CONFERENCIA FINAL BlueWWater
6 nov 2026, CETMAR, Vigo

Bioensayos con microalgas y embriones de erizo de mar en masas de aguas superficiales y residuales

Juan Bellas, Ainhoa Juez, Maider Justel

CSIC
Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Instituto Español de Oceanografía
Centro Oceanográfico de Vigo

Interreg
España – Portugal
Cofinanciado por la Unión Europea
Cofinanciado pela União Europeia
blue wwater

Enfoque clásico: Evaluación de riesgo ambiental

EVALUACIÓN DE RIESGO AMBIENTAL

IDENTIFICACIÓN DEL PELIGRO
Causado por los contaminantes en los ecosistemas

EVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN
EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE EXPOSICIÓN

ModeladoMonitoring

CONCENTRACIONES AMBIENTALES PREVISTAS (PEC)

EVALUACIÓN DE LA TOXICIDAD
DEFINICIÓN DE EFECTOS BIOLÓGICOS

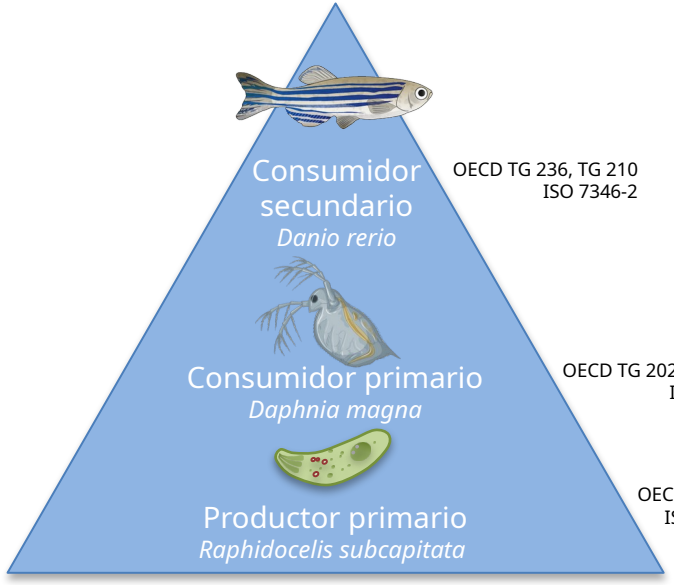
Umbral de toxicidad

CONCENTRACIONES SIN EFECTO PREVISTO (PNEC)

CARACTERIZACIÓN DEL RIESGO
COCIENCE DE RIESGO:
PEC / PNEC *vs* 1

PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO
Normativa para la prevención o mitigación de riesgos en el ecosistema

REACH (EU chemical safety regulation)
Registro de productos (pesticidas, fármarcos, ...)



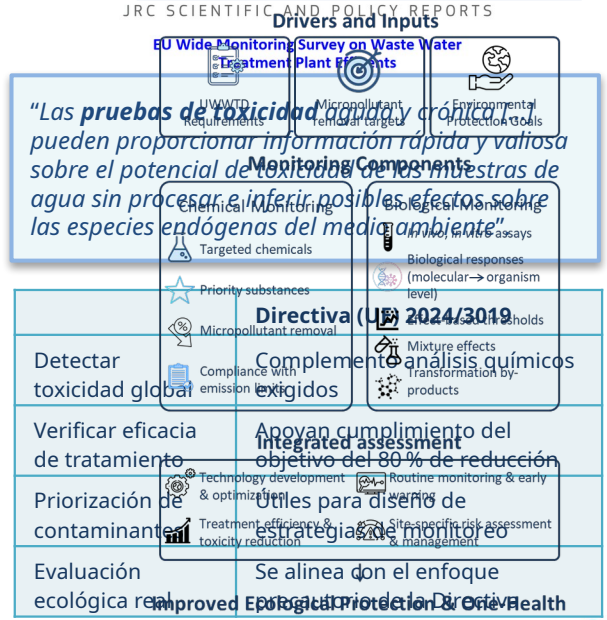
Interreg
España – Portugal
Cofinanciado por la Unión Europea
Cofinanciado pela União Europeia
blue wwater

ANTECEDENTES

Papel de la ecotoxicología en la evaluación de riesgo de contaminantes emergentes en las aguas residuales urbanas

- Contribuir al cumplimiento y **fortalecimiento** de los objetivos de la nueva Directiva (UE) 2024/3019.
- Aportar **valor técnico y ambiental**:
  - Evaluación del **efecto combinado** de contaminantes:
    - Muchos CECs actúan a bajas concentraciones en **mezcla**.
    - **Efecto tóxico global** (adición, sinergia, antagonismo) del efluente tratado.
  - Verificación de la **eficacia del tratamiento cuaternario** (reducción -al menos- 80 % de microcontaminantes):
    - Verificar si el tratamiento realmente reduce la toxicidad → **productos degradación**.
    - Identificar **efectos tóxicos persistentes** tras el tratamiento.
  - Apoyo a la priorización de riesgos y **gestión adaptativa** (monitoring) **del riesgo**:
    - Detectar cambios temporales o estacionales en la toxicidad del efluente.
    - Priorizar contaminantes para análisis químicos posteriores.

Contribución del seguimiento de los efectos biológicos a la implementación de un enfoque holístico para alcanzar los objetivos de la Directiva UE 2024/3019

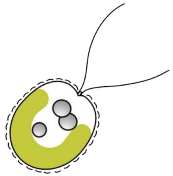


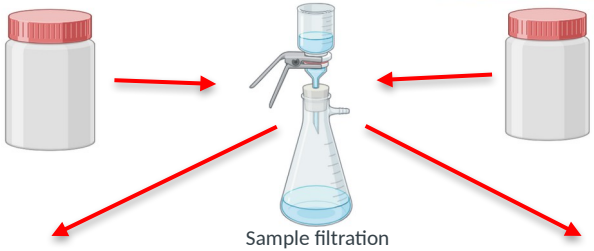
Santos et al. (2026) ACS ES&T Water 2026, 6, 5475−5478

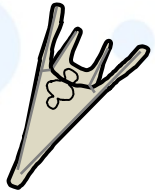
Interreg
España – Portugal
Cofinanciado por la Unión Europea
Cofinanciado pela União Europeia

METODOLOGÍA

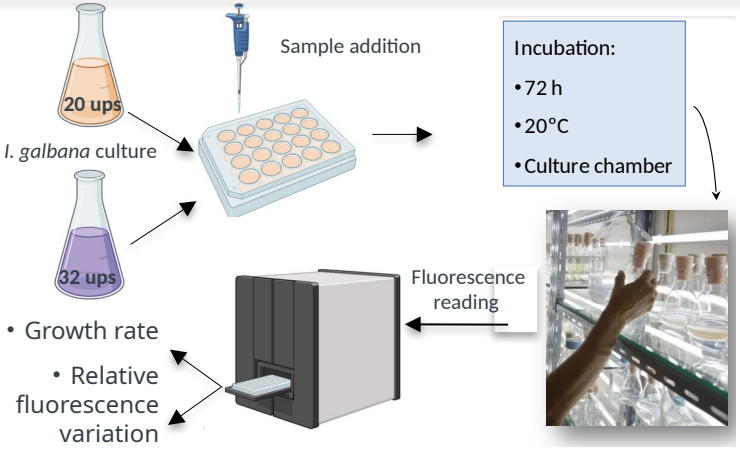
Bioensayos con muestras de EDAR



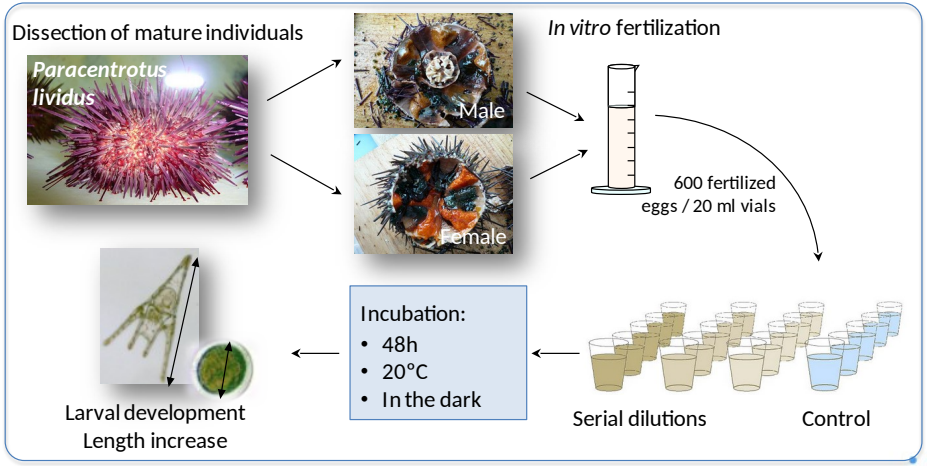




Bioensayo con microalgas



Bioensayo embriolarvario de erizo de mar

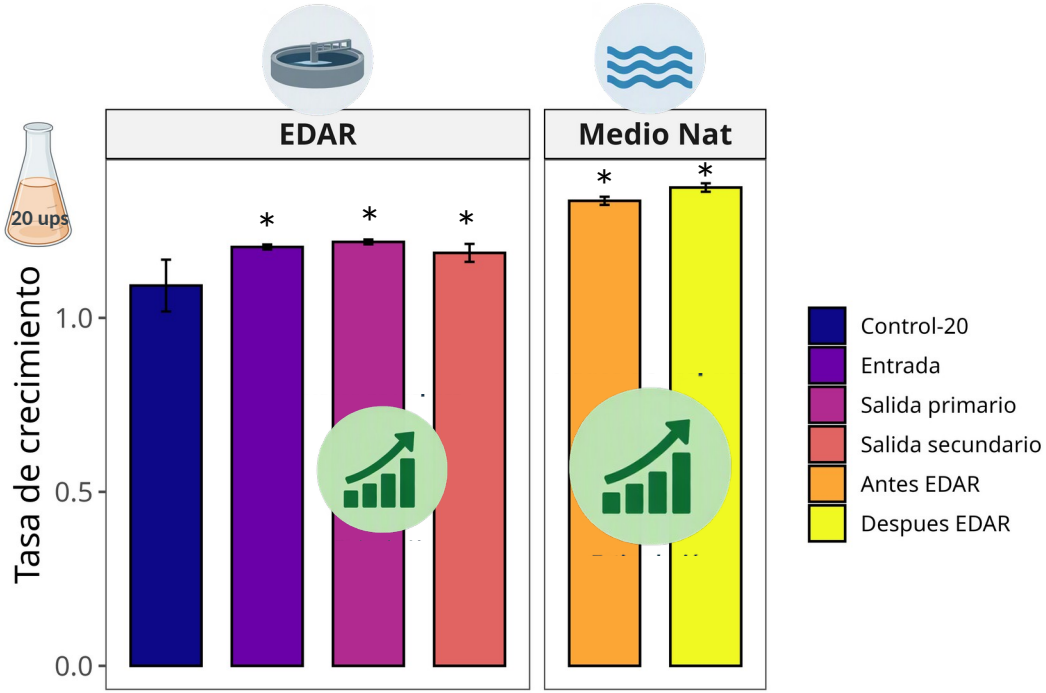


Interreg
España – Portugal
Cofinanciado por la Unión Europea
Cofinanciado pela União Europeia
blue wwater

RESULTADOS

Bioensayos con microalgas

BW-01



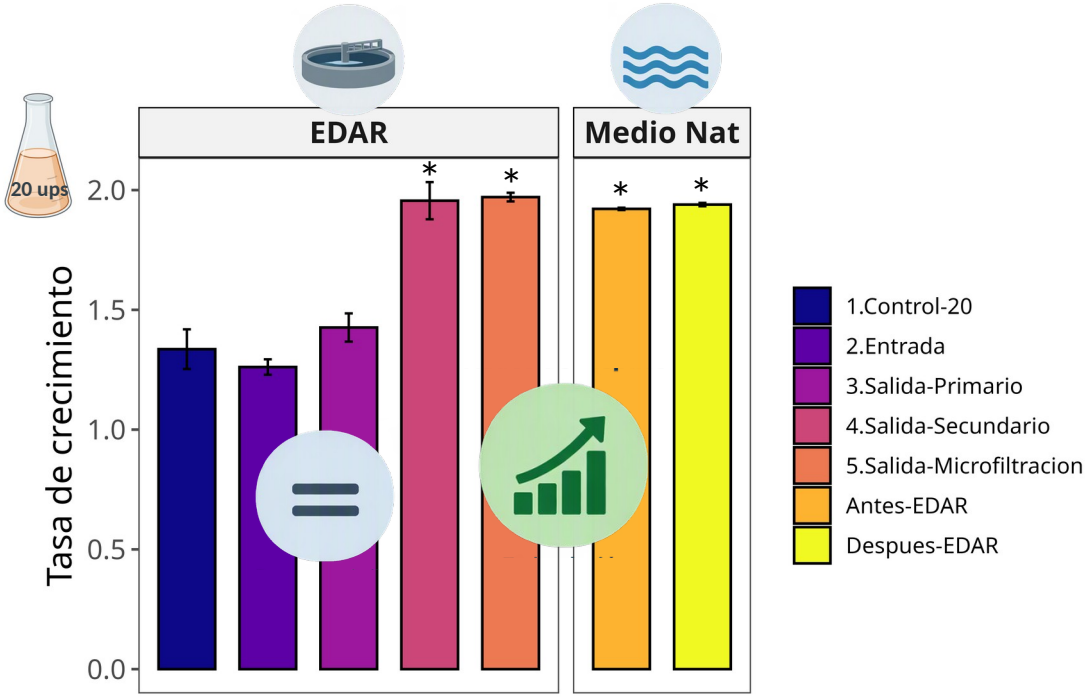
BW-01

- Mayor crecimiento en ‘Entrada’, ‘Primario’ y ‘Secundario’ — mayor disponibilidad de nutrientes o compuestos aprovechables por las microalgas
- y en aguas receptoras antes y después de la EDAR

Interreg
España – Portugal
Cofinanciado por la Unión Europea
Cofinanciado pela União Europeia

Bioensayos con microalgas

BW-02



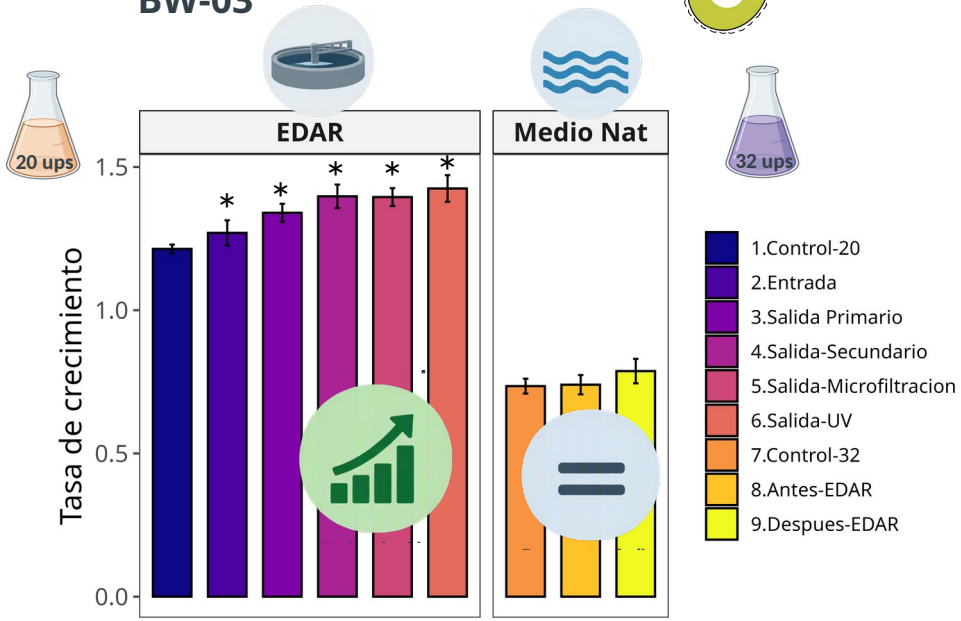
BW-02:

- Mayor crecimiento en etapas avanzadas del tratamiento (secundario y microfiltración)
- y en aguas receptoras antes y después de la EDAR

Interreg
España – Portugal
Cofinanciado por la Unión Europea
Cofinanciado pela União Europeia

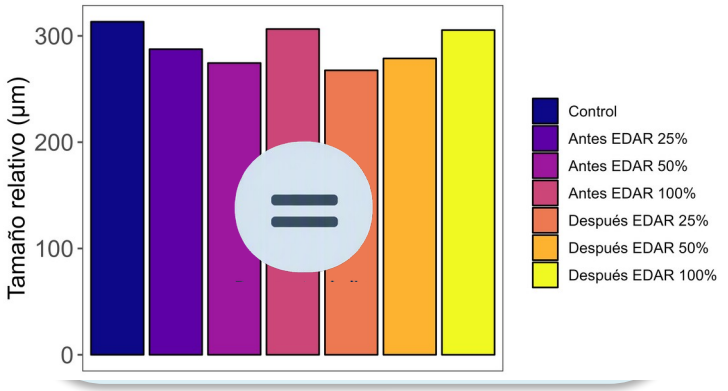
Bioensayos con microalgas

BW-03



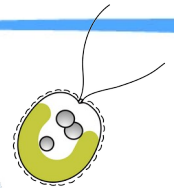
Bioensayos con embriones de erizo de mar

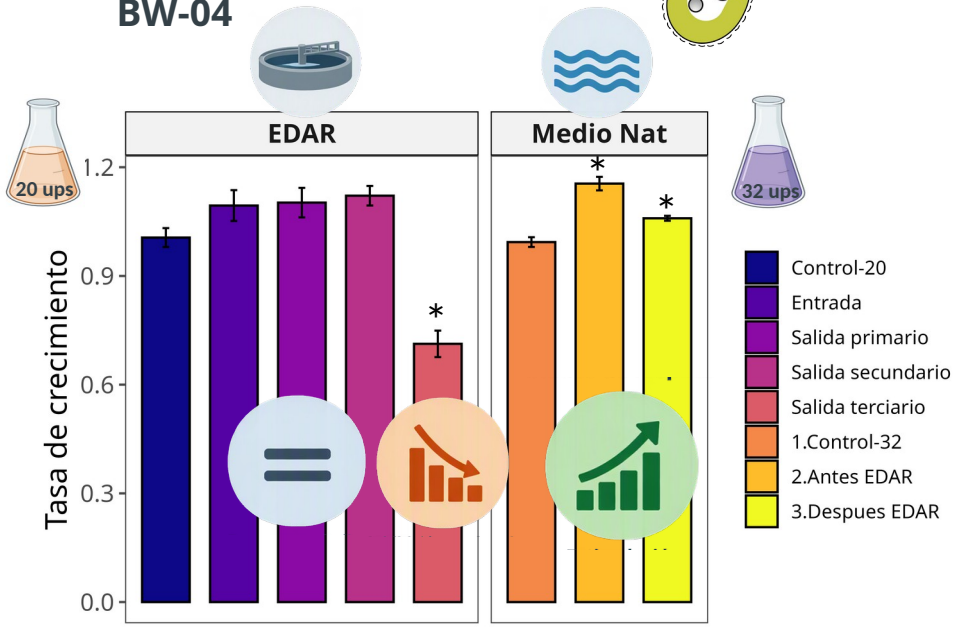
BW-03:



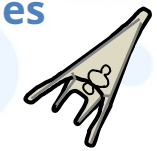
Interreg
España – Portugal
Cofinanciado por la Unión Europea
Cofinanciado pela União Europeia

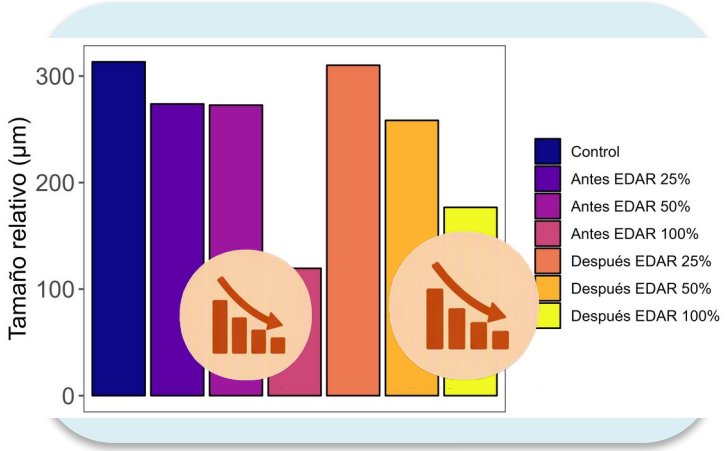
Bioensayos con microalgas





Bioensayos con embriones de erizo de mar

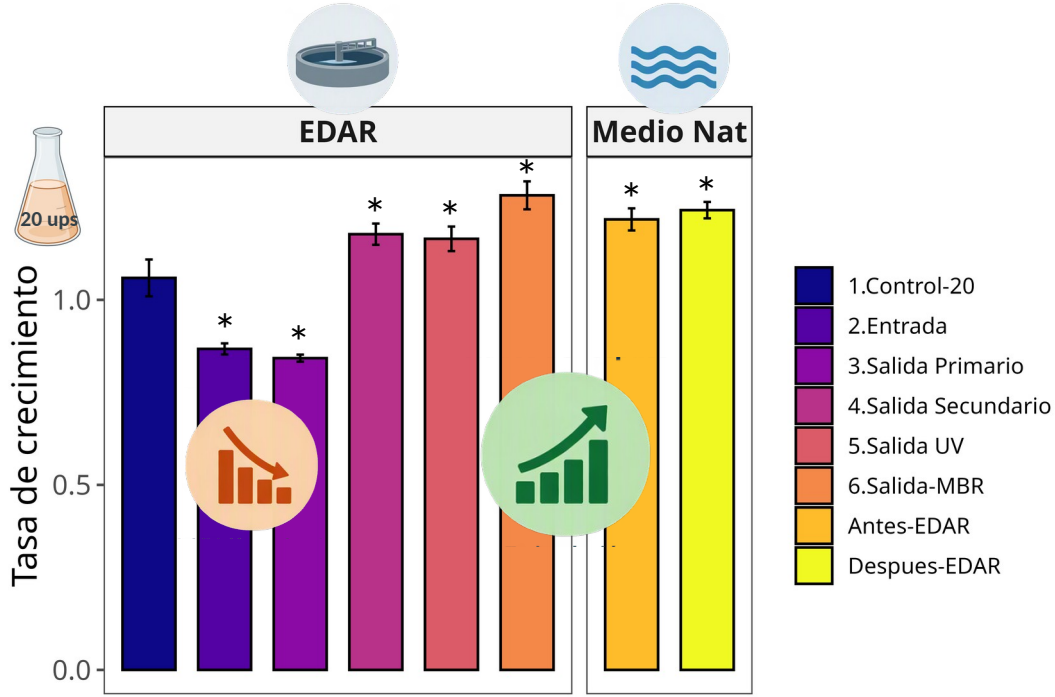




Interreg
España – Portugal
Cofinanciado por la Unión Europea
Cofinanciado pela União Europeia
blue wwater

Bioensayos con microalgas

BW-05



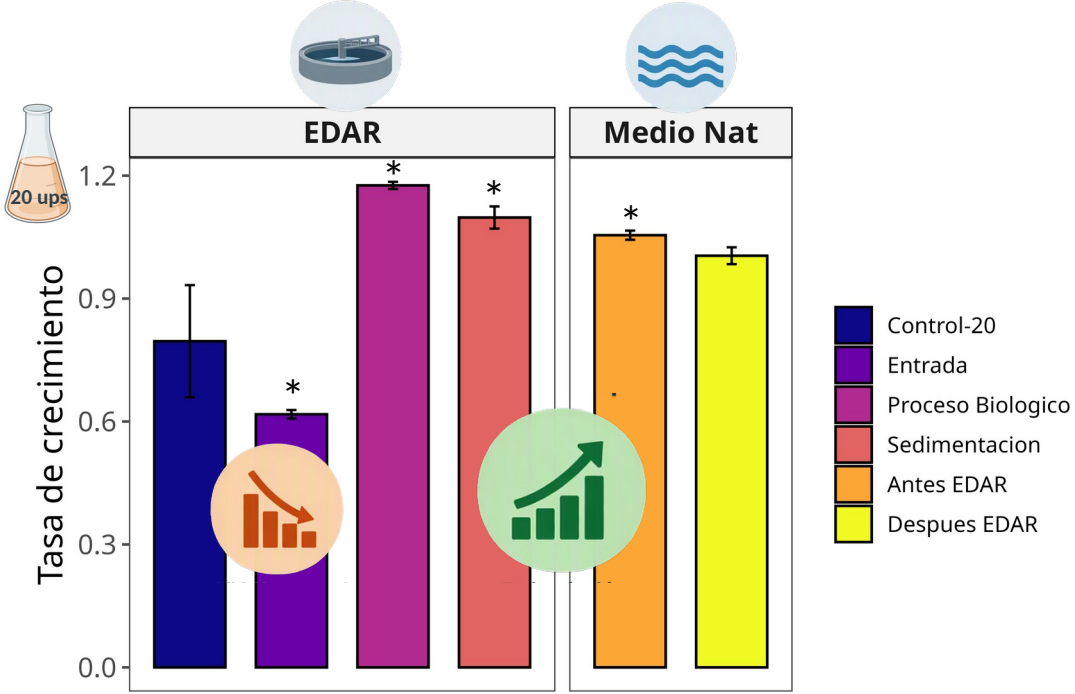
BW-05:

- Menor tasa de crecimiento en ‘Entrada’ y ‘Primario’
- Mayor crecimiento que el Control en ‘Secundario’, ‘UV’, ‘MBR’
- Máximo crecimiento en ‘MBR’
- Aguas receptoras — mayor crecimiento que control

Interreg
España – Portugal
Cofinanciado por la Unión Europea
Cofinanciado pela União Europeia

Bioensayos con microalgas

BW-06

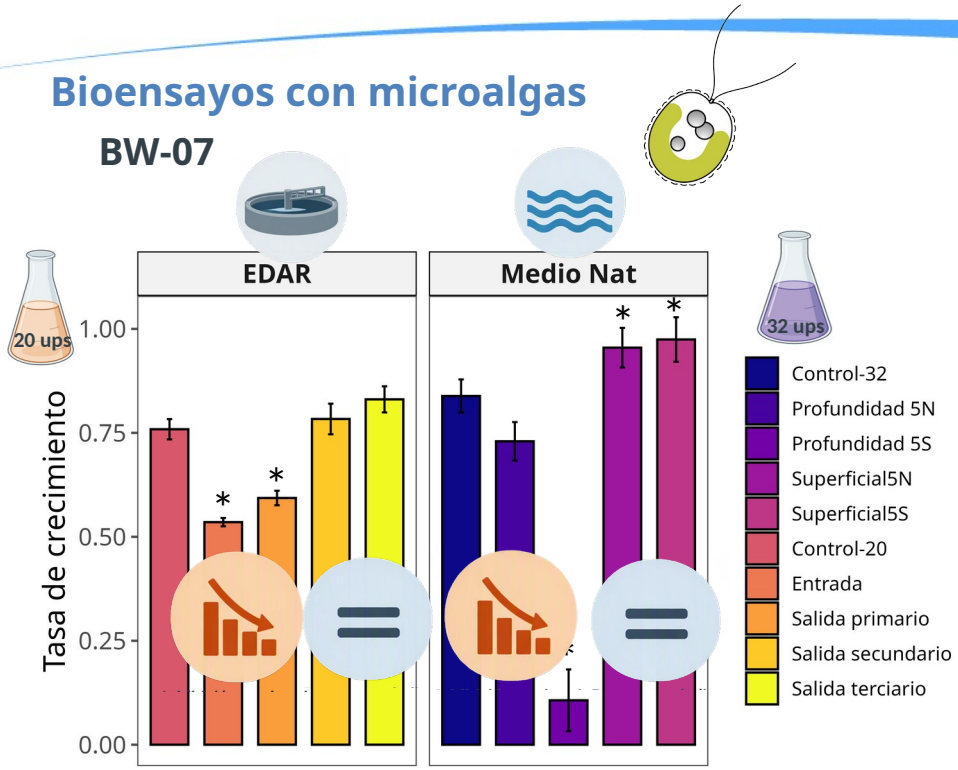


BW-06:

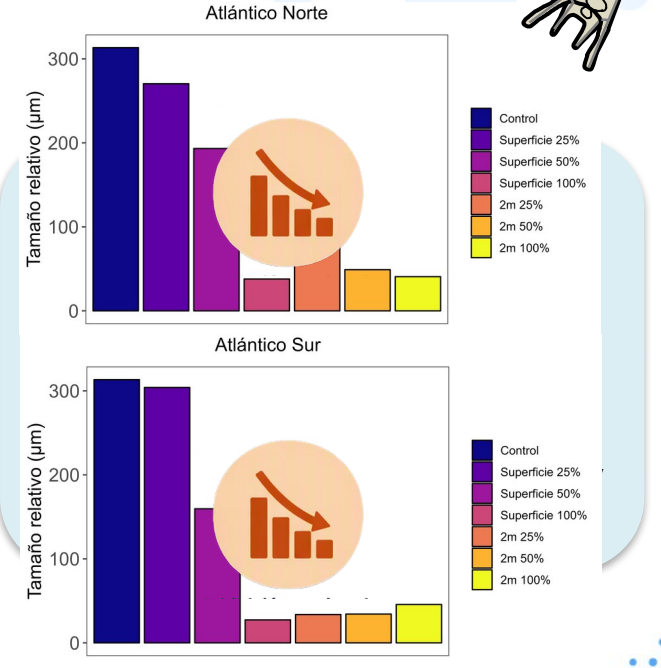
- Menor tasa de crecimiento en ‘Entrada’
- Mayor crecimiento que el Control en ‘Biológico’ y ‘Sedimentación’.
- Aguas receptoras — mayor crecimiento que Control antes de EDAR y similar después de EDAR.

Interreg
España – Portugal
Cofinanciado por la Unión Europea
Cofinanciado pela União Europeia

Bioensayos con microalgas

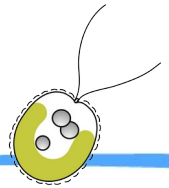


Bioensayos con embriones de erizo de mar

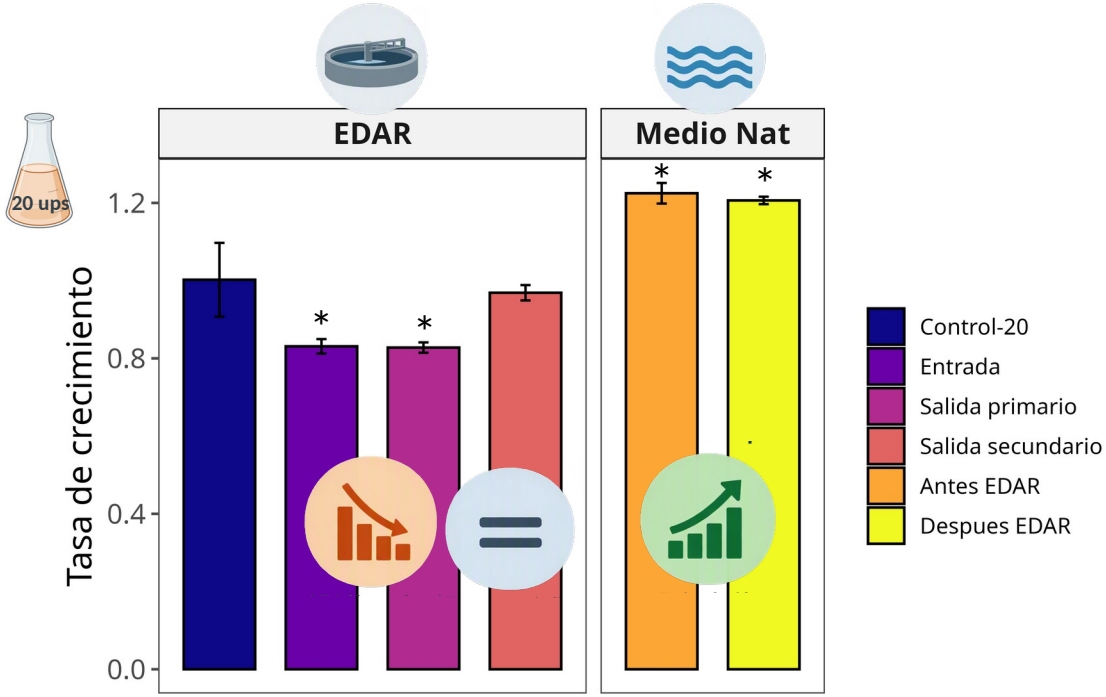


Interreg
España – Portugal
Cofinanciado por la Unión Europea
Cofinanciado pela União Europeia
blue water

Bioensayos con microalgas



BW-08



BW-08:

- Menor tasa de crecimiento en ‘Entrada’ y ‘Primario’
- Crecimiento similar al Control en ‘Secundario’
- Aguas receptoras — crecimiento mayor que el Control antes y después de EDAR.

Interreg
España – Portugal
Cofinanciado por la Unión Europea
Cofinanciado pela União Europeia
blue water

RESUMEN Y CONCLUSIONES

Depuradora	EDAR		AGUAS RECEPTORAS	
BW-01	‘Entrada’ - ’Primario’ - ’Secundario’	Posible efecto de **disponibilidad de nutrientes**		
BW-02	‘Secundario’ – ‘Microfiltración’	Estimulación asociada a **tratamientos avanzados**		
BW-03	‘Entrada’ - ’Primario’ - ’Secundario’	**Respuesta positiva generalizada** en la EDAR		
BW-04	Toxicidad en ‘UV’	Posible **toxicidad en ‘UV’**		Descenso calidad aguas receptoras
BW-05	Máximo en ‘MBR’	Recuperación y **estimulación** tras el **tratamiento**		
BW-06	Recuperación en ‘Biológico’	Evidencia de **mejora** durante el **tratamiento**		
BW-07	‘Secundario’ - ’Terciario’	Respuesta favorable en **tratamientos finales**		Descenso calidad aguas receptoras
BW-08	‘Secundario’	**Respuesta limitada** dentro de EDAR		

CONTROL, TRATAMIENTO Y REDUCCIÓN DE MICROPLÁSTICOS Y CONTAMINANTES EMERGENTES EN AGUAS RESIDUALES URBANAS Y EN EL MEDIO COSTERO TRANSFRONTERIZO

Contaminantes de Preocupação Emergente: Ferramentas Ecotoxicológicas para Avaliar os Efeitos e risco Ambiental

Disruptores Endócrinos e Contaminantes Emergentes

Teresa Neuparth e Miguel Santos
tneuparth@ciimar.up.pt

FACULDADE DE CIÊNCIAS UNIVERSIDADE DO PORTO

Conferência Final do Projeto BlueWWarer
Vigo,06 Novembro 2026

Interreg
España – Portugal
Cofinanciado por la Unión Europea
Cofinanciado pela União Europeia

CONFERENCIA FINAL BlueWWater
6 nov 2026, CETMAR, Vigo

Contaminantes de Preocupação Emergente: Ferramentas Ecotoxicológicas para Avaliar os Efeitos e risco Ambiental

Teresa Neuparth e Miguel Santos
tneuparth@ciimar.up.pt

ciimar

U.PORTO
FACULDADE DE CIÊNCIAS
UNIVERSIDADE DO PORTO

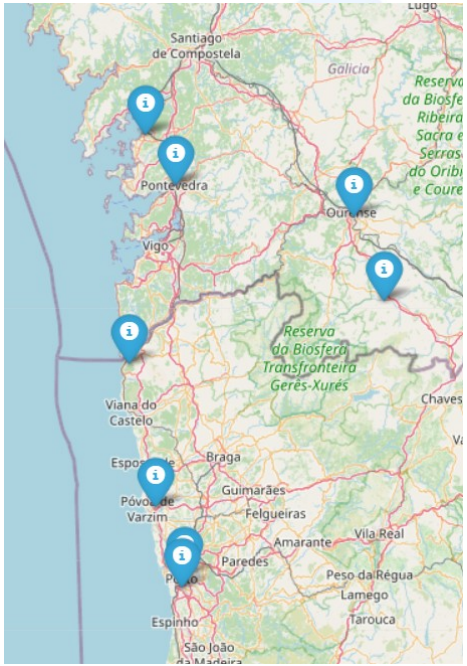
Interreg
España – Portugal

Cofinanciado por la Unión Europea
Cofinanciado pela União Europeia

blue wwater

Avaliação dos efeitos ecotoxicológicos na linha principal das ETARs e respetivas aguas superficiais

ETARs	Águas superficiais
BW-01	BW-01-SW-01; BW-01-SW-02
BW-02	BW-02-SW-01; BW-02-SW-02
BW-03	BW-03-SW-01; BW-03-SW-02
BW-04	BW-04-SW-01; BW-04-SW-02
BW-05	BW-05-SW-01; BW-05-SW-02
BW-06	BW-06-SW-01; BW-06-SW-02
BW-07	BW-07-SW-01; BW-07-SW-02
BW-08	BW-08-SW-01; BW-08-SW-02



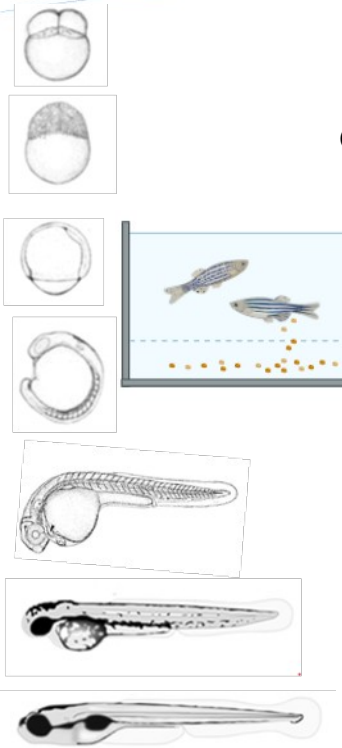
Interreg
España – Portugal
Cofinanciado por la Unión Europea
Cofinanciado pela União Europeia
blue water

12 CECs incluidos na DARU

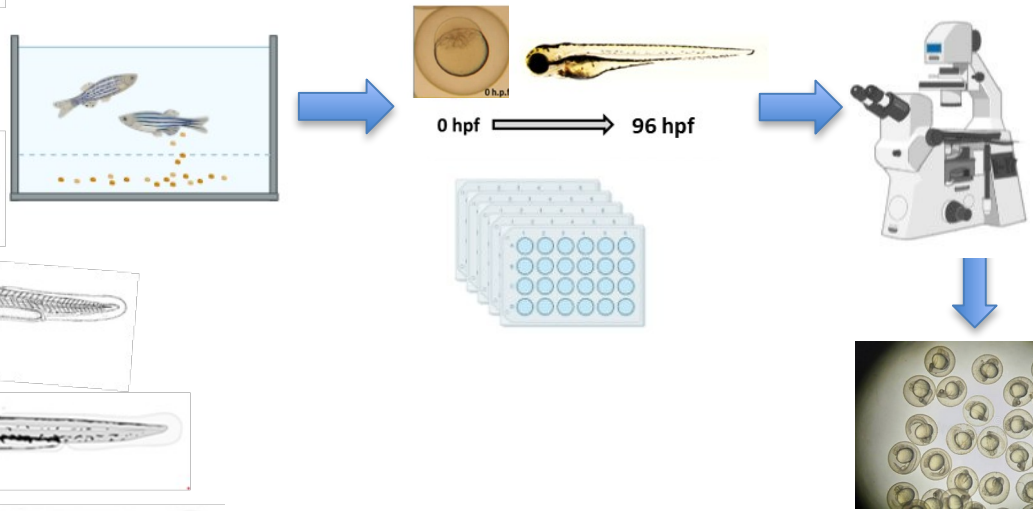
Composto
"4 e 6" -Metil-benzotriazole
Amisulprida
Benzotriazole
Candesartan
Carbamazepina
Citalopram
Claritromicina
Diclofenac
Hidroclorotiazida
Irbesartan
Metoprolol
Venlafaxina

Ensaios de toxicidade aguda com embriões de peixe zebra

Avaliação dos efeitos ecotoxicológicos na linha principal das ETARs e respetivas aguas superficiais



OECD TEST 236 – Fish Embryo Toxicity Test (FET)



- ✓ Mortalidade
- ✓ Anomalias no desenvolvimento
- ✓ Comprimento das larvas
- ✓ Área do saco vitelino das larvas

Parâmetros sub-letais

Interreg
España – Portugal
Cofinanciado por la Unión Europea
Cofinanciado pela União Europeia
blue water

Ensaios de toxicidade aguda com embriões de peixe zebra

Avaliação dos efeitos ecotoxicológicos na linha principal das ETARs e respetivas aguas superficiais





- BW-03
- BW-04

- BW-03-SW
- BW-04-SW
- BW-05-SW
- BW-07-SW



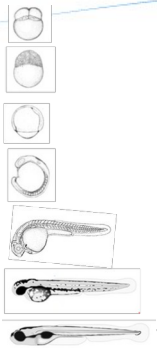
- BW-01
- BW-02
- BW-05
- BW-06
- BW-07
- BW-08

- BW-01-SW
- BW-02-SW
- BW-06-SW
- BW-08-SW

Interreg
España – Portugal
Cofinanciado por la Unión Europea
Cofinanciado pela União Europeia
blue water

Avaliação dos efeitos ecotoxicológicos nas aguas superficiais

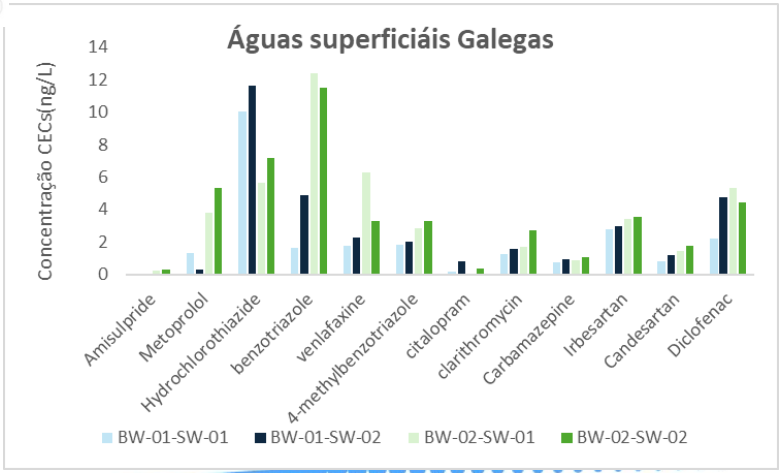
Resultados

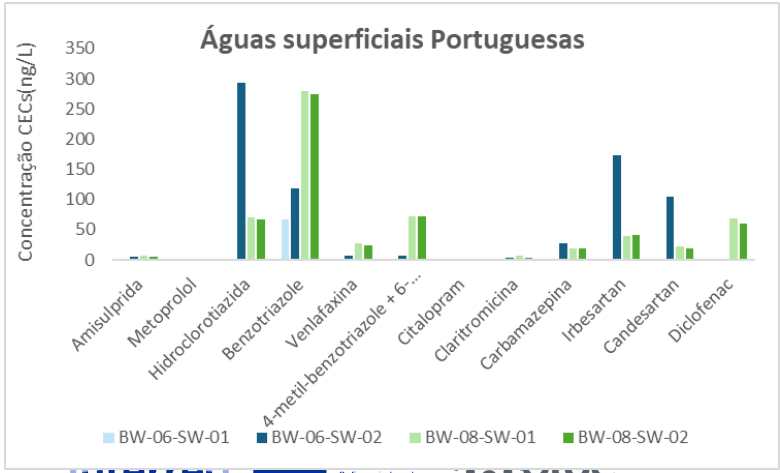


BW-01-SW-01 e BW-01-SW-02
BW-02-SW-01 e BW-02-SW-02

BW-06-SW-01 e BW-06-SW-02
BW-08-SW-01 e BW-08-SW-02

- ✓ **Sem** mortalidade Significativa
- ✓ **Sem** efeitos sub-letais significativos

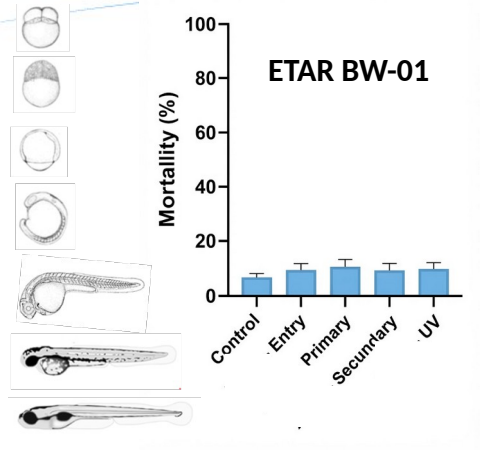


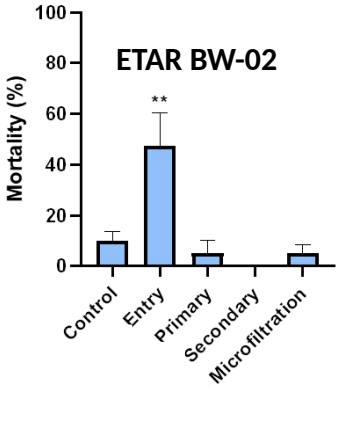


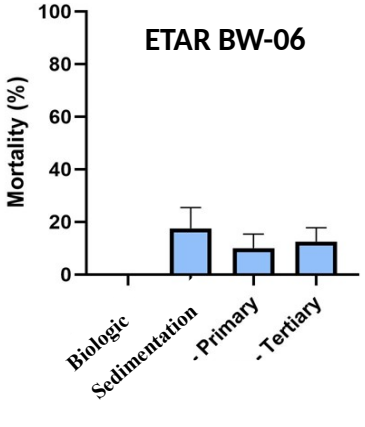
interreg
Cofinanciado pela União Europeia
España – Portugal

Avaliação dos efeitos ecotoxicológicos na linha principal das ETARs

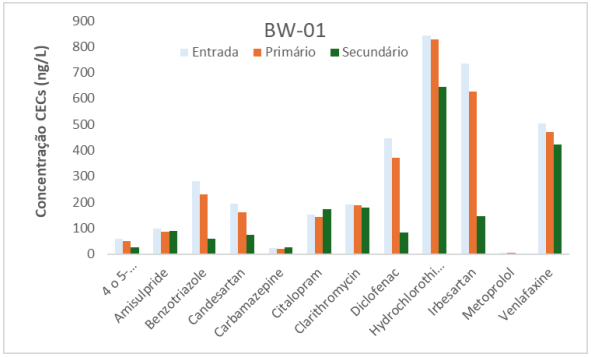
Resultados Mortalidade

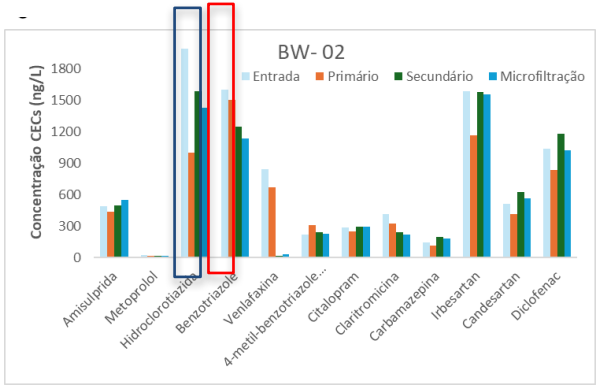


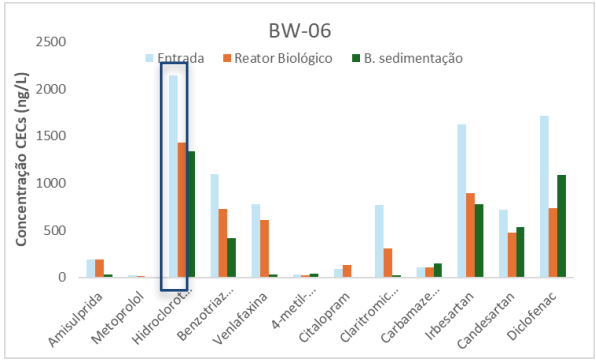




✓ Baixa Mortalidade em todos os tratamentos

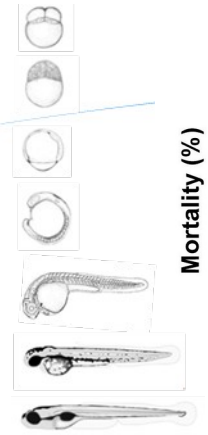


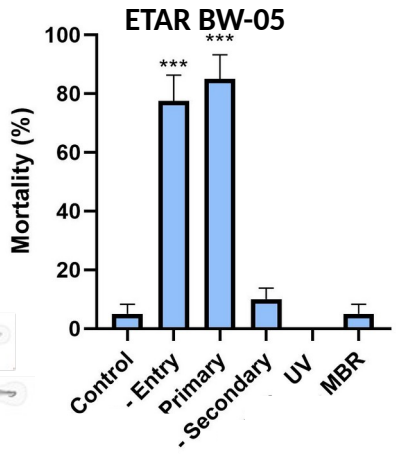


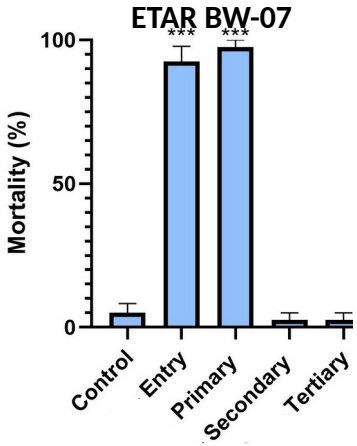


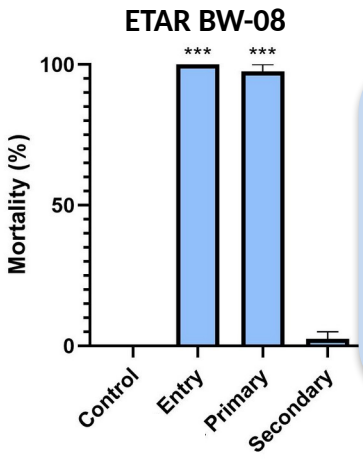
Avaliação dos efeitos ecotoxicológicos na linha principal das ETARs

Resultados Mortalidade

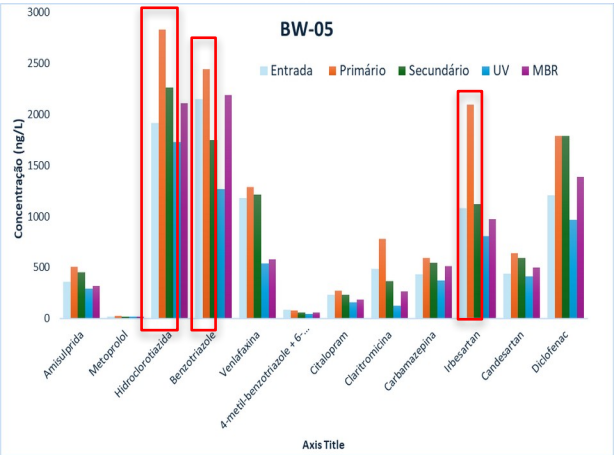


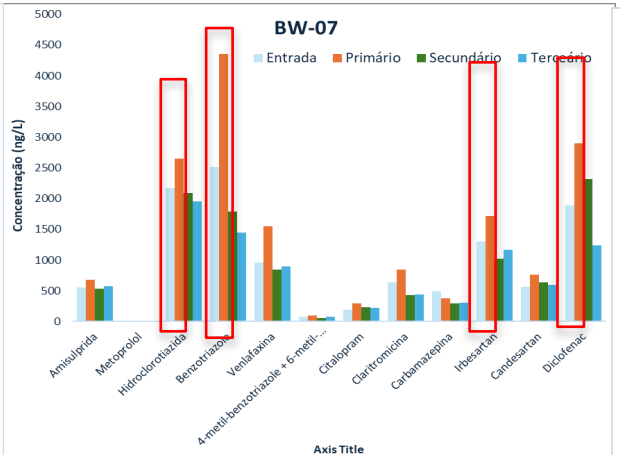


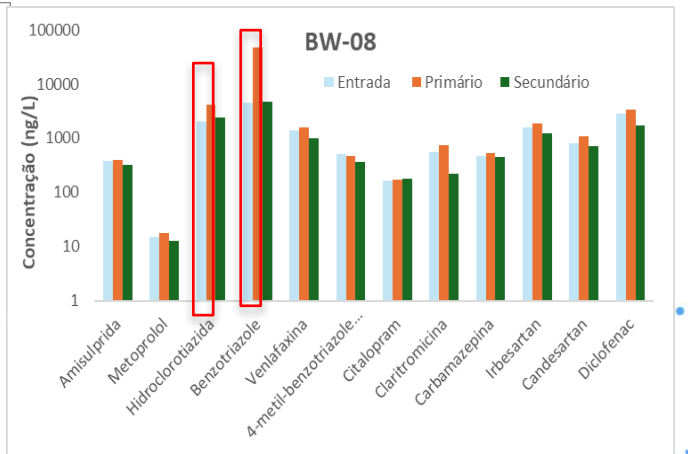




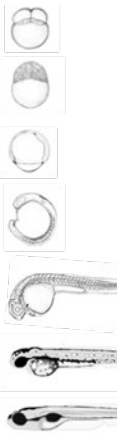
- ✓ A Entrada e o tratamento primario induzem mortalidade
- ✓ Mortalidade cai nos tratamentos secundários e terciários

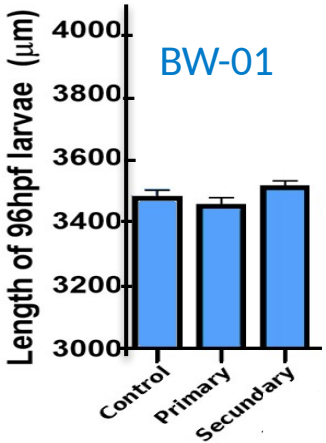


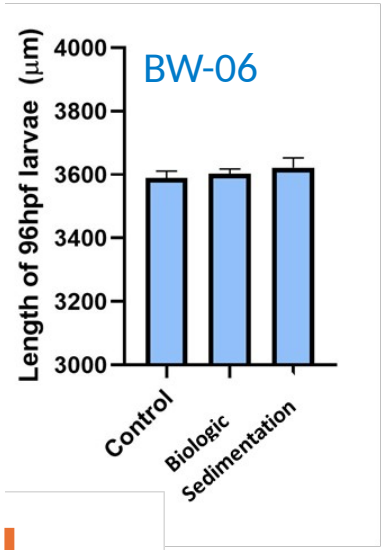


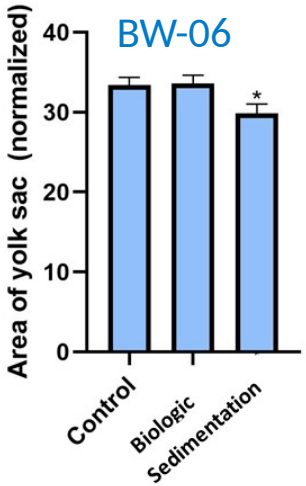


Resultados de efeitos sub-letais (BW-01)

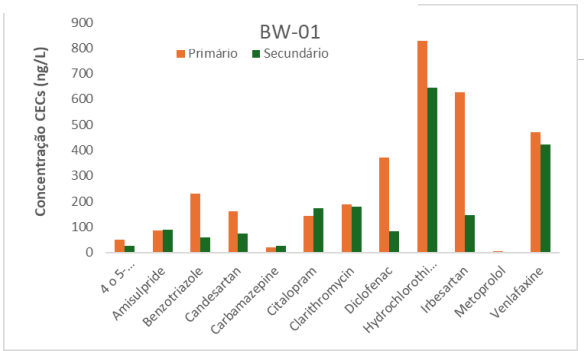


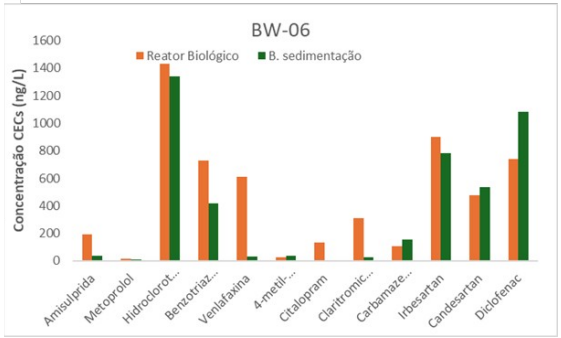






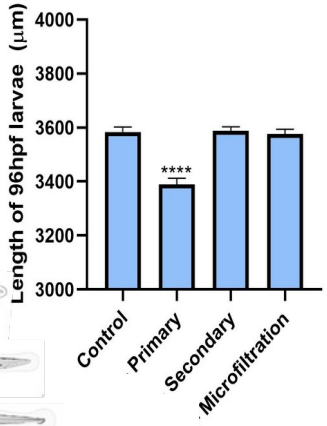
- ✓ BW-01 e BW-6 não induzem toxicidade subletal em nenhum tratamento

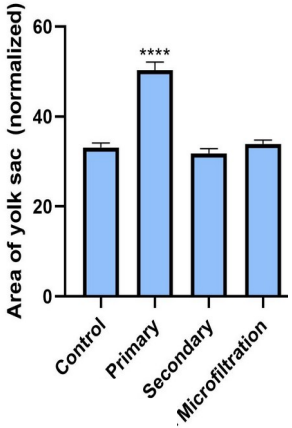




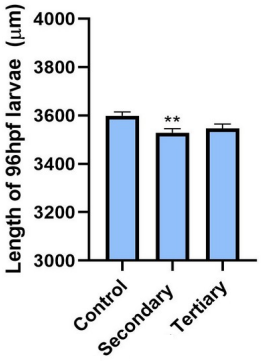
Resultados de efeitos sub-letais (BW-02 e BW-07)

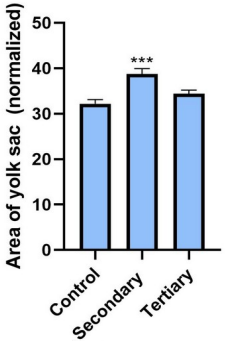
BW-02



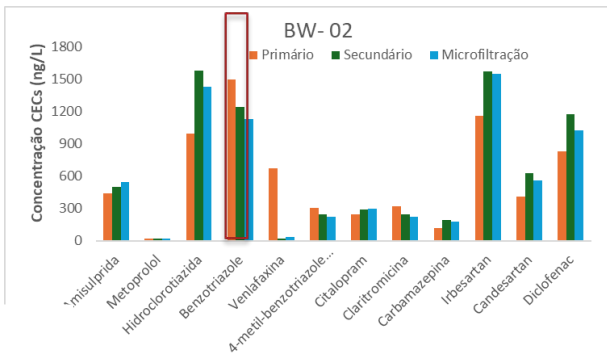


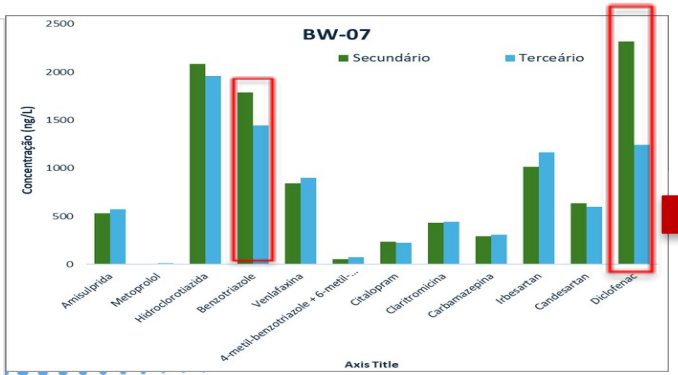
BW-07





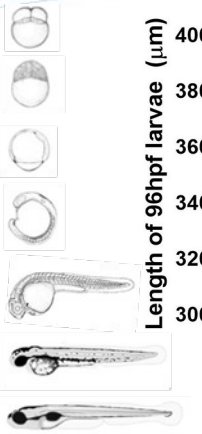
- ✓ Etar BW-02 e BW-07 apenas induz toxicidade no tratamento primário e secundário, respetivamente (larvas menores e absorção de nutrients deficiente)

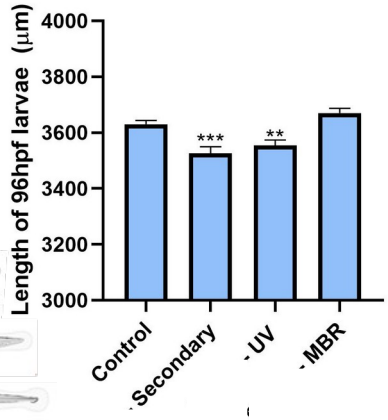


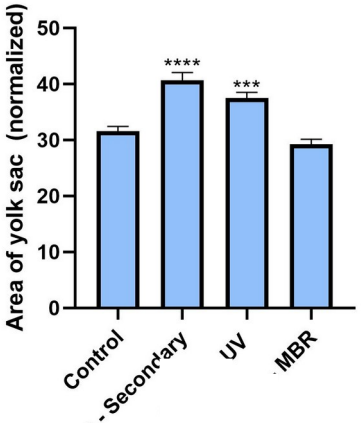


EQS Diclofenac = 40ngL^{-1}

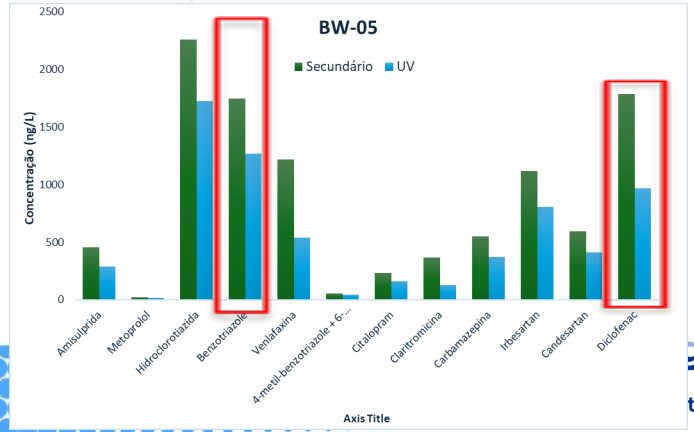
Resultados: efeitos sub-letais (BW-05)







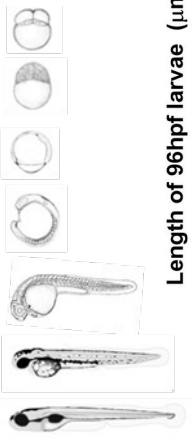
- ✓ Tratamentos secundário e UV induzem toxicidade
- Larvas menores e disrupção da absorption of nutrients
- ✓ O tratamento MBR não induz toxicitdade subletal

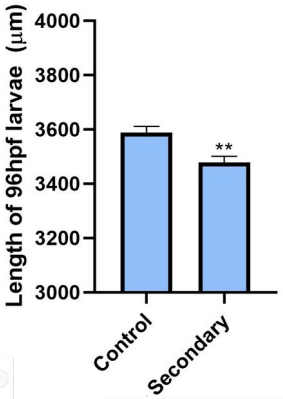


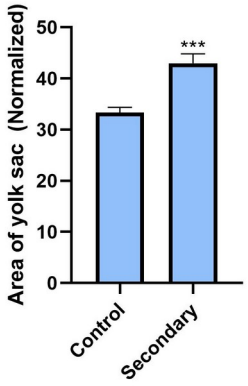
Cofinanciado por la Unión Europea
Cofinanciado pela União Europeia

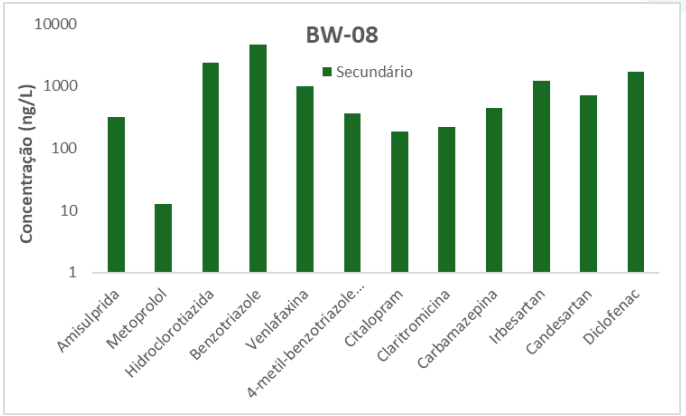
tugal

Resultados: efeitos sub-letais (BW-08)









- ✓ Tratamentos secundário induz

Toxicidade:

- Lavas menores
- Saco vitelino maior



- ✓ **Todos os tratamentos desta ETAR induzem toxixidade**

Toxicidade aguda



ETARS	Eficácia dos Tratamentos das ETARs		Global ETARs
BW-01	Sem toxicidade **todos os tratamentos**		
BW-02	Sem toxicidade **Secunário; Microfiltração**	Toxicidade: **Entrada; Primário altas [ ] Benzotriazol**	
BW-05	Sem toxicidade **MBR**	Toxicidade: **Entrada; primário, Secundário e UV altas [ ] Benzotriazol e diclofenac**	
BW-06	Sem toxicidade **todos os tratamentos**		
BW-07	Sem toxicidade **Terciário**	Toxicidade: **Entrada; primário, Secundário altas [ ]Benzotriazol e diclofenac**	
BW-08	Toxicidade **todo os tratamentos**	**altas [ ] vários CECs**	

Toxicidade aguda



ETARS	Eficácia dos Tratamentos das ETARs		Global ETARs
BW-01	Sem toxicidade **todos os tratamentos**		
BW-02	Sem toxicidade **Secunário; Microfiltração**	Toxicidade: **Entrada; Primário altas [ ] Benzotriazol**	
BW-05	Sem toxicidade **MBR**	Toxicidade: **Entrada; primário, Secundário e UV altas [ ] Benzotriazol e diclofenac**	
BW-06	Sem toxicidade **todos os tratamentos**		
BW-07	Sem toxicidade **Terciário**	Toxicidade: **Entrada; primário, Secundário altas [ ]Benzotriazol e diclofenac**	
BW-08	Toxicidade **todo os tratamentos**	**altas [ ] vários CECs**	

Toxicidade aguda



ETARS	Eficácia do Tratamentos das ETARS		Global ETARs	
BW-01	Sem toxicidade **todos os tratamentos**			
BW-02	Sem toxicidade **Secunário; Microfiltração**	Toxicidade: **Entrada; Primário altas [ ] Benzotriazol**		
BW-05	Sem toxicidade **MBR**	Toxicidade: **Entrada; primário, Secundário e UV altas [ ] Benzotriazol e diclofenac**		
BW-06	Sem toxicidade **todos os tratamentos**			
BW-07	Sem toxicidade **Terciário**	Toxicidade: **Entrada; primário, Secundário altas [ ]Benzotriazol e diclofenac**		
BW-08	Toxicidade **todo os tratamentos**	**altas [ ] vários CECs**		

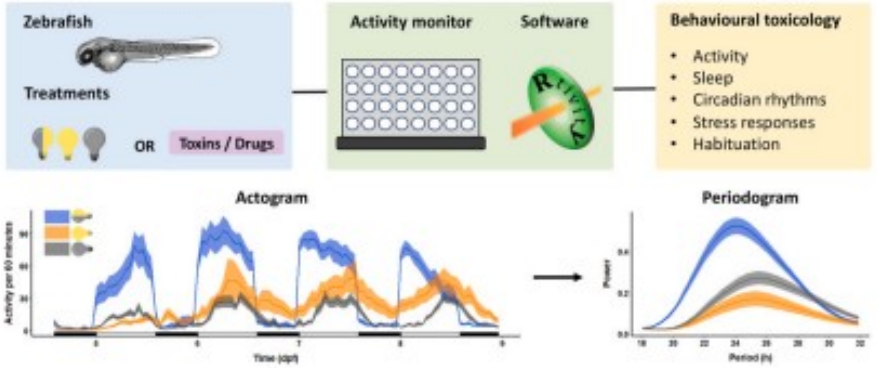
Obrigada pela vossa atenção

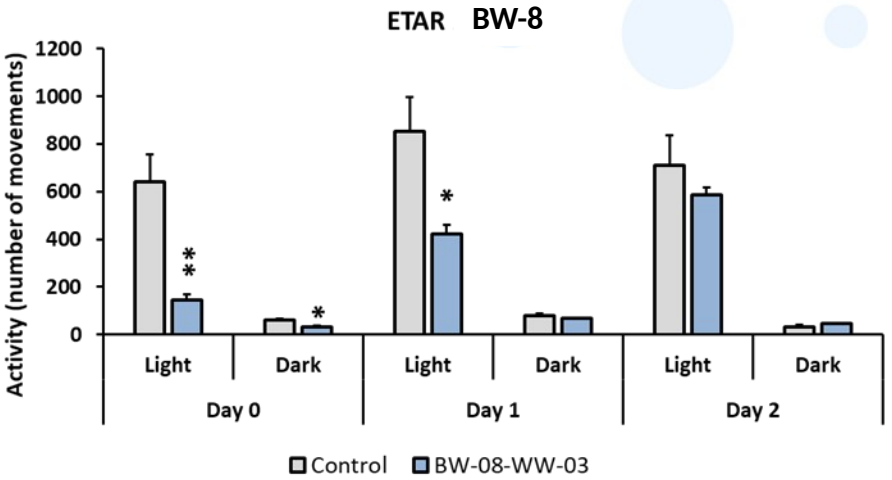
Gracias por vuestra atención

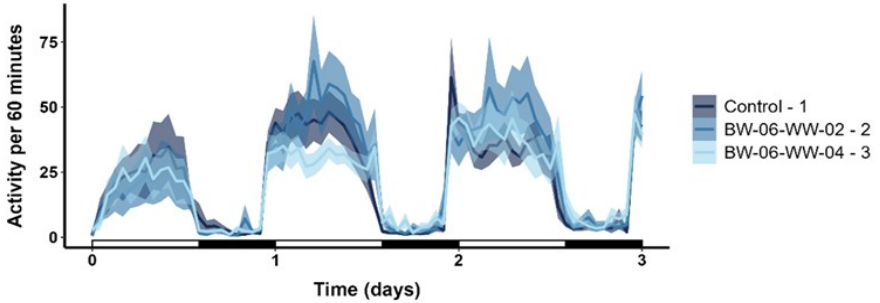
MONITORIZAÇÃO, TRATAMENTO E REDUÇÃO DE MICROPLÁSTICOS E CONTAMINANTES DE PREOCUPAÇÃO EMERGENTE NAS ÁGUAS RESIDUAIS URBANAS E NO AMBIENTE COSTEIRO TRANSFRONTEIRIÇO

Interreg
España – Portugal
Cofinanciado por la Unión Europea
Cofinanciado pela União Europeia

Resultados de efeitos sub-letais (Comportamento)







Efeitos ecotoxicológicos do Diclofenac
Ensaio de toxicidade crónico com anfípodes

Comparative Biochemistry and Physiology, Part C

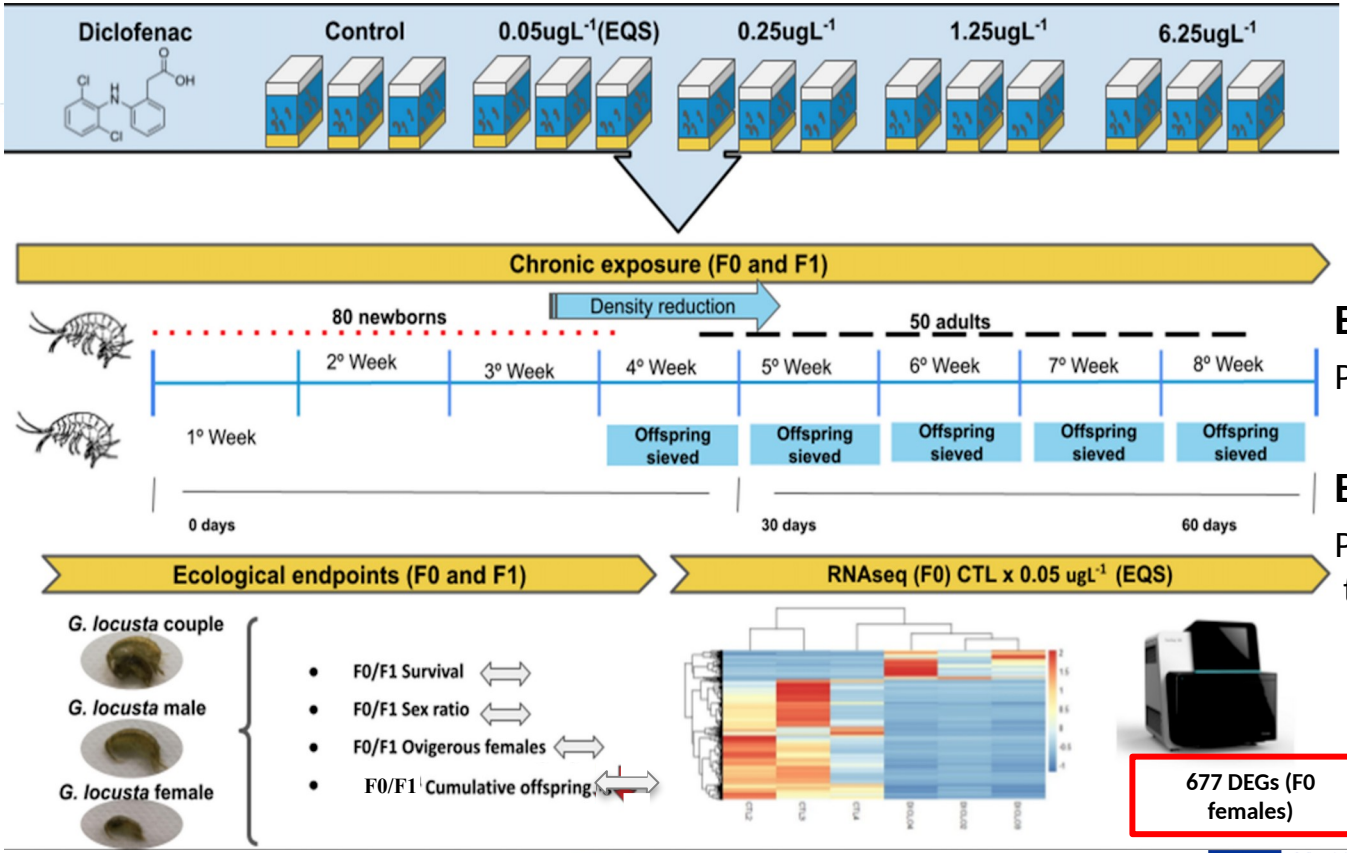
Are the derived Environment Quality Standards (EQS) for Diclofenac adequate to protect marine crustaceans? A chronic intergenerational assessment with the keystone amphipod Gammarus locusta

--Manuscript Draft--

Filipe G A Godoi[a,b*], Teresa Neuparth[b*], Nelson Alves[b,c], Mauricio Perin[d,e], Rosa Montes[d], José Benito Quintana[d], Renata G. Moreira[a], Miguel M. Santos[b,c]

Interreg
Cofinanciado por la Unión Europea
Cofinanciado pela União Europeia
España – Portugal
blue water

Efeitos ecotoxicológicos do Diclofenac
Ensaio de toxicidade crónico com anfípodes



EQS $_{\text{Agua doce}}$ = 0.04µgL^{-1} =40ngL^{-1}
Proposto pela CE

EQS $_{\text{Marinho}}$ = 0.058µgL^{-1} = 58ngL^{-1}
Prospetivo com dados de toxicidade crónica

Interreg
España – Portugal
Cofinanciado por la Unión Europea
Cofinanciado pela União Europeia
blue water