



# Casos de sucesso da rega de campos de golfe com água residual tratada



Água para Reutilização

**Carlos Guerrero**

E-mail: [cguerre@ualg.pt](mailto:cguerre@ualg.pt)



## ▪ SUMÁRIO

- Bases do Plano Regional de Eficiência Hídrica

-  vs. **relva / solo / homem**

Água para Reutilização

- Equipamentos extras

- Gestão da rega / fertilização

- **Casos reais** de rega de campos de golfe com água residual tratada:

**Salgados e San Lorenzo**



## ■ Bases do Plano Regional de Eficiência Hídrica

### Medidas propostas (relacionadas com ApR)

**Águas do Algarve** → Maximizar volume de utilização de ApR  
(Albufeira Poente; Quinta do Lago;  
Faro-Olhão; V.R. Sto. António;  
Boavista; Companheira; Vilamoura)

→ Transferir água tratada entre os subsistemas Poente e Nascente



## ■ Bases do Plano Regional de Eficiência Hídrica

### Medidas propostas

- CNIG**
- ➔ Diminuir % água utilizada de origem subterrânea
  - ➔ Redução de áreas relvadas
  - ➔ Utilização de relvas mais adaptadas (ao clima e a ApR)
  - ➔ Facultar formação aos técnicos
  - ➔ Colaboração na instalação da adução necessária

# Casos de sucesso da rega de campos de golfe com água residual tratada



## ➤ Relva | Solo | Homem

### RELVA



**Parâmetro**

**Unidade**

**Reação – pH**

**Salinidade – impacto no crescimento vegetativo**

C.E.

dS.m<sup>-1</sup>

S.D.T.

mg.L<sup>-1</sup>

**Toxicidade iónica**

Na

mg.L<sup>-1</sup>

Cl

mg.L<sup>-1</sup>

B

mg.L<sup>-1</sup>

**Nutrientes**

mg.L<sup>-1</sup>

**Carbonatos e Bicarbonatos**

mg.L<sup>-1</sup>



### SOLO

**Perigo Permeabilidade do Sódio – impacto na estrutura do solo**

S.A.R.

Percentagem Na troca no solo

%

### HOMEM

**Microrganismos patogénicos**



# Casos de sucesso da rega de campos de golfe com água residual tratada

## RELVA

## (SALINIZAÇÃO)

Tolerância da relva à salinidade total da água de rega			
Sensível	Moderadamente tolerante	Tolerante	Muito tolerante
0 – 3 dS.m <sup>-1</sup>	3,1 – 6 dS.m <sup>-1</sup>	6,1 – 10 dS.m <sup>-1</sup>	> 10 dS.m <sup>-1</sup>
<i>Poa annua</i>	<i>Lolium multiflorum</i>	<i>Lolium perenne</i>	<i>Cynodon dactylon</i>
<i>Agrostis tenuis</i>	<i>Agrostis stolonifera</i>	<i>Festuca arundinacea</i>	<i>Paspalum sp.</i>
<i>Poa pratensis</i>	<i>Festuca rubra spp.</i>	(maioria das) <i>Zoysia sp.</i>	
<i>Poa trivialis</i>			

(Gruttadaurio et al., 2013)



# Casos de sucesso da rega de campos de golfe com água residual tratada

## SOLO

Classificação do solo	C.E. sol. do solo (dS.m <sup>-1</sup> )	PSA (Na troca solo) (%)	SAR água	Condição do solo
Normal	< 4	< 15	< 13	Floculado
Salino	> 4	< 15	< 13	Floculado
Sódico	< 4	> 15	> 13	Disperso
Salino-sódico	> 4	> 15	> 13	Floculado

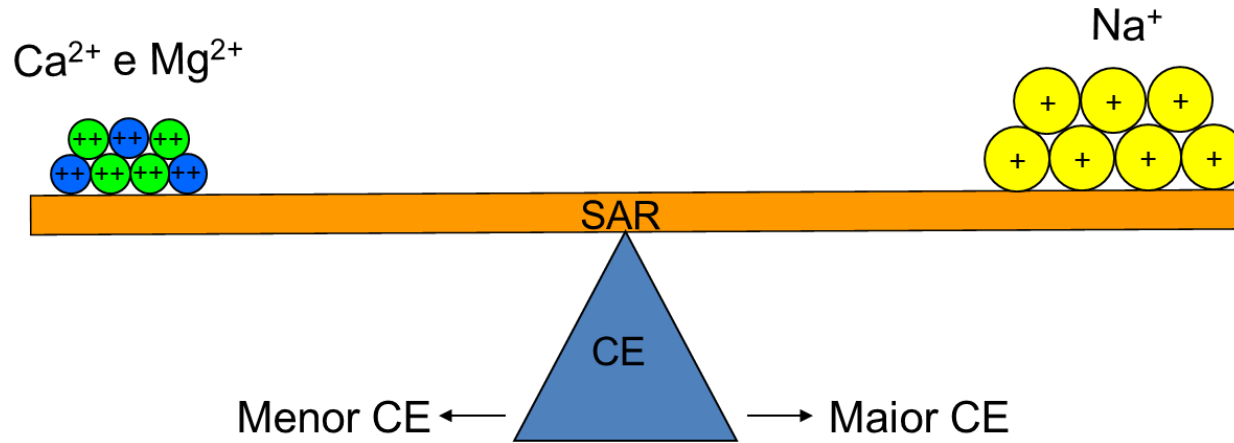
(adaptado de Walworth, 2006)

Perigo Salinização	C.E. água (dS/m)	SDT (mg.L <sup>-1</sup> )	Requisitos de gestão
Baixo	< 0,75	< 500	Não são esperados efeitos
Médio	0,75 – 1,50	500 – 1.000	Lixiviação moderada
Elevado	1,50 – 3,00	1.000 – 2.000	Escolha de espécie adequada / lixiviação para prevenir saliniz.
Muito elevado	> 3,00	> 2.000	Espécies mais tolerantes / mais lixiviação / manut. exig.

(adaptado de Carrow e Duncan, 2012)

# Casos de sucesso da rega de campos de golfe com água residual tratada

## SOLO



### Bases de troca (% da CTC)

Ca<sup>2+</sup>: 65 – 75%

Mg<sup>2+</sup>: 10 – 20%

K<sup>+</sup>: 2 – 5%

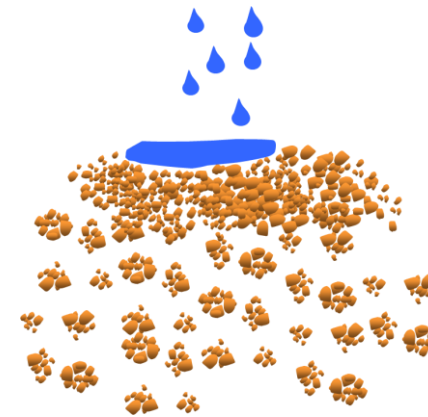
Na<sup>+</sup>: < 5%

### Solo floculado



(Walworth, 2006)

### Solo disperso



(SODIZAÇÃO)



# Casos de sucesso da rega de campos de golfe com água residual tratada

## HOMEM

Tempo de sobrevivência (dia)			
Patogénico	Águas residuais	Plantas	Solo
Vírus a Enterovírus b	< 120, mas geralmente < 50	< 60, mas geralmente < 15	< 100, mas geralmente < 20
Bactérias			
Coliformes fecais a	< 60, mas geralmente < 30	< 30, mas geralmente < 15	< 70, mas geralmente < 20
Salmonella spp. a	< 60, mas geralmente < 30	< 30, mas geralmente < 15	70, mas geralmente < 20
Shigella spp. a	< 30, mas geralmente < 10	< 10, mas geralmente < 5	< 20, mas geralmente < 10
Vibrio cholerae c	< 30, mas geralmente < 10	< 5, mas geralmente < 2	
Protozoários			
Cistos de E.histolytica	< 30, mas geralmente < 15	< 10, mas geralmente < 2	< 20, mas geralmente < 10
Helminhas			
Ovos A. lumbricoides	Vários meses	< 60, mas geralmente < 30	Vários meses

# Casos de sucesso da rega de campos de golfe com água residual tratada

## HOMEM

Condições meteorológicas no momento dos testes



Bacterial suspensions

*Enterococcus faecalis* NTCC 775  
*Escherichia coli* NTCC 9001  
*Salmonella typhimurium*. ATCC 14028



Plot Inoculation with microbial suspension

1 L talhão<sup>-1</sup>  
 NMP: 10<sup>8</sup> cells mL<sup>-1</sup>

Taxa de sobrevivência (%)

Tempo após aplicação	Dia nublado (15 – 18 °C)	Céu parcial. limpo (18 °C)	Céu limpo (30 °C)
<b>15 minutos</b>	≈	≈	≈
<b>4 horas</b>	Ef – nd Ec – nd St – nd	Ef – 16.1 Ec – 2.5 St – 22.2	Ef – 64.7 Ec – 0.1 St – 8.0
<b>6 horas</b>	Ef – 62.4 Ec – 2.2 St – 3.2	Ef – 3.3 Ec – 2.1 St – 2.5	Ef – 1.4 Ec – 0.01 St – 5.3

(Dionísio, et al., 2016)

## ➤ Equipamentos extras

Se a água tratada chegar ao campo **com tratamento terciário**

- ... instalação da adução necessária para levar a água para o campo;
- ➔ ... filtros para remoção de SDT; remoção de sólidos suspensos;
- ... (os novos campos devem contabilizar um duplo sistema de rega para os greens)

Se a água tratada chegar ao campo **sem tratamento terciário**

- ➔ ... **acrescentar** a instalação de um sistema de tratamento terciário no campo
- ... sistema com lâmpadas UV
- ... sistema com tratamento com ozono
- ... sistema com tratamento com cloro

## ➤ Gestão da rega / fertilização

... (quase) da mesma forma que se faz com a utilização de água “limpa”

... necessidade de constante informação analítica sobre a qualidade da água

### **DEC. LEI 236/98 (Qualidade da água segundo as suas finalidades)**

*Anexo XVI (qualidade das águas destinadas à rega)*

*Anexo XVIII (valores limite de emissão na descarga de águas residuais)*

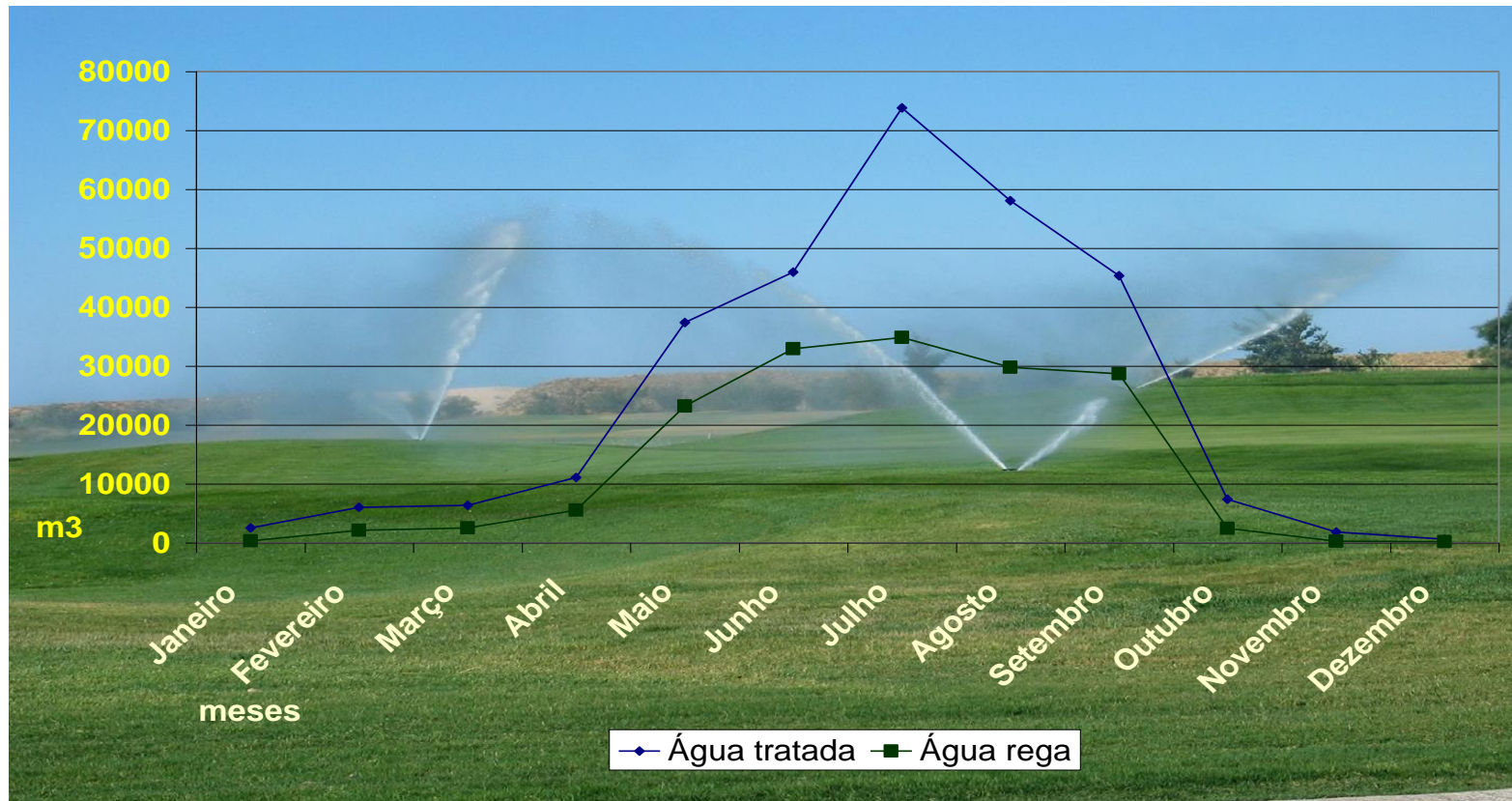
principais condicionantes:

- ☹ CE, SAR, Na, Cl, outros elementos químicos
- ☹ matéria orgânica em suspensão
- ☹ microrganismos patogénicos

# Casos de sucesso da rega de campos de golfe com água residual tratada

## ➤ Gestão da rega / fertilização

... dependência da fonte (especialmente em termos de quantidade)



## ➤ Gestão da rega / fertilização

... input de elementos químicos

- potencial alteração na gestão da aplicação de fertilizantes
- maiores necessidades ao recurso de produtos com Ca
- maior frequência de análises do solo, em especial dos fairways e roughs



# Casos de sucesso da rega de campos de golfe com água residual tratada

## ➤ Gestão da rega / fertilização

... particular atenção aos lagos (potenciais problemas de **eutrofização**)



# Casos de sucesso da rega de campos de golfe com água residual tratada

- **Casos reais** de rega de campos de golfe com água residual tratada

## SALGADOS

campo de 18 buracos  
percurso com cerca de **6000 m**  
par 72

**Área de greens:** 1,5 ha

**Área de fairways, roughs e tees:** 35 ha

### Relvas:

**greens:** Pen Cross

**tees, fairways e roughs:** bermuda tifton 419  
(kikuyu)





# Casos de sucesso da rega de campos de golfe com água residual tratada

- **Casos reais** de rega de campos de golfe com água residual tratada

## SALGADOS

*...desde 1996 a utilizar água residual...*

**PERÍODO 1** (1996 – 2010)

**Origem da água:** ETAR de Pêra

**PERÍODO 2** (desde 2010)

**Origem da água:** ETAR de Albufeira Poente



# Casos de sucesso da rega de campos de golfe com água residual tratada

- **Casos reais** de rega de campos de golfe com água residual tratada

## SALGADOS

### Utilização de sinalética de uso de ApR



# Casos de sucesso da rega de campos de golfe com água residual tratada

- **Casos reais** de rega de campos de golfe com água residual tratada

## SALGADOS

### PERÍODO 1 (1996 – 2010)

- **ApR** chegava com tratamento secundário (necessidade de higienização da água)
- Tratamento adotado: **cloragem**



# Casos de sucesso da rega de campos de golfe com água residual tratada

- **Casos reais** de rega de campos de golfe com água residual tratada

## SALGADOS

PERÍODO 1 (1996 – 2010)

### Qualidade da água

		VMR
pH	7.9	6.5 a 8.4
SST (mg/L)	18	60
CE (dS/m)	nd	
Cloretos (mg/L)	281	70
NaCl (mg/L)	861	640
SDT (mg/L)	nd	
<b>Microbiologia</b>		<b>VMR</b>
Colif. fecais	nd	100
Ovos e parasitas intestinais	nd	



# Casos de sucesso da rega de campos de golfe com água residual tratada

- **Casos reais** de rega de campos de golfe com água residual tratada

## SALGADOS

PERÍODO 2 (desde 2010)

### Qualidade da água

	jul/2018	out/2018	abr/2019	jul/2019	jan/2020	out/2020	VMR
<i>pH</i>	8.7	9.2	7.8	7.6	7.9	9.8	6.5 a 8.4
<i>SST (mg/L)</i>	24	23	15	10	7	111	60
<i>CE (dS/m)</i>	1.7	2.5	3.6	1.8	2.3	2.3	
<i>NaCl (mg/L)</i>	810	1000	2000	830	1000	1088	640
<i>SDT (mg/L)</i>	1000	2000	3000	1000	2000	2000	
<b>Microbiologia</b>							<b>VMR</b>
<i>Colif. fecais</i>	36	80	20	180	1	1	100
<i>Ovos e parasitas intestinais</i>	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	



# Casos de sucesso da rega de campos de golfe com água residual tratada

➤ **Casos reais** de rega de campos de golfe com água residual tratada

## SALGADOS

Atuais dificuldades?

- SOLO (necessidade de gestão **salinização** e da **sodização**)



- necessidade de lixiviação dos sais
- utilização de produtos com **Ca** (gesso) (nitrato de cálcio)
- práticas de aerificação mais frequentes

# Casos de sucesso da rega de campos de golfe com água residual tratada

- **Casos reais** de rega de campos de golfe com água residual tratada

## SALGADOS

### Atuais dificuldades?

- eutrofização dos lagos
  - odores
  - entupimentos no sistema de rega
- 
- necessidade de arejamento e recirculação frequente dos lagos
  - tratamentos pontuais com **CI**



# Casos de sucesso da rega de campos de golfe com água residual tratada

- **Casos reais** de rega de campos de golfe com água residual tratada

## SAN LORENZO

campo de 18 buracos  
percurso com cerca de **6250 m**  
par 72

**Área de greens:** 2 ha

**Área de fairways, roughs e tees:** 40 ha

**Relvas:**

**greens:** Pen Cross / Seaside 2 / 007

**tees, fairways e roughs:** Bermuda tifton 419  
(kikuyu)



**Problema:** furos com intrusão salina

**Solução:** ETAR da QL (desde 2007)



# Casos de sucesso da rega de campos de golfe com água residual tratada

## ➤ Casos reais de rega de campos de golfe com água residual tratada

### SAN LORENZO

*Adução da ApR em San Lorenzo*

Desde 2007

Distância da origem ao lago de rega: **1.345 m**



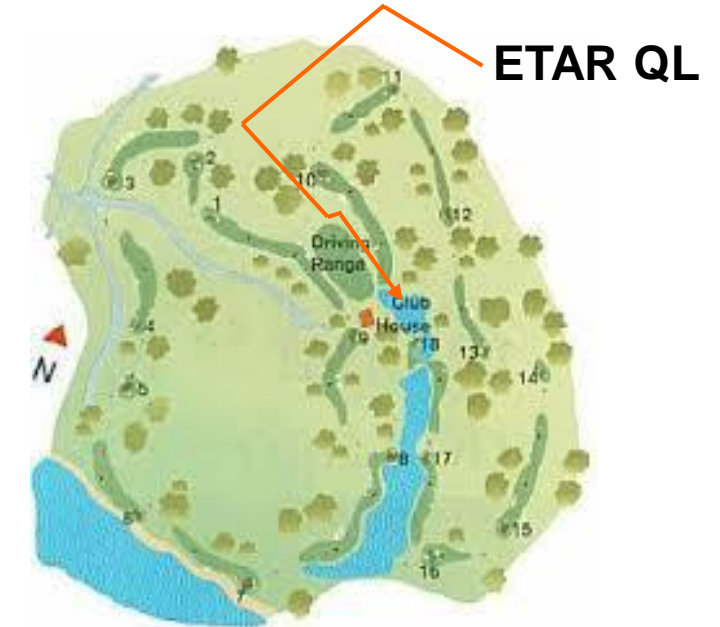
# Casos de sucesso da rega de campos de golfe com água residual tratada

- **Casos reais** de rega de campos de golfe com água residual tratada

## SAN LORENZO

### Qualidade da água

	<i>ApR 2019</i>	<i>Lago 2019</i>	<i>Rega 2019</i>	<b>VMR</b>
<i>pH</i>	7.0 - 8.0	8.5 - 9.0	7.8	<i>6.5 a 8.4</i>
<i>SST (mg/L)</i>	5.0 - 16.0	nd	21	<i>60</i>
<i>CE (dS/m)</i>	0.7 - 0.8	nd	1.1	
<i>NaCl (mg/L)</i>	280 - 330	380 - 1800	470	<i>640</i>
<i>SDT (mg/L)</i>	nd		810	
<b>Microbiologia</b>				<b>VMR</b>
<i>Colif. fecais</i>	40 - 1400	4 a 40	1	<i>100</i>
<i>Ovos e parasitas intestinais</i>	nd	nd	Ausente	



# Casos de sucesso da rega de campos de golfe com água residual tratada

- **Casos reais** de rega de campos de golfe com água residual tratada

## SAN LORENZO

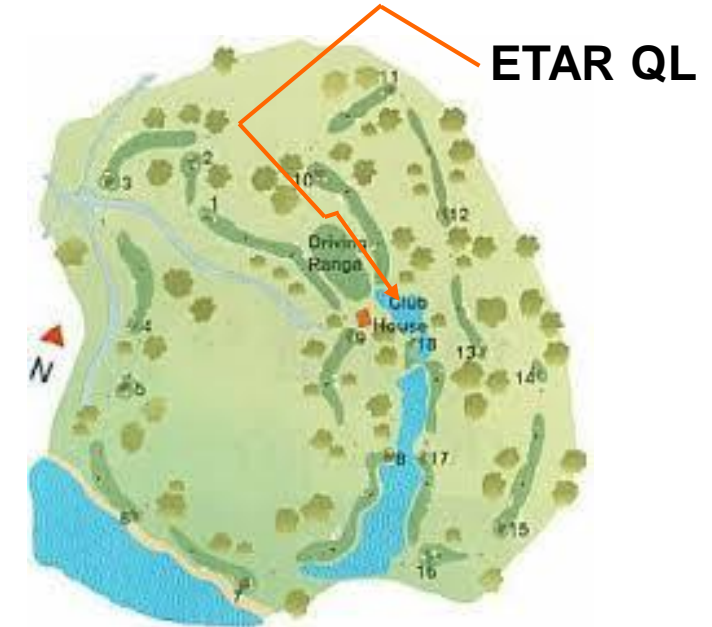
### Atuais dificuldades?

#### - SOLO

- necessidade de lavagem dos sais (essencialmente nos greens)
- gestão da **sodização**
- utilização de produtos com **Ca** (gesso) (nitrato de cálcio)
- práticas de aerificação mais frequentes

#### - LAGOS

- SST (m.o. suspensa?)



## ➤ Resumidamente

Uma análise SWOT indica que:

**Strengths** – vontade por parte dos interessados em regar com ApR

**Weaknesses** – dúvidas na contínua qualidade da ApR

**Opportunities** – existência de ETAR modernas e com adequados níveis de tratamento da ApR

**Threats** – distância entre a origem e o destino e os custos da adução

# Casos de sucesso da rega de campos de golfe com água residual tratada

## ➤ AGRADECIMENTOS



### SALGADOS

**Responsável pela manutenção:**

Helena Inácio

Luís Carrilho

**Diretor de campo:**

Pedro Silvestre



### SAN LORENZO

**Responsável pela manutenção:**

Carlos Santos

**Diretor de campo:**

António Santos

## ➤ REFERÊNCIAS

- **Carrow, R. N. and Duncan, R. R. (2012).** Best Management Practices for Saline and Sodic Turfgrass Soils. Assessment and Reclamation. CRC Press, pp 496. ISBN 9781439814741.
- **Dionísio, L.; Gonçalves, M. A. and Guerrero, C. (2016).** RECLAIMED WATER USE FOR TURFGRASS IRRIGATION, 5th European Turfgrass Society Conference Turfgrass – Towards Sustainability and Perfection for Aesthetic, Recreational and Sports. Book of Abstracts, 91-92.
- **Gruttadaurio, J.; Mattson, N.; Petrovic, M. and Brewer, L. (2013).** Soluble Salts in Soils and Plant Health. Department of Horticulture, Cornell University.
- **Walworth, J. (2006).** Soil Sampling and Analysis. Laboratories Conducting Soil, Plant, Feed or Water Testing, The University of Arizona Publication (2006), p. AZ1111 (<http://cals.arizona.edu/pubs/garden/az1111.pdf>).



# Questões?



# Obrigado!

Para mais informações:

Carlos Guerrero  
Professor auxiliar



[cguerre@ualg.pt](mailto:cguerre@ualg.pt)