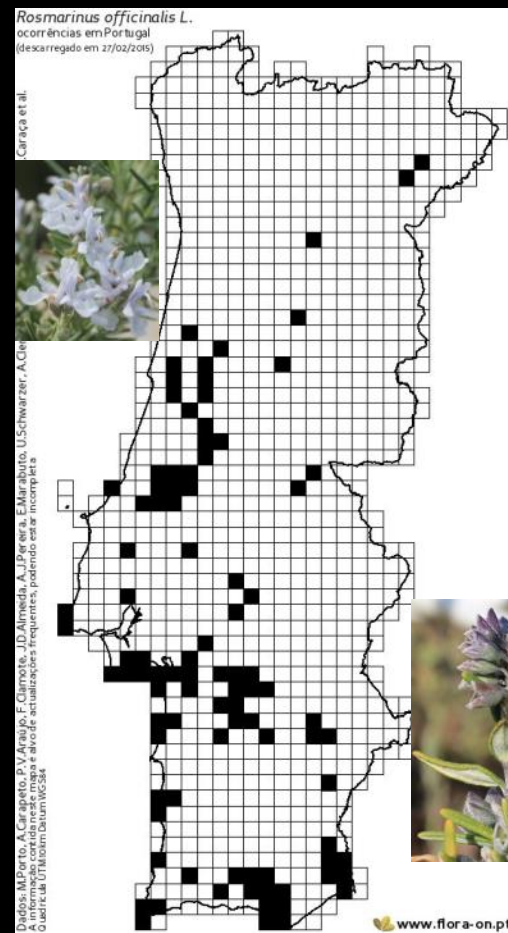
Rosmaninho
(*Lavandula luisieri*)



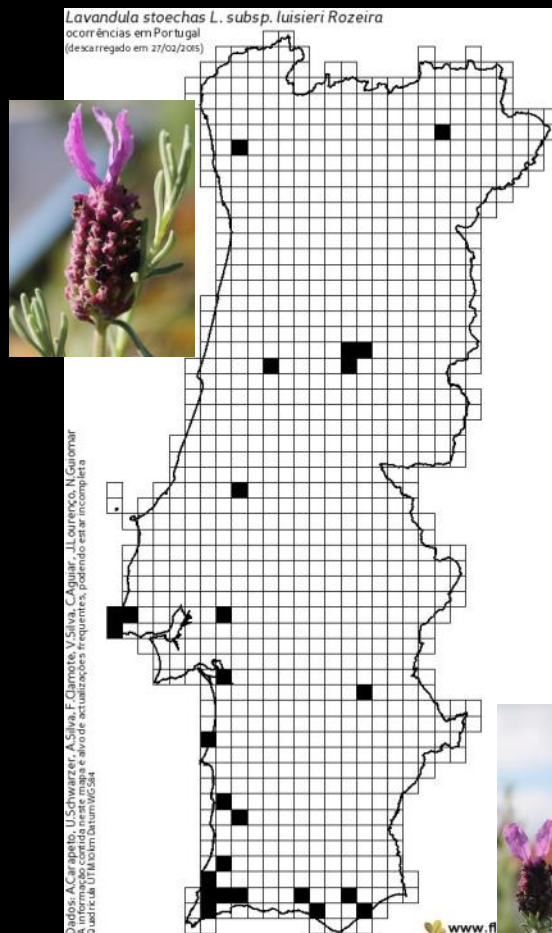
PLANTAS

musgos

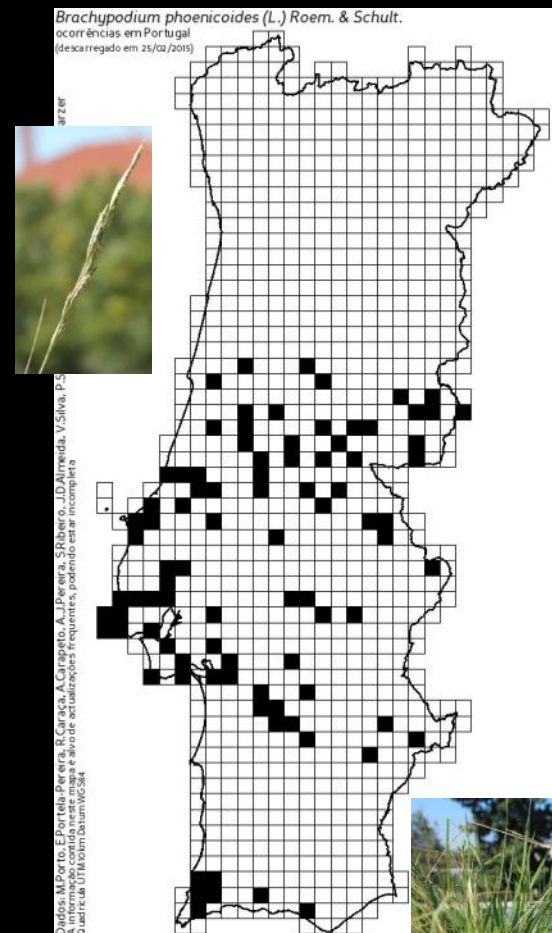




Porto et al. (2015)



Carapeto et al. (2015)



Porto et al. (2015)

PLANTAS

Mapas de distribuição

Plantas autóctones

Cobertura verde



Herbário "João de Carvalho e Vasconcelos"

NativeScapeGR









SENSORES

- teor de água do substrato (reflectómetros)
- precipitação e drenagem (udógrafos)



Retenção das águas pluviais



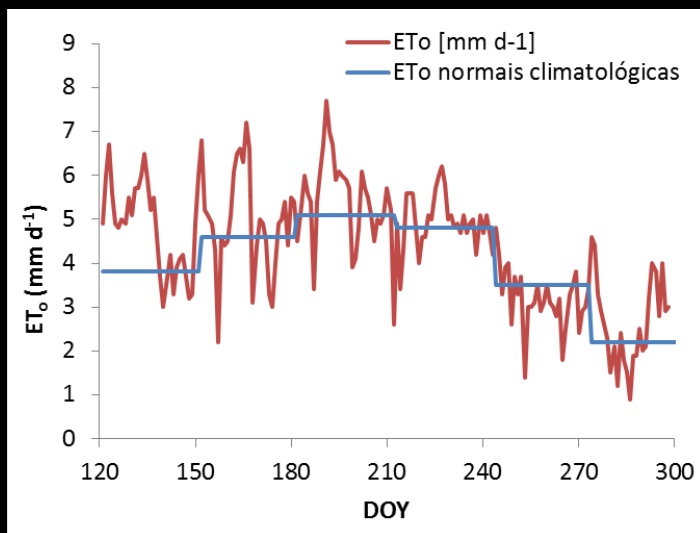
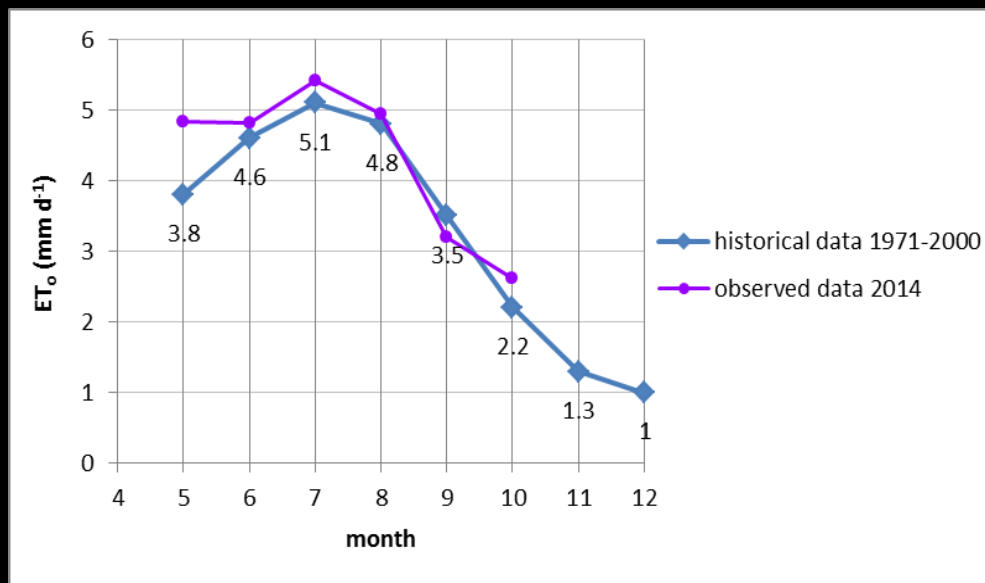
Cálculo da evapotranspiração de referência

- normais climatológicas (1971-2000)

valores –alvo das dotações de rega

- em tempo real (EMA Tapada da Ajuda)

ajustamento



Cálculo da evapotranspiração

$$ET = ET_o \times K_c \quad \text{com } K_c = 0.6 \text{ ou } 1.0$$

Medição da evapotranspiração

balanço hídrico -> ET

determinação de K_c



comparação

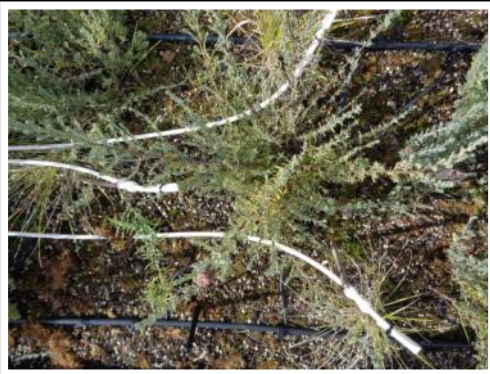
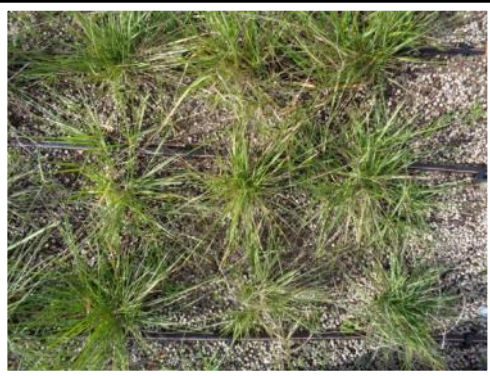
ET=evapotranspiração

ET_o=evapotranspiração de referência

K_c =coeficiente cultural

(K_{cadj})





ANÁLISE DE IMAGEM DIGITAL

grau de cobertura, desenvolvimento,...

2015

Avaliação estética

análise digital de imagem

- fotografias no plano vertical
- análise com Photoshop: dimensões, desenvolvimento, coloração, floração

(Anico, 2015)



Avaliação estética

escala de classificação



Scale of aesthetic evaluation						
Date: __/__/__						
Species: _____						
Localization: Tray nº _____ Pot nº _____						
Criteria:	1 (not acceptable)	2 (poor condition)	3 (acceptable)	4 (good)	5 (very good)	6 (excellent)
1- Plant shape:						
2- Foliage condition:						
3- Leaf area:						
4- Leaf colour:						
5- Number of flowers:						
6- Flower colour:						
7- Flower dimensions:						
8- Number of blooming days:						
9- Amount of fruits:						
10- Fruit colour:						
11- Fruit dimension:						
Additional observations:						
12- Has plagues:						
a) Yes <input type="checkbox"/> Which: _____						
b) No <input type="checkbox"/>						
13- Has diseases:						
a) Yes <input type="checkbox"/> Which: _____						
b) No <input type="checkbox"/>						





BIODIVERSIDADE







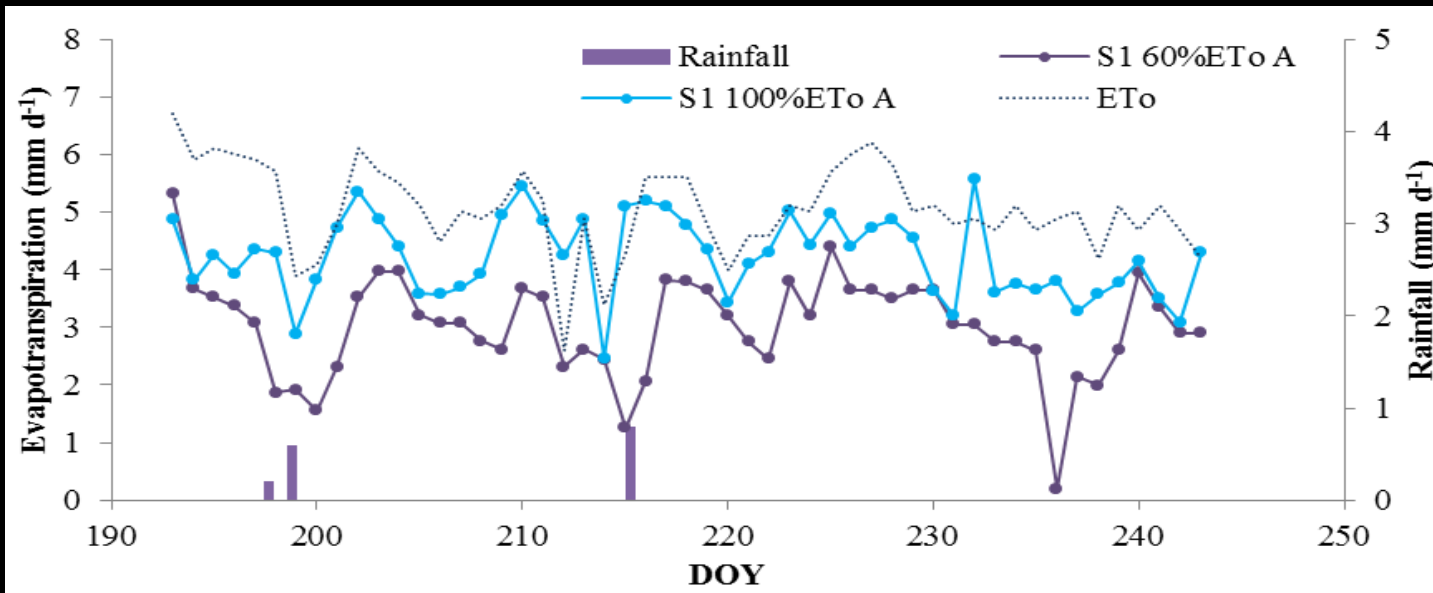
RESULTADOS

Necessidades hídricas

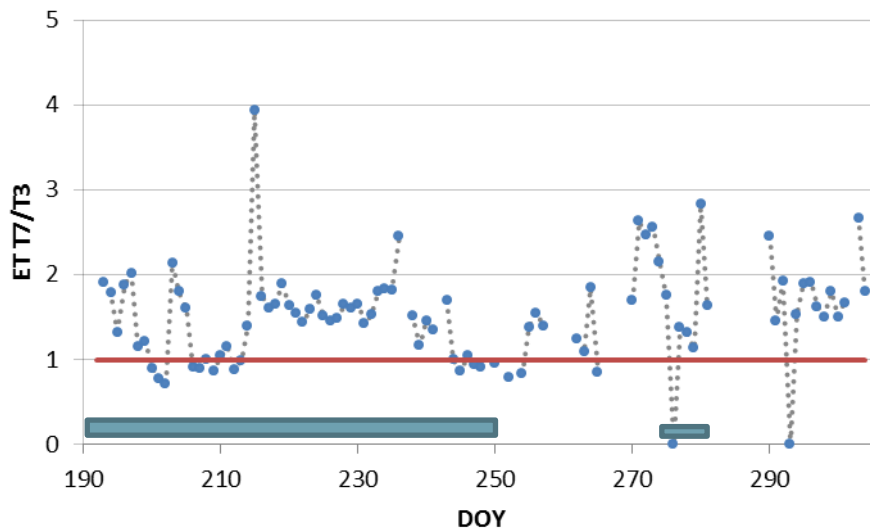
Retenção das águas pluviais

Avaliação estética

Necessidades hídricas – cobertura verde



Evapotranspiração
alecrim
dois níveis de rega



ET (T7 S1, RL, B)
 ET (T3 S2, RL, B)

ET relativa
 Rega menor dotação
 (60% ET_0)
Brachypodium

Único factor que varia:
 substrato

ET

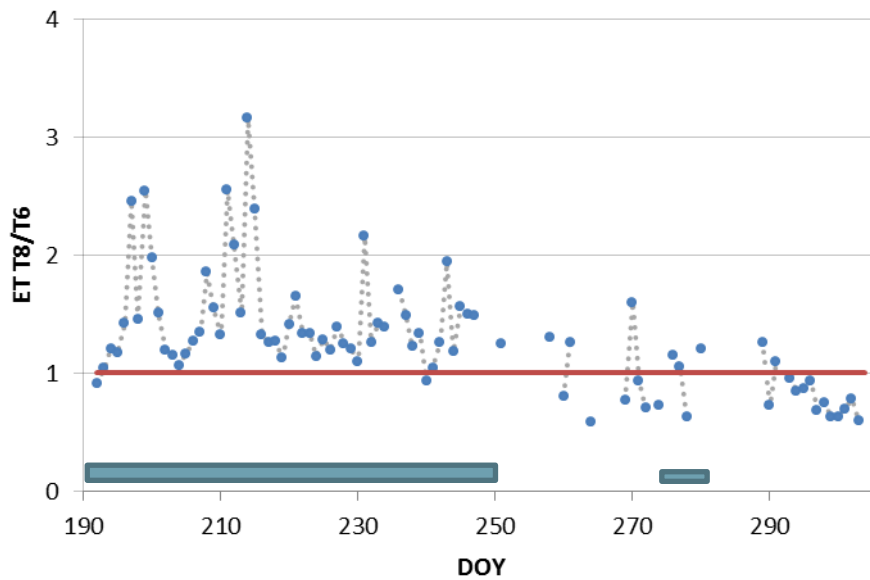
T7 (S1) é quase sempre mais elevada,
 relacionado com a capacidade de retenção do
 substrato também mais elevada.



T7



T3



ET (T8 S1, 100, A)
 ET (T6 S1, 60, A)

ET relativa
 S1
 Alecrim

Único factor que varia:
 rega

ET

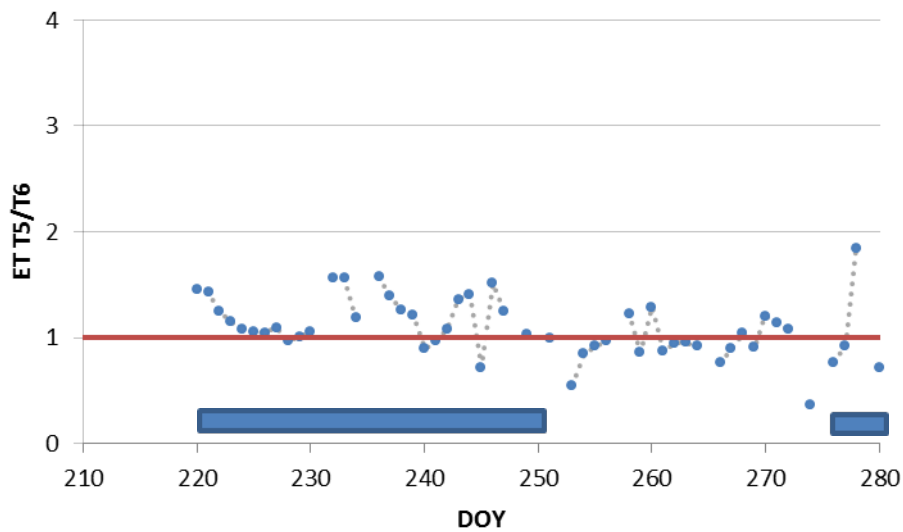
T8 (rega 100% ET_0) é quase sempre mais elevada (durante a época de rega), relacionado com a maior disponibilidade de água.



T8



T6



ET (T5 S1, 60)
ET (T6 S1, 60, A)

ET relativa
Rega menor dotação
S1

Único factor que varia:
vegetação

ET

A ET é ligeiramente superior em T5 durante a época de rega (1.2) e a seguir semelhante nos dois tratamentos



T5

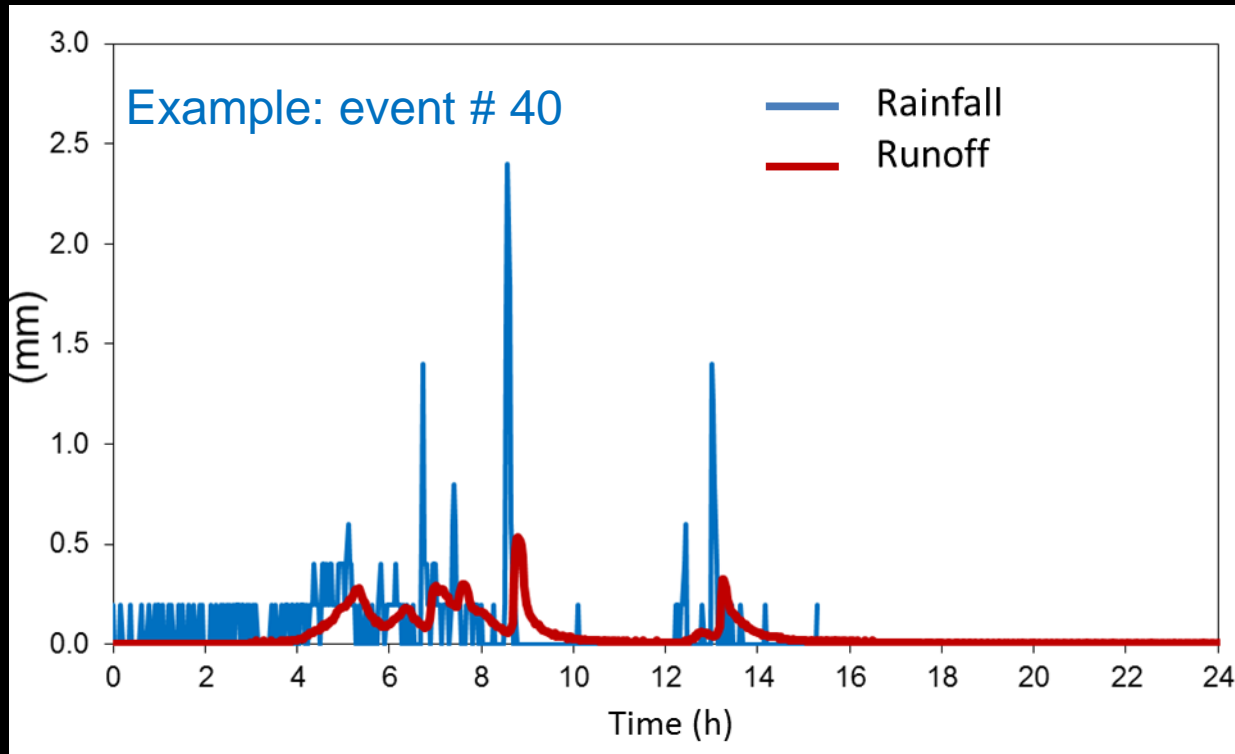


T6

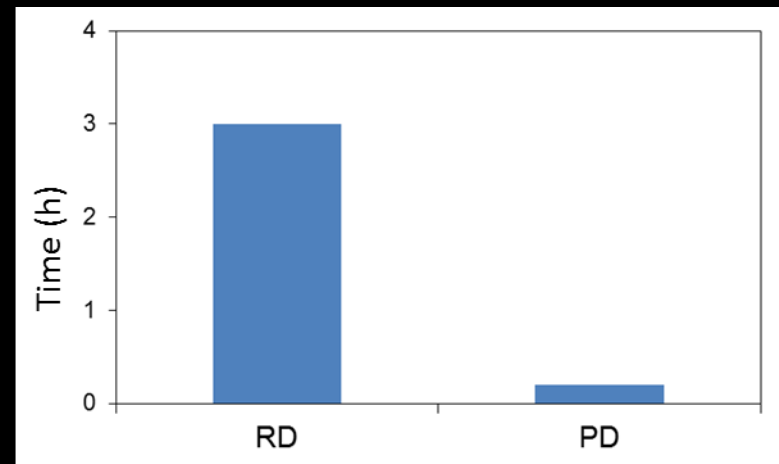
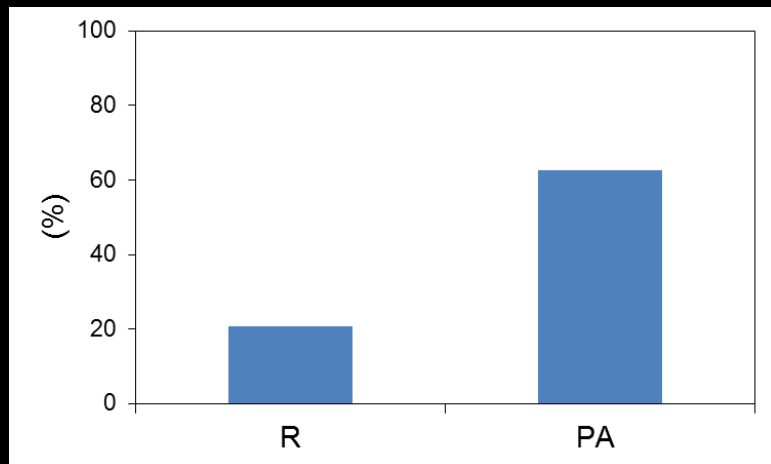
os 2 níveis de rega não tiveram influência significativa no **valor estético**, embora se tenham verificado diferenças nítidas na **evapotranspiração**



Relações Precipitação – Escoamento

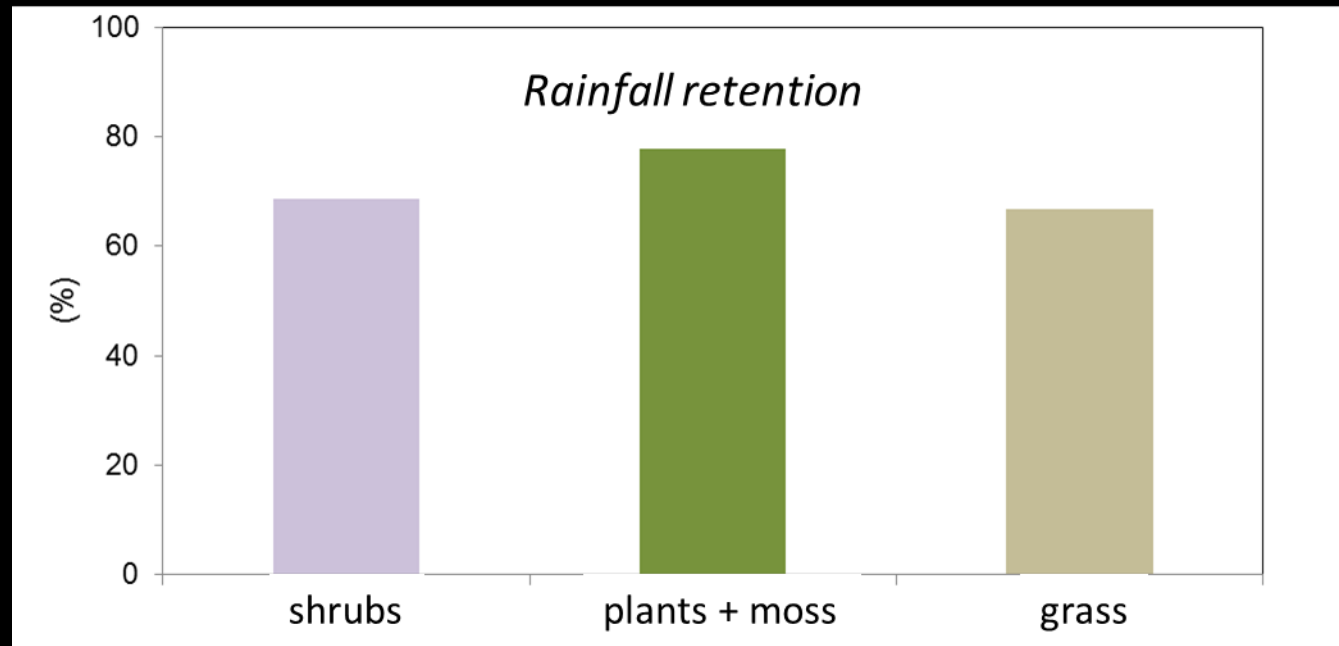


R – retention
PA – peak attenuation
RD – runoff delay
PD – peak delay



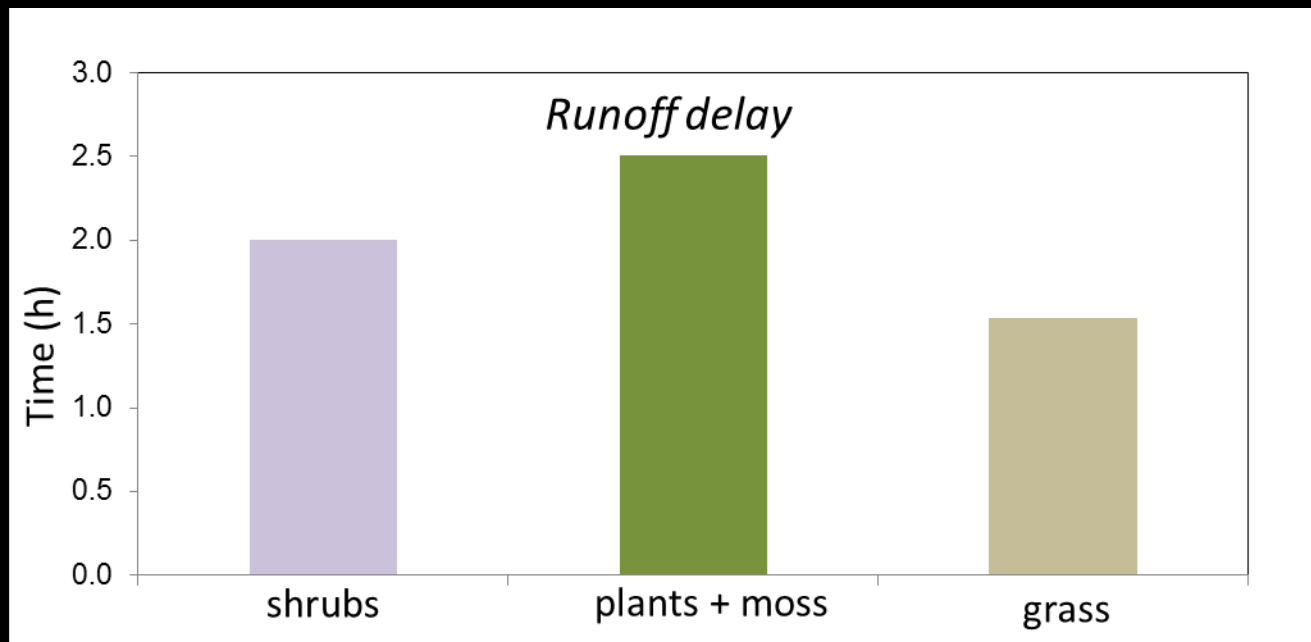
Efeito da vegetação

Substrato 1



Efeito da vegetação

Substrato 1

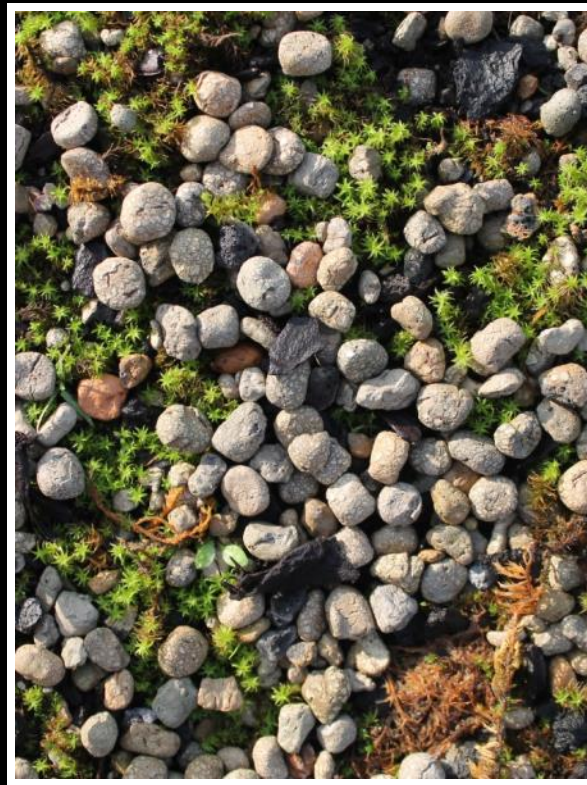


Relações precipitação – escoamento

Resultados globais (Brandão et al., 2017)

- retenção média da precipitação 66 %;
- defasamento médio do pico 88 %;
- defasamento médio do escoamento 90 min.





- plantas vasculares + briófitos: ET mais elevada para o período sem rega (com o mesmo substrato e rega) – retenção de água mais elevada devido aos musgos

Biocrust Roofs



- os musgos não regados adquirem um aspecto seco e acastanhado durante o Verão
- depois das primeiras chuvas no Outono reiniciam a actividade
- **Biocrust Roof – solução low cost para coberturas verdes em regiões com Verões quentes e secos**



EQUIPA CIENTÍFICA

ISA

Teresa Afonso do Paço - coordenação
Ana Luísa Soares
Ana Paula Ramos
Francisco Abreu
Luís Santos Pereira
Maria da Conceição Caldeira
Maria Dalila Espírito Santo
Maria do Rosário Cameira
Maria Filomena Caetano

FFCUL

Cristina Branquinho
Leena Luis Tomás
Otilia Correia
Ricardo Cruz de Carvalho

CONSULTORES

Benzion Kotzen, Un. Greenwich, UK
Celestina Pedras, UAIG

COLABORADORES

Fernanda Valente
Maria do Carmo Miranda

NativeScapeGR



INSTITUTO
SUPERIOR DE
AGRONOMIA
Universidade de Lisboa



Mediterranean Garden Society

FCT Fundação para a Ciência e a Tecnologia
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E CIÊNCIA

AGRADECIMENTOS

Projecto financiado pela Fundação para a Ciência e a Tecnologia (EXPL/ATP-ARP/0252/2013).

A equipa agradece a colaboração e apoio das empresas **Neoturf**, **Sigmatum** e **[A] ainda arquitectura** e da **Mediterranean Garden Society**; Professora Cecília Sérgio pelo auxílio na identificação dos musgos; viveiros florestais do ISA; IPMA pela cedência dos dados meteorológicos EMA Tapada da Ajuda.

ALL PROJECTS



Ecology of Environmental Change - eChanges

MedMossRoofs: Urban green covers based on mosses with no irrigation requirements under Mediterranean climate

 FCT Project  National Research Project  2016 to 2018

Faculty of Architecture, Computing & Humanities The University of Greenwich (ACHUOG)
Instituto Superior de Agronomia (ISA|ULisboa)
Neoturff Construções e Manutenção de Espaços Verdes, Lda

MedMossRoofs: Urban green covers based on mosses with no irrigation requirements under Mediterranean climate

FCT (PTDC/ATPARP/5826/2014)

2016-2018



the
green
roof
lab



LINKING LANDSCAPE, ENVIRONMENT,
AGRICULTURE AND FOOD

LEAF



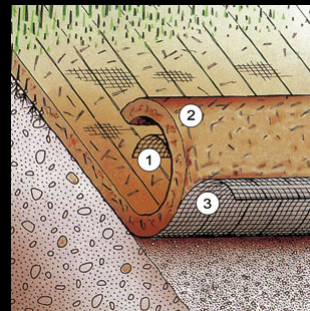
apiWall

another plant in the wall

plantas adaptadas a paredes e ambientes rochosos



tapetes pré-cultivados



Martins, D. (2018)

<http://www.greenfix.net/index.php?id=49&lang=1>



apiWall

another plant in the wall



Outros projectos



Constructing two demonstration green roofs to illustrate the potential of meeting environmental and energy targets

Acronym: LifeMedGreenRoof

Ref: LIFE12 ENV/MT/000732

Lifemedgreenroof Project, University of Malta



University of Toronto Green Roof Research



<https://www.theglobeandmail.com/real-estate/toronto/university-of-toronto-lab-tries-to-perfect-the-greenroof/article35230140/>



Green Roof Research at the University of Sheffield



<https://sites.google.com/a/sheffield.ac.uk/green-roof-research/>



<https://www.sheffield.ac.uk/landscape/news/veronica-love-valuing-nature-partnership-business-impact-school-1.555355>

1. Sustentabilidade/técnicas para a...
 1. espécies autóctones
 2. materiais construtivos – retenção de água
 3. rega deficitária vs. valor estético
 4. misturas de espécies – plantas vasculares e briófitos
 5. biocrust roofs
 6. tapetes pré-cultivados
 7. plantas adaptadas a paredes e ambientes rochosos

1. Sustentabilidade/técnicas para a...

1. espécies autóctones
2. materiais construtivos – retenção de água
3. rega deficitária vs. valor estético

menores
necessidades de
rega



ca. de 8 mm

diferentes níveis
de rega (60% e
100% da ET_0) –
valor estético
semelhante



- retenção das águas pluviais
- capacidade de retenção importante - 60%

não regar

- biocrust roofs

regar

- espécies autóctones
- armazenamento das águas pluviais ->rega

1. Sustentabilidade/técnicas para a...

1. espécies autóctones
2. materiais construtivos – retenção de água
3. rega deficitária vs. valor estético
4. misturas de espécies – plantas vasculares e briófitos
5. biocrust roofs
6. tapetes pré-cultivados
7. plantas adaptadas a paredes e ambientes rochosos



- misturas de plantas vasculares e musgos – mais eficientes na retenção de água
- coberturas verdes sem rega – Biocrust roofs
- tapetes pré-cultivados – *mulch*, conservação da água
- espécies potencialmente mais resistentes