

Relatório Anual de Progresso 2020

Nº do Grupo Operacional: 158

Nº dos Projectos que integram o grupo operacional:

Designação do plano de acção: Utilização de leitos flutuantes para melhoria da qualidade da massa de água superficial. GreenEcoRoxo.

Data de início do plano de acção: 2017-01-09

Data de conclusão do Plano e acção: 2021-12-16

Data do Relatório de progresso: 2021-02-12

Associação de Beneficiários do Roxo

Fase 1: Sistematização da informação existente relativa à qualidade da água e caracterização do sobrenadante existente na massa de água

Fase 1.2. e Fase 1.3. Recolha de amostras de sobrenadante existente na massa de água e sua caracterização analítica:

Esta tarefa, foi diferente dos anos anteriores, uma vez que já foi executada normalmente existindo sobrenadante para recolha e sua análise.

Fase 2: Determinação da qualidade da água e sedimentos

- **Recolha de amostras:** As amostras foram recolhidas como calendarizado nos pontos seleccionados inicialmente.

- **Caracterização Analítica:** como nos anos anteriores ficou a cargo do Instituto Politécnico de Beja.

Fase 4. Instalação, manutenção e controlo dos leitos flutuantes à escala real

Em Abril de 2020, foi necessário recorrer a uma máquina giratória para efectuar a limpeza da vegetação nos locais de acesso, para a instalação dos leitos, como é possível verificar nas fotografias seguintes.

Limpeza dos acessos aos locais:



Em Maio de 2020 foram colocados os leitos flutuantes à escala real (Ribeira de Água Forte e Ribeira do Roxo), com periodicidade de quinze dias, às vezes foi necessário alterar devido as condições climáticas. Eram feitas recolha de água e sobrenadante.

Instalação dos leitos flutuantes à escala real



No controlo, era feita a limpeza de vegetação que ficava presa nos leitos, as plantas eram monitorizadas, ou seja, eram feitas leituras do comprimento da planta, verificação do desenvolvimento das raízes e contagem por m².

Instituto Politécnico de Beja

Fase 1. Sistematização da informação existente relativa à qualidade da água e caracterização do sobrenadante existente na massa de água

A sistematização da informação relativa à qualidade da Água da Ribeira do Roxo prosseguiu.

Fase 1.2. e Fase 1.3. Recolha de amostras de sobrenadante existente na massa de água e sua caracterização analítica:

Em dezembro de 2020 o curso de água apresentou pela primeira vez, no período temporal do projeto, o descrito em memória descritiva, como sobrenadante, ou seja uma película mucilagínosa que cobriu a sua superfície. Assim, foram recolhidas amostras que estão em processo caracterização.

Fase 2. Determinação da qualidade da água e sedimentos

2.1. Recolha de amostras

Esta tarefa foi executada como previsto.

2.2. Caracterização Analítica

A caracterização analítica da Qualidade da Água da Ribeira do Roxo e Ribeira de Água Forte, não foi realizada na totalidade, devido aos constrangimentos referidos no respectivo item do presente documento (Constrangimentos e riscos sentidos até à data do relatório). Porém, como a colheitas foram feitas, as amostras que o permitiam, foram preservadas e após a aprovação do pedido de alteração de verbas entre rubricas em sede de PDR2020, em 2021 serão analisadas.

Apresentam-se, seguidamente, na figura 1., os resultados obtidos para os parâmetros mais relevantes que foram obtidos *in situ* com recurso a sonda paramétrica (HI9829 HANNA): pH; temperatura; potencial redox (Eh); Condutividade Elétrica (CE); Oxigénio Dissolvido (OD) e Sólidos Dissolvidos totais (SDT).

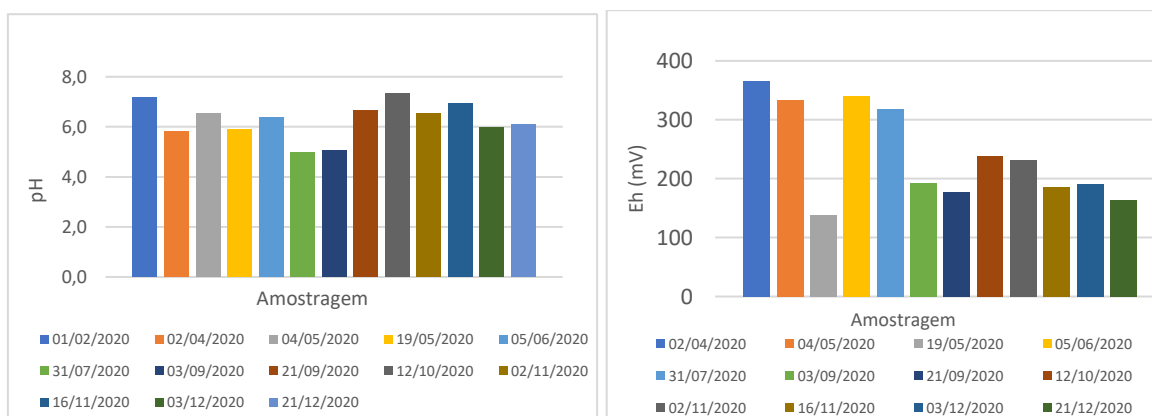


Figura 1. Evolução do pH e potencial redox (Eh), na Ribeira do Roxo, durante o período de monitorização.

Segundo Kadlec & Wallace, (2009), o pH de uma água superficial, quando tratada com macrófitas, não sofre grandes alterações, mantendo-se quase constante ao longo do tempo. Na Ribeira do Roxo, parece que resultados seguem essa tendência.

Todos os valores de potencial redox foram positivos e refletiram o ambiente oxidante, se bem com tendência para a diminuição, o que mostra que, se bem existam condições para ocorrerem reações aeróbicas estas podem estar a começar a estar dificultadas, o que também é corroborado pelos níveis baixos de oxigénio dissolvido.

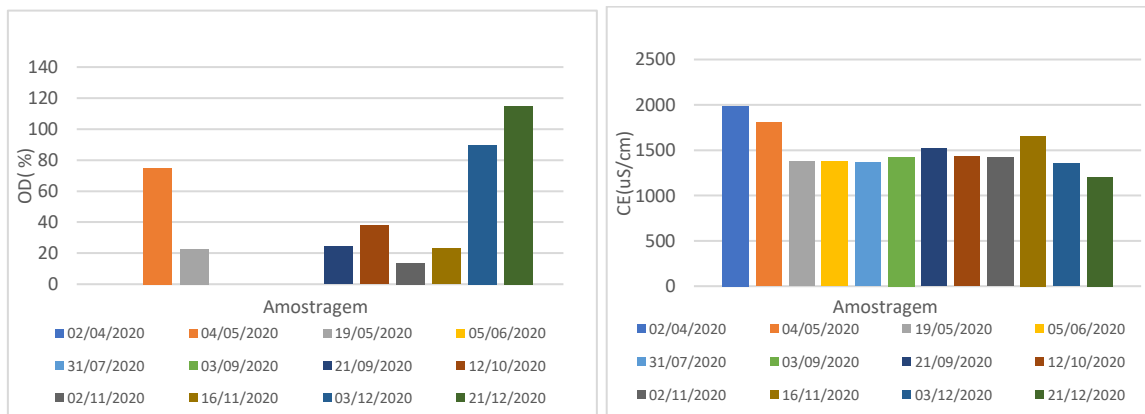


Figura 2. Evolução do Oxigénio Dissolvido(OD) e condutividade eléctrica (CE), na Ribeira do Roxo, durante o período de monitorização.

A condutividade eléctrica (CE) foi sempre elevada e não sofreu variações significativas, ao longo do período de monitorização. Os valores obtidos encontram-se acima do VMR referido no Anexo XVI do Decreto-Lei n.º 236/98, indicando que se está perante massas de água com risco leve a moderado de salinidade (CE=700-3000 µS/cm) (FAO, 2018).

Os problemas de salinidade existem quando os sais se acumulam na zona das raízes das plantas, de tal forma que a planta não consegue extrair água suficiente, provocando consequentemente reduções significativas no processo de crescimento (Cordeiro, 2012).

Os teores do herbicida (N-fosfometil-glicina) foram também obtidos para o ano de 2020, na água da Ribeira do Roxo e valor médio foi de $0,283 \pm 0,456 \mu\text{g/L}$. (n= 5).

Quanto à evolução da qualidade da Água da Ribeira de Água Forte, apresentam-se, de seguida, nas figuras 3. e 4. os resultados obtidos:

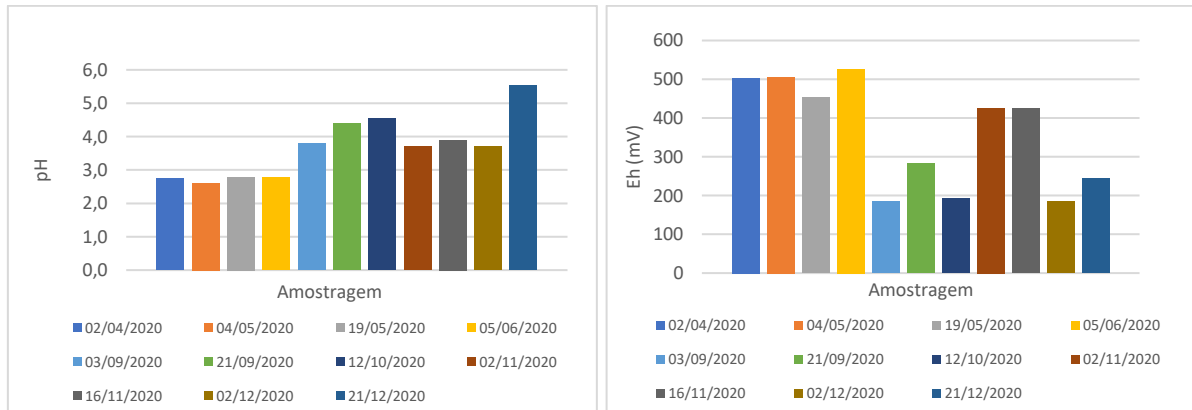


Figura 3. Evolução do pH e potencial redox (Eh), na Ribeira de Água Forte, durante o período de monitorização.

Nesta ribeira, que apresenta características de drenagem mineira ácida, o pH sofreu um ligeiro aumento nos meses de verão, o que poderá ter sido devido à existência de algas no leito durante este período do ano. De facto, estas ao consumirem CO₂, fazem diminuir a acidez do meio. Por outro lado, o valor obtido em dezembro, também muito elevado, pode justificar-se com a grande precipitação ocorrida.

O potencial redox, sofreu um abaixamento significativo nos meses de verão, o que à semelhança da Ribeira do Roxo, está relacionada com os baixos valores de oxigénio dissolvido (Figura 4). Esta situação remete para Baixa Qualidade Ecológica da massa de água.

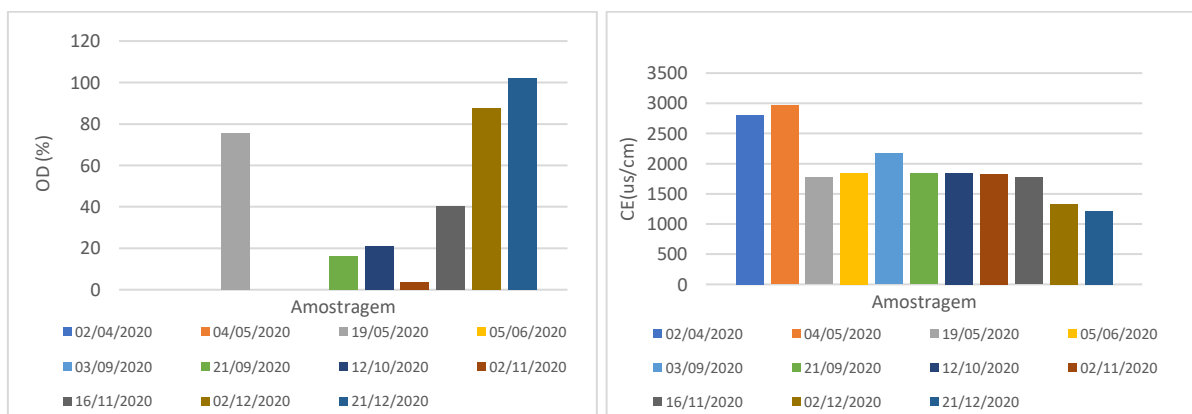


Figura 4. Evolução do Oxigénio Dissolvido(OD) e Condutividade Eléctrica (CE), na Ribeira de Água Forte, durante o período de monitorização.

Parece estar a desenhar-se um abaixamento da condutividade eléctrica o que a confirmar-se poderá ser benéfico para a acividade agrícola praticada no Perímetro de Rega do Roxo.

Foi também analisado o teor do herbicida (N-fosfonometil-glicina) que se manifestou sempre inferior ao limite de quantificação da técnica analítica padronizada.

Fase 4- Instalação, manutenção e controlo dos leitos flutuantes à escala real

4.1- Instalação dos leitos flutuantes à escala real

A macrófita a colocar nos leitos à escala real, *Vetiveria zizanioides*, foi escolhida por ter evidenciado o melhor desempenho nos ensaios piloto efectuados nos anos 2018/19 e por estes estarem de acordo com a literatura:

A *Vetiveria zizanioides* apresenta as seguintes características (Brix,2003)

- Grande e profundo sistema radicular;
- Tolera solos sódicos, salinos, alcalinos;
- Suporta uma ampla faixa de pH (3,3 a 9,5);
- Resiste a altos níveis de saturação de Al, Mn e metais pesados tais como: arsénio (As), cádmio (Cd), crómio (Cr), níquel (Ni), chumbo (Pb), mercúrio (Hg), selénio (Se) e Zn;
- Tem alta eficiência na remoção de nutrientes como azoto (N) e fósforo (P) e
- Tolera temperaturas do ar entre -20 e 60 graus Celsius

A *Vetiveria zizanioides* apesar de não ser nativa de Portugal, não é considerada uma espécie invasora segundo o Decreto-Lei n.o 92/2019.

Deste modo procedeu-se à aquisição de 1000 plantas e deu-se início da sua aclimação em outubro de 2019 nas instalações do IPBeja/ESA.

Este processo estava previsto decorrer até final de março de 2020 com vista a proporcionar condições radiculares e foliares optimizadas das mesmas aquando da sua colocação à escala real. Porém, devido ao estado de emergência que se viveu no país, prolongou-se até finais de abril de 2020 tendo somente sido feita a sua manutenção periódica (instalações IPBeja/ESA abertas somente duas manhãs/ semana) durante este período.

Finalmente, em maio de 2020, após o aligeirar das condições de confinamento que já permitiam o deslocamento entre concelhos, procedeu-se a 12 de maio ao povoamento das jangadas (leitos flutuantes) e sua colocação na Ribeira do Roxo (RR) (Coordenadas GPS: 37.944685-8.153876) e na Ribeira de Água Forte (RAF) (Coordenadas GPS: 37.944899.-8.150434).

Foram colocadas 3 leitos flutuantes (LF) de 3.3 m² em cada curso de água, com uma densidade de povoamento de plantas de 40,3 plantas/m² e foram ancorados para evitar a sua deriva, para permitir o acesso à manutenção e para atender às variações do nível de água dentro dos corpos de água. Os leitos foram identificados da seguinte forma:

-RR1, RR2 e RR3 de acordo com a sua localização relativa ao sentido da corrente da Ribeira do Roxo e

-RAF1, RAF2 e RAF3 de acordo com a sua localização relativa ao sentido da corrente da Ribeira de Água Forte.

Apresentam-se, nas figuras 5. e 6., algumas imagens do processo de instalação dos leitos à escala real.



Figura 5. Colocação dos leitos flutuantes na ribeira do Roxo.



Figura 6. Colocação dos leitos flutuantes na ribeira de Água Forte.

4.2- Manutenção e controlo dos leitos flutuantes à escala real

O conteúdo e a composição dos pigmentos fotossintéticos são importantes indicadores do estado de saúde das plantas e de possíveis alertas de toxicidade, e dependem das espécies de plantas, nutrição e condições de crescimento (Golubev, 2011).

As clorofilas são os pigmentos fotossintéticos básicos. Eles são essenciais para a fixação de radiação e consequentemente transformação da energia na fotossíntese. Os carotenoides (carotenos e xantofilas) servem como pigmentos acessórios.

A caracterização dos pigmentos fotossintéticos foliares da *Vetiveria zizanioides* utilizadas apresenta-se na tabela 1.

Tabela 1. Caracterização dos pigmentos fotossintéticos da *Vetiveria zizanioides* colocada nos leitos flutuantes.

	Clorofila α	Clorofila β	Clorofila total	Carotenóides totais
mg/g planta	1,16 \pm 0,390	1,46 \pm 0,037	2,62 \pm 0,019	0,11 \pm 0,098

Com a periodicidade tendencialmente quinzenal foi feita manutenção/ controlo dos leitos, que passou pela inspeção visual da sua aparência em termos de crescimento e vigor da parte aérea das plantas e raízes, pela limpeza do leito das ribeiras quando continham grande quantidade de material grosseiro em suspensão e pela monitorização *in situ* da qualidade da água para os parâmetros, pH,

Eh, OD, CE, TDS e T. Foi feito, também, trimestralmente, a contagem e a medição das plantas de cada jangada afim de monitorizar a densidade de povoamento e o seu crescimento.

Visto não haver disponibilidade para executar a monitorização da qualidade da água das duas massas de água, para os restantes parâmetros procedeu-se à recolha mensal de amostras afim de serem preservadas para análise futura.

Apresentam-se, de seguida, na tabela 2. e tabela 3. os resultados da monitorização dos leitos flutuantes (LF).

Tabela 2. Evolução da densidade da macrófita nos leitos flutuantes colocados na Ribeira do Roxo (RR) e Ribeira de Água Forte (RAF) (nº plantas/m²).

Data	LF (RR1)	LF(RR2)	LF(RR3)	LF(RAF1)	LF(RAF2)	LF(RAF3)
12/05/2020	40,3	40,3	40,3	40,3	40,3	40,3
29/09/2020	27,3	17,9	27,3	23,0	27,9	26,7
12/10/2020*	31,2	28,2	31,2	29,7	31,2	30,9
21/12/2020	25,6	18,0	17,5	18	22	23

* Repovoamento

Tabela 3. Evolução do tamanho médio da componente foliar da macrófita nos leitos flutuantes colocados na Ribeira do Roxo (RR) e Ribeira de Água Forte (RAF) (cm).

Data	LF (RR1)	LF(RR2)	LF(RR3)	LF(RAF1)	LF(RAF2)	LF(RAF3)
12/05/2020	20	20	20	20	20	20
03/07/2020	43	12,7	14			
03/09/2020	48	29	49	47	50	63
12/10/2020	57	39	43	34	85	48
21/12/2020	56	12	13,5	16	37	30

A monitorização dos leitos flutuantes evidenciou o impacto negativo que as macrófitas sofreram ao serem colocadas em ambiente real, obtendo-se taxas de crescimento muito baixas e mesmo negativas. De facto, verificou-se uma grande deterioração logo ao fim do primeiro mês, apresentando a componente foliar sinais de toxicidade e alguma secura, como pode ser constatado nas Figuras 7. e 8.



Figura 7. Leitos flutuantes da Ribeira do Roxo em junho 2020. Da esquerda para a direita tem-se RR1, RR2 e RR3.



Figura 8. Leitos flutuantes da Ribeira do Água Forte em junho 2020. Da esquerda para a direita tem-se RAF3, RAF2 e RAF1.

Com o decorrer do Verão e as altíssimas temperaturas, os leitos foram apresentando progressivamente sinais de mais danos nas partes aéreas que não se conseguiram fazer reverter, em especial nos leitos colocados na Ribeira do Roxo. Contudo o sistema radicular manteve algum vigor e desenvolvimento, exibindo, contudo, sinais de toxicidade. De facto, o Verão de 2020 foi considerado de acordo com Copernicus Climate Change Service (C3S) o ano mais quente a nível global, na Europa desde 1931 (IPMA, 2020) e com ocorrência de fenómenos atmosféricos pouco habituais com sendo a depressão Ellen, que em agosto provocou valores diários de precipitação anormalmente altos (IPMA, 2020).

Esta situação levou à necessidade de proceder ao repovoamento das jangadas que ocorreu a 12/10/2021. Este foi feito de acordo com o apresentado na tabela 2.

Os meses de novembro e dezembro caracterizaram-se, por seu turno, por temperaturas muito baixas e com eventos de precipitação muito elevados (IPMA, 2020). Esta, com características torrenciais provocou grande turbulência nas massas de água e o aumento súbito da altura do leito das ribeiras o que levou ao seu transbordar, com alagamento total das margens que permaneceu durante um período de tempo alargado. Todos estes eventos, se bem que extremos, são contudo, inerentes a condições meteorológicas de climas mediterrâneos.

Os leitos flutuantes resistiram a estas condições, mas com perda de densidade de plantas (foram arrancadas da manta e arrastadas para o curso de água). As remanescentes permanecerem sem crescimento e com vigor reduzido (Figura 9.).As baixas temperaturas não são propícias ao crescimento da *Vetiveria Zinanioides*, mas não provocam a sua morte (Brix, 2003; Moortel et al., 2010).



Figura 9. Leitos flutuantes RR1, RR2 e RR3 em novembro 2020 e RR3 em dezembro 2020 (da esquerda para a direita).

Referências Bibliográficas

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. <https://doi.org/10.1016/j.ejphar.2014.05.01.3>

Cordeiro, C. de O. G. (2012). Estudo da reutilização de uma água residual tratada na rega paisagística. Universidade Nova de Lisboa. Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia do Ambiente, perfil Sanitária. Obtida a 15 de junho de 2019.

FAO. (2018). Handbook for saline soil management. (R. Vargas, E. I. Pankova, S. A. Balyuk, P. V. Khasankhanova, & K. G.M., Eds.), Fao (1st ed.). Food and Agriculture Organization of the United Nations and Lomonosov Moscow State University

Golubev, I. A. (2011). Handbook of phytoremediation. Handbook of Phytoremediation (1st ed).

IPMA, (2020). Resumo Climatológico, Ano 2020, Globo, Europa, Portugal Continental. http://www.ipma.pt/resources/www/docs/im.publicacoes/edicoes.online/20210121/YHyABDoAHxtxDLEPUkVt/cli_20201201_20201231_pcl_aa_co_pt.pdf. Acedido a 24 de fevereiro de 2021.

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

Moortel, A. M. K. Van De, Meers, E., Pauw, N. De, & Tack, F. M. G. (2010). Effects of vegetation, season and temperature on the removal of pollutants in experimental floating treatment wetlands. Water, Air, and Soil Pollution, 212(1–4), 281–297. <https://doi.org/10.1007/s11270-010-0342-z>

Fase 5. Difusão dos Resultados

Teresa Borralho, David Gago, Adelaide Almeida (2020). Study on the Application of Floating Beds of Macrophytes (*Vetiveria zizanioides* and *Phragmites australis*), in Pilot Scale, for the Removal of Heavy Metals from Água Forte Stream (Alentejo-Portugal).

Journal of Ecological Engineering. Volume 21, Issue 3, April 2020, pages 153–163. Publicação de artigo em revista da especialidade.

<https://doi.org/10.12911/22998993/118285>.

Constrangimentos e riscos sentidos até à data do relatório

Os principais constrangimentos sentidos no ano de 2020 decorreram da instabilidade da equipa afeta ao projeto que sofreu várias alterações e da situação de pandemia que se vive no Mundo. Assim, em fevereiro de 2020 ocorreu a rescisão do contrato do bolseiro à qual se seguiu nova contratação em abril de 2020, que permaneceu em funções somente até agosto 2020. Tendo a ESA estado encerrada de 16 de março a 05 de maio, sendo agosto o mês de férias e estando o elemento contratado a familiarizar-se com as suas funções teve como consequência o reduzido volume de trabalho executado. Seguiu-se, o período de abertura de novo concurso público para admissão de novo bolseiro, que só terminou em janeiro de 2021. Deste modo, durante a quase totalidade do ano de 2020, o projeto contou com menos um elemento que lhe estava afeto a 100% o que se consubstanciou na não realização de tarefas que lhe estavam alocadas, com perda parcial de resultados.

Para além disso, a situação pandémica também inviabilizou as ações de divulgação que estavam previstas para este ano.

António Manuel Rocha Parreira

Fase 4. Instalação, manutenção e controlo dos leitos flutuantes à escala real

Colaboramos activamente na monitorização dos leitos flutuantes instalados nos locais referidos anteriormente.

Fase 5. Difusão dos Resultados

Teresa Borralho, David Gago, Adelaide Almeida (2020). Study on the Application of Floating Beds of Macrophytes (*Vetiveria zizanioides* and *Phragmites australis*), in Pilot Scale, for the Removal of Heavy Metals from Água Forte Stream (Alentejo-Portugal).

Journal of Ecological Engineering. Volume 21, Issue 3, April 2020, pages 153–163. Publicação de artigo em revista da especialidade.

<https://doi.org/10.12911/22998993/118285>.

Execução Financeira do projeto

Tabela 3. Resumo da execução financeira do projeto.

Designação da Entidade	Investimento Elegível Aprovado (€)	Investimento Elegível Realizado (€)	Taxa de Execução (%)
Associação de Beneficiários do Roxo	204 851.18€	125 345,19€	61,19%
Instituto Politécnico de Beja 2020	174 966.57€	124.780,81€	71,30%
António Manuel Rocha Parreira	18 738.24€	5 926,74€	31,63%