



Congresso Nacional das  
Escolas Superiores Agrárias  
3 e 4 de novembro de 2022

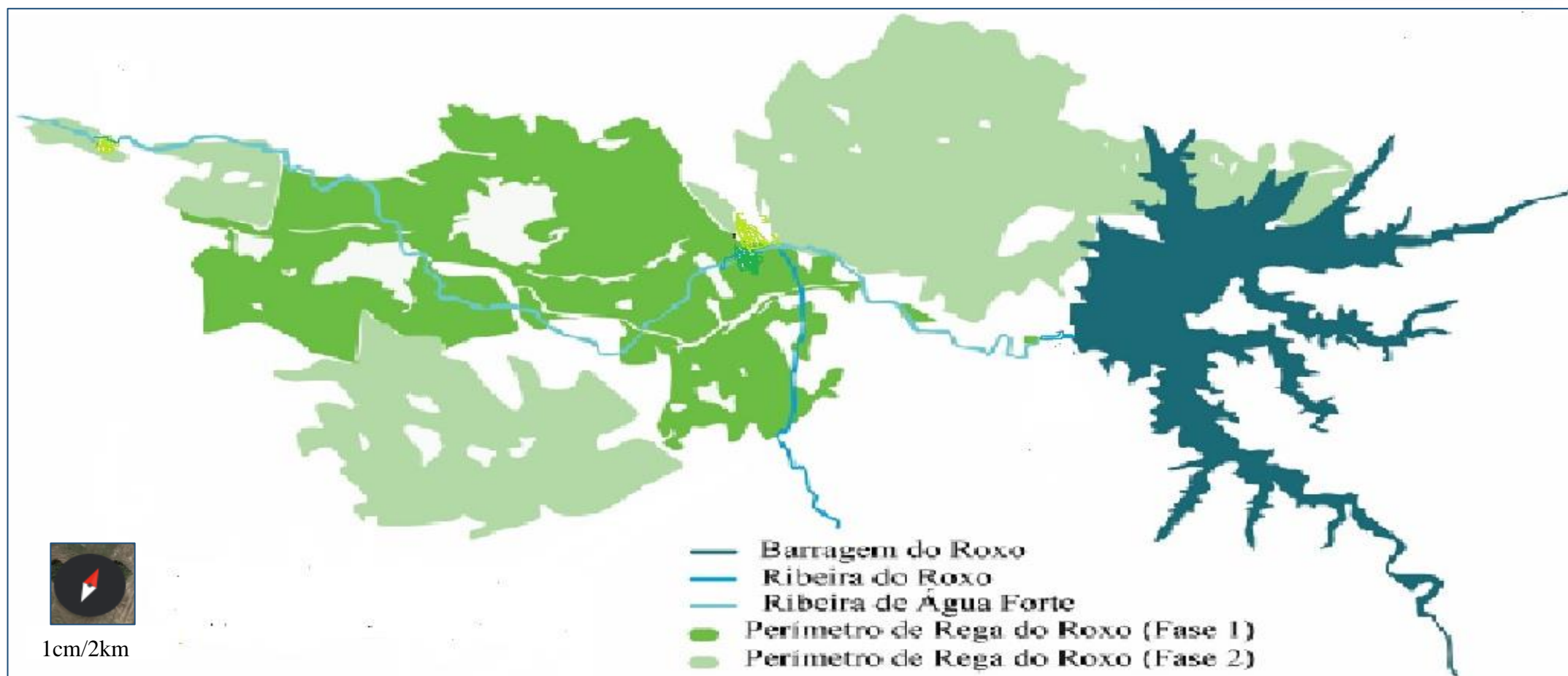
# IV Congresso Nacional das Escolas Superiores Agrárias CNESA22

## Ecoreabilitação de Massa de Água Modificada com Recurso a Leitos Flutuantes

Teresa Carvalhos<sup>1,4</sup>, Anabela Durão<sup>2</sup>,  
Adelaide Almeida<sup>1,4</sup>, Ana Pardal<sup>1,4</sup>,  
José Correia<sup>1</sup>, Valter Lopes<sup>3</sup>,  
António Parreira<sup>3</sup>

1. Instituto Politécnico de Beja – Escola Superior Agrária, Rua Pedro Soares - Campus do IPBeja, 7800-295 Beja.
2. Instituto Politécnico de Beja – Escola Superior de Tecnologia e Gestão, Rua Pedro Soares - Campus do IPBeja, 7800-295 Beja.
3. Associação de Beneficiários do Roxo, Estrada Nacional nº383, Montes Velhos.
4. FinEnTech-Fibrous Materials and Environmental Technologies, Rua Marquês de Ávila e Bolama- 6201 Covilhã, Portugal.

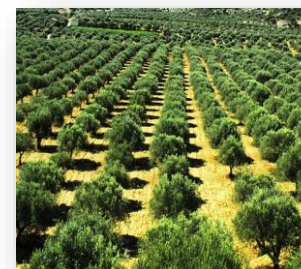
## 1. Enquadramento



## 1. Enquadramento

Os resultados do projeto QARSC (Borrvalho & Durão, 2016).

Evidência da má qualidade da água da Ribeira do Roxo para a qual contribuem os seus principais afluentes/ atividades limítrofes.



Actividades agrícolas



Exploração mineira existente  
na bacia hidrográfica



Explorações agro-pecuárias

# Ecoreabilitação de Massa de Água Modificada com Recurso a Leitos Flutuantes

## 2. Objetivo

Contributo para a recuperação ambiental da **Ribeira do Roxo**, com recurso à **Ecotecnologia de Leitos Flutuantes** para melhoria da qualidade da sua água com vista sua requalificação ecológica e possível utilização para rega.

Sensibilização ambiental dos *stakeholders* a fim de suscitar interesse e recetividade pela utilização de medidas **Ecofriendly** que contribuam para a requalificação das massas de água.



## 3. Delineamento experimental

### 3.1. Caracterização físico-química da água da Ribeira do Roxo

Cl<sup>-</sup>, SST, Zn<sup>2+</sup>, Cu<sup>2+</sup>, Fe<sup>2+</sup> e Mn<sup>2+</sup>, excedem o valor máximo recomendável (VMR).

Incumprimento do parâmetro NH<sub>4</sub><sup>+</sup> e P<sub>total</sub>

Estado ecológico mau, quando avaliada apenas para os parâmetros físico-químicos.

Tabela1. Caracterização físico-química da qualidade da água da Ribeira do Roxo (2017\_2021).

Parâmetros	Unidades	Qualidade da Ribeira do Roxo	Qualidade das águas destinadas à rega Decreto-Lei n.º 236/98 (Anexo XVI)		Estado Ecológico Instituto da Água, 2009
			VMR	VMA	
pH	Escala de Sorensen	6.2± 1,6	6,5-8,4	4,5-9,0	6-9
T <sub>w</sub>	°C	17 ± 2	-	-	-
Eh	mV	522 ± 19	-	-	-
B <sup>3+</sup>	mg/L	0,2 ± 0,1	0,3	3,75	-
CE	µS/cm 20°C	1 813 ± 117	-	-	-
OD	mg/L	7 ± 1	-	-	≥5
CQO	mg/L O <sub>2</sub>	23± 3	-	-	-
CBO <sub>5</sub>	mg/L O <sub>2</sub>	4 ± 0,0	-	-	≤6
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	mg/L	0,007 ± 0,001	-	-	-
P <sub>total</sub>	mg/L	0,2± 0,2	-	-	≤0,13
Nkj	mg/L	4 ± 1	-	-	-
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	mg/L	2 ± 1	-	-	≤1
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg/L	7 ± 1	50	-	≤25
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	mg/L	391 ± 31	575	-	-
F <sup>-</sup>	mg/L	1,0 ± 0,0	1,0	15	-
Cl <sup>-</sup>	mg/L	500 ± 21	70	-	-
SST	mg/L	90 ± 20	60	-	-
SDT	mg/L	900± 232	-	-	-
Zn	mg/L	3,0 ± 2,1	2,0	10,0	-
Fe	mg/L	6,0 ± 0,3	5,0	-	-
Cu	mg/L	0,6± 0,3	0,20	5,0	-
Mn	mg/L	2,2 ± 0,7	0,20	10	-
SAR	-	2 ± 1	8	-	-

## 3. Delineamento experimental

### 3.2. Instalação dos leitos flutuantes na Ribeira do Roxo

Três leitos flutuantes (LF), com as dimensões de 3,3 m<sup>2</sup>/ unidade, constituídos por um sistema de flutuação e por um sistema de suporte para as plantas (Rede em PEAD e Manta Orgânica) no qual foram plantados “pés” da macrófita *Vetiveria Zizanioides* (20 cm de caule/planta e densidade 40,5 plantas/m<sup>2</sup>) foram colocados na Ribeira do Roxo e foram amarrados às margens do curso de água.



Tabela 2. Caracterização do cursos de água onde foram colocados os LFs.

	Ribeira do Roxo
Localização (GPS Coordenadas)	37.944685-8.153876
Profundidade média do leito (m)	1,0± 0,3
Largura média do leito (m)	10,2 ± 0,7
Caudal médio (m <sup>3</sup> /s)	0,12 ± 0,10



## 3. Delineamento experimental

### 3. 4. Monitorização da qualidade da água/ Tratamento dos dados

A amostragem foi feita, em dois pontos; a montante da localização dos leitões (**Inlet**) e a jusante dos mesmos (**Outlet**), de acordo com Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, APHA (2012) e decorreu entre **maio de 2020 e novembro de 2021**.

Monitorização, mensal, dos parâmetros físico-químicos, de acordo com Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, APHA (2012).

Cálculo da carga mássica por parâmetro/ ponto de amostragem;

Cálculo da eficiência de remoção/ parâmetro utilizando a expressão: 
$$\%R = \frac{Inlet - Outlet}{Inlet} \times 100 \quad (Eq. 1)$$

Estimativa da área de tratamento necessária para as situações de incumprimento assumindo cinética de remoção de poluentes de ordem zero (Kusin, 2019).



## 4. Resultados e Discussão

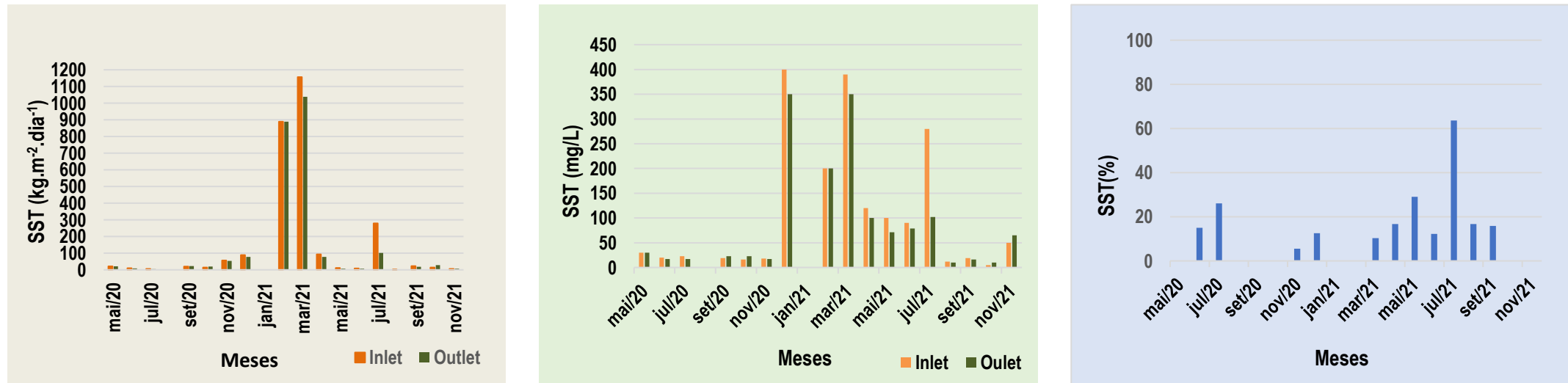


Fig 1. Cargas mássicas (cinzento) e concentrações (verde) obtidas ao longo do período de monitorização, para o parâmetro Sólidos Suspensos Totais (SST), a montante (Inlet) e jusante (Outlet) das FBs e respetivas taxas de remoção (azul).

Parâmetro	Taxa de Remoção Mínima (%)	Taxa de remoção Máxima(%)	Taxa médis de Remoção(%)	Area Necessária (m <sup>2</sup> )	Obs.
SST	0,0	63,6 <sup>(*)</sup>	14,0±14,0	83	(*)jul/21



## 4. Resultados e Discussão

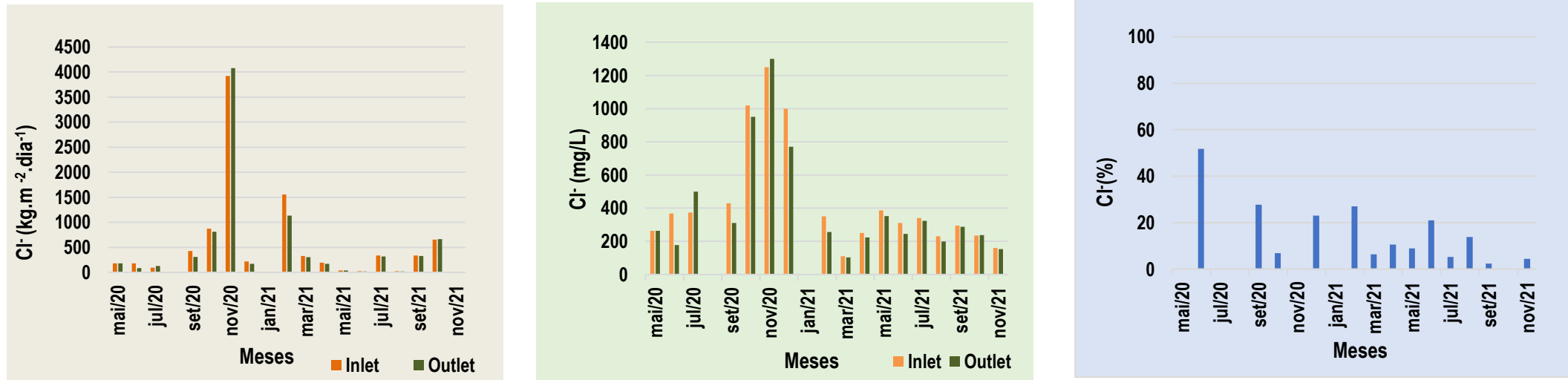


Fig 2. Cargas mássicas (cinzento) e concentrações (verde) obtidas ao longo do período de monitorização, para o parâmetro Cloretos (Cl<sup>-</sup>), a montante (Inlet) e jusante (Outlet) das FBs e respetivas taxas de remoção (azul).

Parâmetro	Taxa de Remoção Mínima (%)	Taxa de remoção Máxima (%)	Taxa média de Remoção (%)	Área Necessária (m <sup>2</sup> )	Obs.
Cl <sup>-</sup>	0,0	51,8(*)	11,0±10,0	316	(*)-jun/20

## 4. Resultados e Discussão

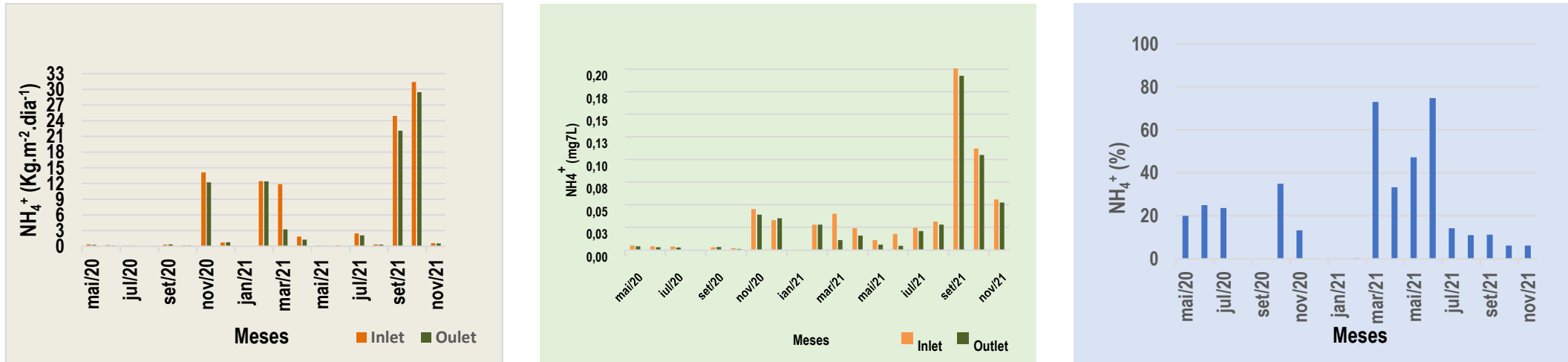


Fig 3. Cargas mássicas (cinzento) e concentrações (verde) obtidas ao longo do período de monitorização, para o parâmetro Azoto Amoniacal ( $NH_4^+$ ), a montante (Inlet) e jusante (Outlet) das FBs e respetivas taxas de remoção (azul).

Parâmetro	Taxa de Remoção Mínima (%)	Taxa de remoção Máxima(%)	Taxa média de Remoção(%)	Área Necessária(m <sup>2</sup> )	Obs.
$NH_4^+$	0,0	74,7 <sup>(*)</sup>	23,2±23,0	136	(*)jun/20

## 4. Resultados e Discussão

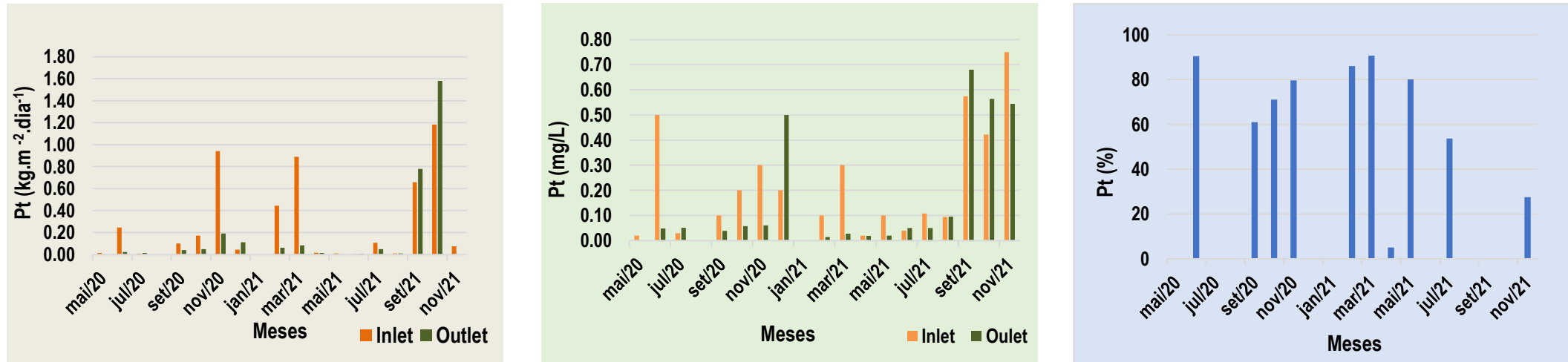


Fig 4 Cargas mássicas (cinzento) e concentrações (verde) obtidas ao longo do período de monitorização, para o parâmetro Fósforo total ( $P_t$ ), a montante (Inlet) e jusante (Outlet) das FBs e respetivas taxas de remoção (azul).

Parâmetro	Taxa de Remoção Mínima (%)	Taxa de remoção Máxima (%)	Taxa média de Remoção (%)	Área Necessária (m <sup>2</sup> )	Obs.
Pt	0,0	90,7(*)	35,8 ±35,1	47	(*)-mar/21

## 4. Resultados e Discussão

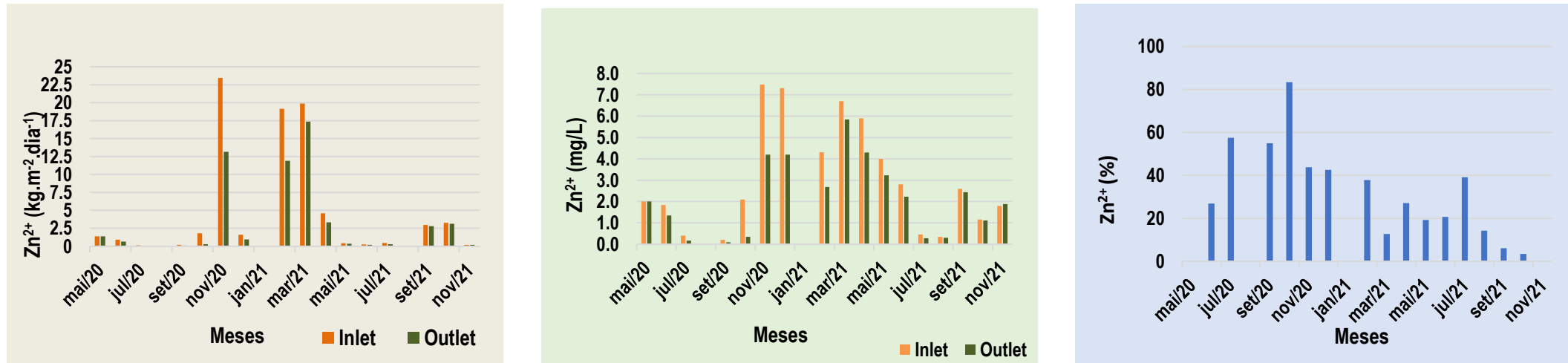


Fig 5. Cargas mássicas (cinzento) e concentrações (verde) obtidas ao longo do período de monitorização, para o parâmetro Zinco (Zn<sup>2+</sup>), a montante (Inlet) e jusante (Outlet) das FBs e respetivas taxas de remoção (azul).

Parâmetro	Taxa de Remoção Mínima (%)	Taxa de remoção Máxima (%)	Taxa média de Remoção (%)	Área Necessária (m <sup>2</sup> )	Obs.
Zn <sup>2+</sup>	0,0	83,3 (*)	28,8±23,0	46	(*)- out/20

## 4. Resultados e Discussão

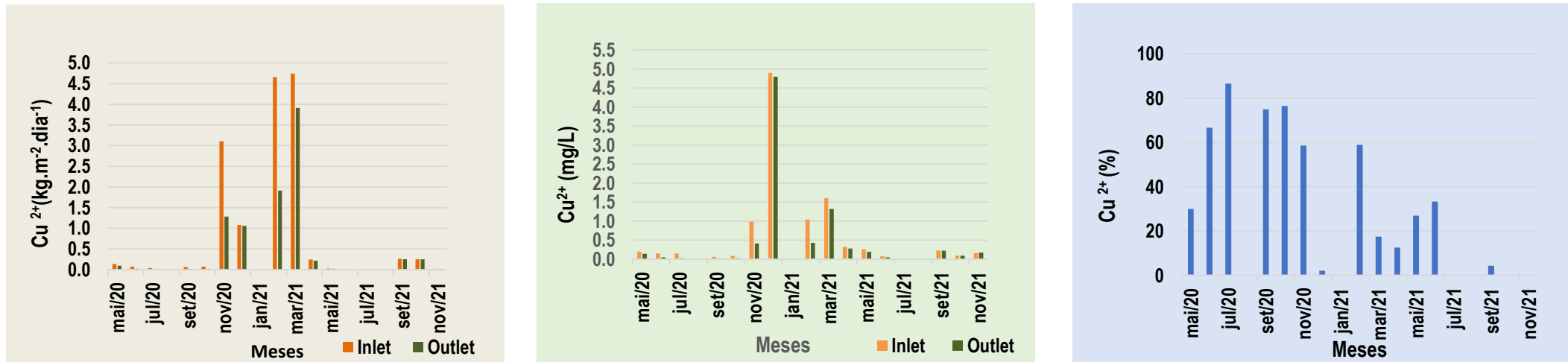


Fig 6. Cargas mássicas (cinzento) e concentrações (verde) obtidas ao longo do período de monitorização, para o parâmetro Cobre (Cu<sup>2+</sup>), a montante (Inlet) e jusante (Outlet) das FBs e respetivas taxas de remoção (azul).

Parâmetro	Taxa de Remoção Mínima (%)	Taxa de remoção Máxima (%)	Taxa média de Remoção (%)	Área Necessária (m <sup>2</sup> )	Obs.
Cu <sup>2+</sup>	0,0	76,5(*)	36,6±31,0	460	(*)-mar/21

## 4. Resultados e Discussão

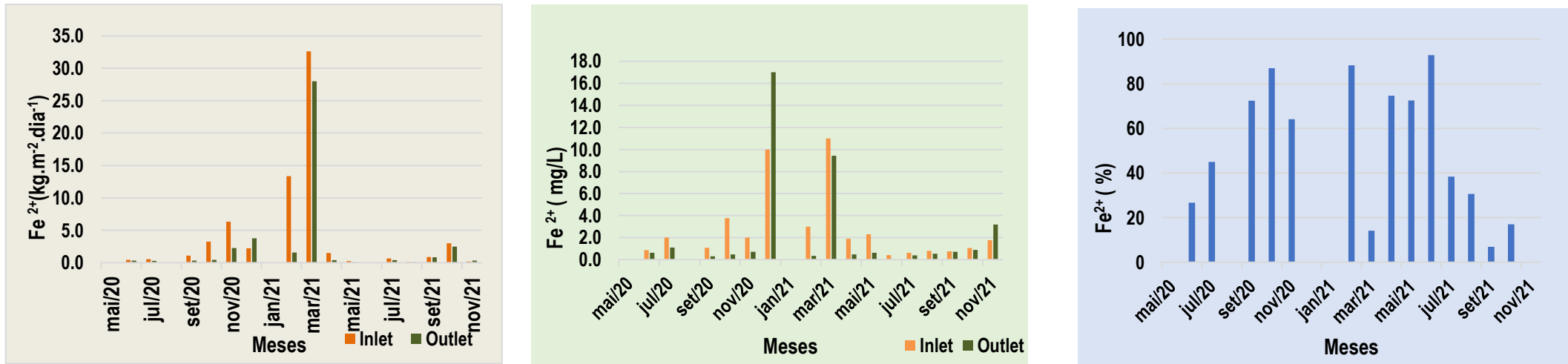


Fig 7. Cargas mássicas (cinzento) e concentrações (verde) obtidas ao longo do período de monitorização, para o parâmetro Ferro (Fe<sup>2+</sup>), a montante (Inlet) e jusante (Outlet) das FBs e respetivas taxas de remoção (azul).

Parâmetro	Taxa de Remoção Mínima (%)	Taxa de remoção Máxima (%)	Taxa média de Remoção (%)	Área Necessária (m <sup>2</sup> )	Obs.
Fe <sup>2+</sup>	0,0	88,3 <sup>(*)</sup>	45,6±33,0	39	(*)-fev/21

## 4. Resultados e Discussão

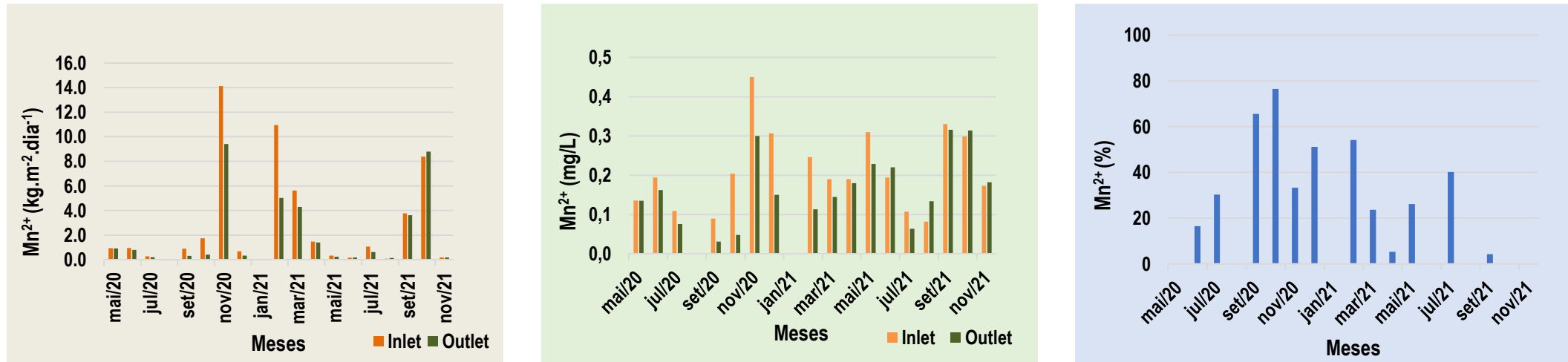


Fig 8. Cargas mássicas (cinzento) e concentrações (verde) obtidas ao longo do período de monitorização, para o parâmetro Manganés ( $Mn^{2+}$ ), a montante (Inlet) e jusante (Outlet) das FBs e respetivas taxas de remoção (azul).

Parâmetro	Taxa de Remoção Mínima (%)	Taxa de remoção Máxima (%)	Taxa média de Remoção (%)	Área Necessária (m <sup>2</sup> )	Obs.
Mn <sup>2+</sup>	0,0	76.5(*)	25,1±24,0	221	(*)-out/20

# Ecoreabilitação de Massa de Água Modificada com Recurso a Leitões Flutuantes

## 4. Conclusões e Perspetivas Futuras

O regime de precipitação, atual, no Baixo Alentejo caracterizado por períodos de precipitação curtos mas muito intensos e períodos de seca longos provoca variações apreciáveis nas afluências à Ribeira do Roxo.

A afluência de alguns poluentes parece estar dependente das condições hidrológicas ocorridas.

A remoção de poluentes pelo tratamento aplicado não parece estar dependente da concentração afluída.

As taxas de remoção médias obtidas variaram entre os 11,0%-45,6% ( parâmetros Cl- e Fe<sup>2+</sup> ).

O tratamento por LFs pareceu ser mais eficaz na remoção dos metais comparativamente aos outros parâmetros.

O sistema de tratamento por LFs testado, se bem que tenha melhorado a qualidade da água da Ribeira do Roxo, ainda não foi suficiente para cumprir as normas de qualidade.



# Ecoreabilitação de Massa de Água Modificada com Recurso a Leitões Flutuantes

## 4. Conclusões e Perspetivas Futuras

Os resultados obtidos forneceram evidências de os LFs em estudo poderão dar um contributo para a recuperação ambiental de massas de água superficiais, assumindo-se como um sistema de tratamento eficaz a longo prazo, ecológico, de fácil manutenção e baixo custo.

Efetuar um novo tratamento à qualidade da água da Ribeira do Roxo com a área de tratamento necessária ( 316 m<sup>2</sup>) por um período de tempo mais alargado ( >2 anos).

Alargar a monitorização a pesticidas, nomeadamente, inseticidas e herbicidas, cujo uso foi aprovado para proteção de plantas.

## 5. Bibliografia

EEA (European Environment Agency) (2012). Climate change impacts and vulnerability in Europe 2012, 304 pp [www.eea.europa.eu](http://www.eea.europa.eu). Available in: [www.eea.europa.eu](http://www.eea.europa.eu). Accessed on 26 January 2021.

Iglesias, A., Santillán, D., & Garrote, L. (2018). On the barriers to adaption to less water under climate change: Policy choices in Mediterranean countries. *Water Resources Management*, 1–14.

Decree Law no. 236/98. Ministry of the Environment, 1 August 1998.

Borrvalho, T., Durão, A. (2016). Qualidade da Água da Albufeira do Roxo na Dinâmica dos Solos e Culturas Agrícolas (QARSC). Associação de Regantes do Roxo, Instituto Politécnico de Beja, Universidade de Évora. pp. 25-45.

Kadlec, R. H., & Wallace, S. D. (2009). Treatment Wetlands. Second Edition (2nd ed.).

Walker, C., Tondera, K., Lucke. (2017). Stormwater treatment evaluation of a Constructed Floating Wetland after two years operation in an urban catchment. *Sustainability (Switzerland)*, 9 (10), 1–10.

Kusin, F. M., Has, S. N. M. S., Nordin, N. A., Mohamat- Yusuff , F., – Ibraim, Z. Z. (2019). Floating vetiver island (FVI) and implication for treatment system design of polluted running water. *Applied Ecology and Environmental Research*, 17(1):497-510.

Brix, H. (2003). Plants used in constructed wetlands and their functions. 1 St. International Seminar on the Use of Aquatic Macrophytes for Wastewater Treatment in Constructed Wetlands, 68 (December), 30.

APHA (2012). Standard Methods for Examination of Water and Wastewater. American Public Health Association (APHA): Washington, DC, USA



Congresso Nacional das  
Escolas Superiores Agrárias  
3 e 4 de novembro de 2022

**MUITO OBRIGADO PELA ATENÇÃO!!!!!!!**



[mtcarvalhos@ipbeja.pt](mailto:mtcarvalhos@ipbeja.pt)