LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL

Soluções inovadoras para contaminantes emergentes

Maria João Rosa
Rui Viegas, Margarida Campinas
Elsa Mesquita, Vítor Napier, Catarina Silva

UQTA – NES - DHA
Unidade de Qualidade e Tratamento de Água
Núcleo de Engenharia Sanitária
Departamento de Hidráulica e Ambiente

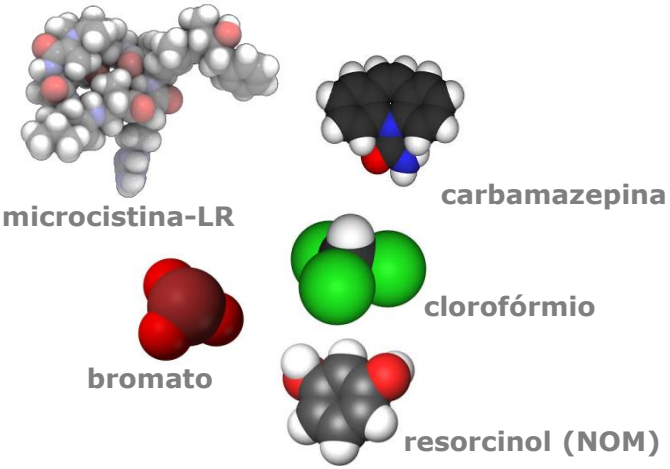
AcquaLiveExpo

2 de março 2016
Centro de Congressos de Lisboa

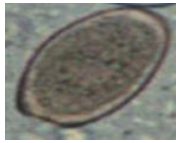
O problema…

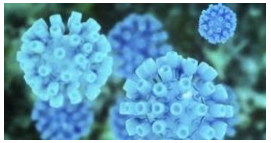
Contaminantes emergentes (EC)

- fármacos
- pesticidas
- cianotoxinas
- vírus e protozoários
- matéria orgânica natural (NOM) e subprodutos



cistos de giardia

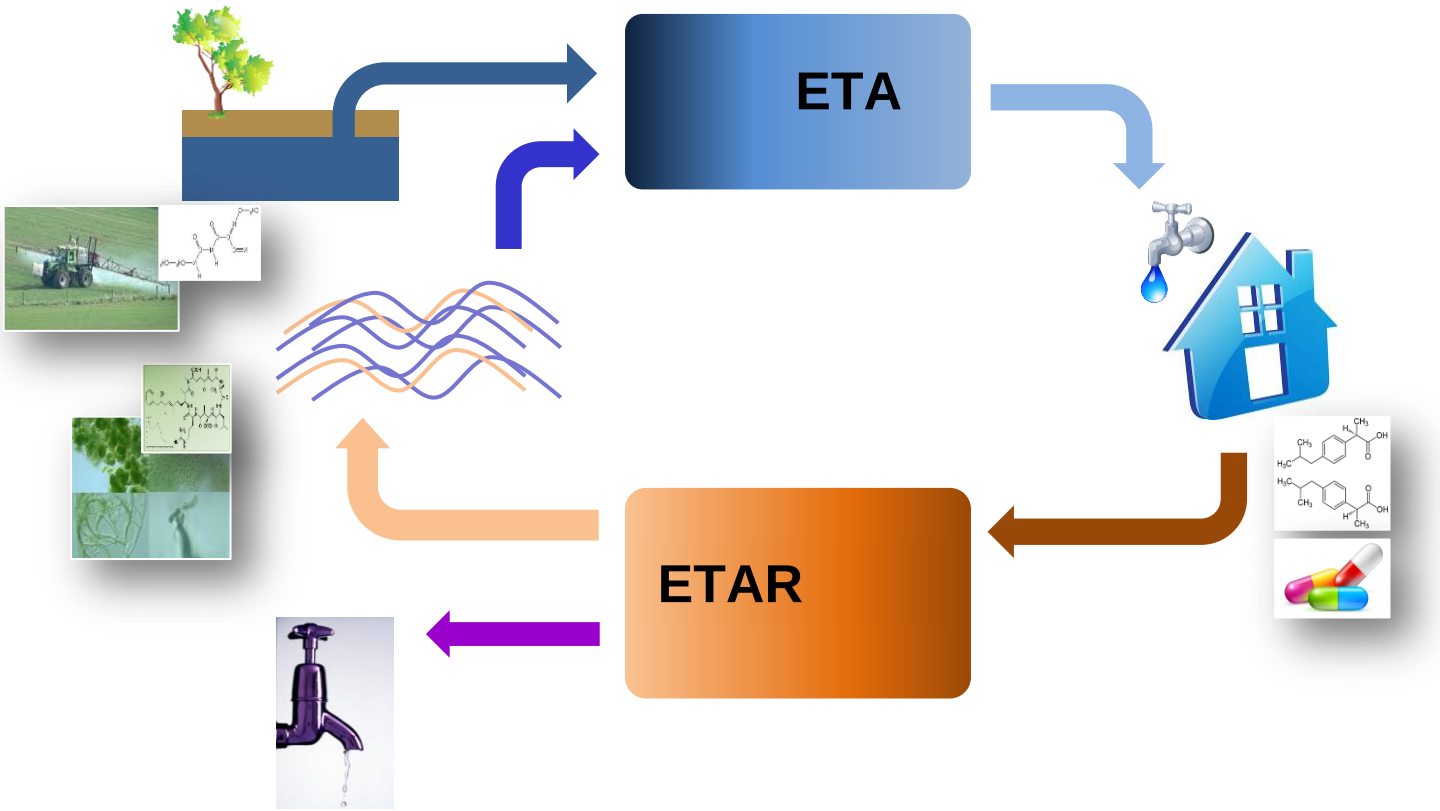

oocistos de criptosporidium


viriões

Muitos EC não estão (ainda) regulamentados:
- os estudos de ocorrência e toxicidade ambiental não estão concluídos
- os estudos dos seus potenciais efeitos na saúde pública não se realizaram ou não são conclusivos
- há limitações de natureza analítica na sua quantificação

Além da perigosidade (**toxicidade, mutagenicidade e/ou desregulação endócrina)**, estes contaminantes têm em comum a **resistência aos tratamentos convencionais** existentes nas ETA e ETAR

O problema…



O controlo…

O controlo dos EC em ETA e ETAR é um objetivo prioritário, que requer a avaliação dos riscos associados, a melhoria do desempenho dos sistemas existentes e, se necessário, a sua reabilitação com tecnologias de tratamento avançado

O controlo…

O controlo dos EC em ETA e **ETAR** é um objetivo prioritário, que requer a avaliação dos riscos associados, a **melhoria do desempenho dos sistemas existentes** e, se necessário, a sua reabilitação com tecnologias de tratamento avançado

- ✓ **LIFE Impetus**

O controlo…

O controlo dos EC em ETA e **ETAR** é um objetivo prioritário, que requer a avaliação dos riscos associados, a melhoria do desempenho dos sistemas existentes e, se necessário, a sua reabilitação com **tecnologias de tratamento avançado**

- ✓ LIFE Impetus
- ✓ **FP7 TRUST, LIFE aWARE**

O controlo…

O controlo dos EC em **ETA** e ETAR é um objetivo prioritário, que requer a avaliação dos riscos associados, a melhoria do desempenho dos sistemas existentes e, se necessário, a sua reabilitação com **tecnologias de tratamento avançado**

- ✓ LIFE Impetus
- ✓ FP7 TRUST, LIFE aWARE
- ✓ **LIFE Hymemb, FCT CyanoBAC**

Impetus

«Improving current barriers for controlling pharmaceutical compounds in urban wastewater treatment plants» (2016-2019)

Demonstrar medidas de melhoria do controlo de compostos farmacêuticos (PhC) em ETAR urbanas com tratamento convencional por lamas ativadas (CAS)

Campanhas anteriores em 5 ETAR Portuguesas detetaram 33 PhC na água bruta		
Concentrações:	Afluente:	0,050 - 100 ug/L
	Efluente:	até 50 ug/L
Tipos principais:	fármacos anti-inflamatórios, antibióticos, beta-bloqueadores, reguladores de lípidos, analgésicos e cafeína	

Maioria das ETAR recentes com CAS

Novos investimentos limitados devido a restrições económicas

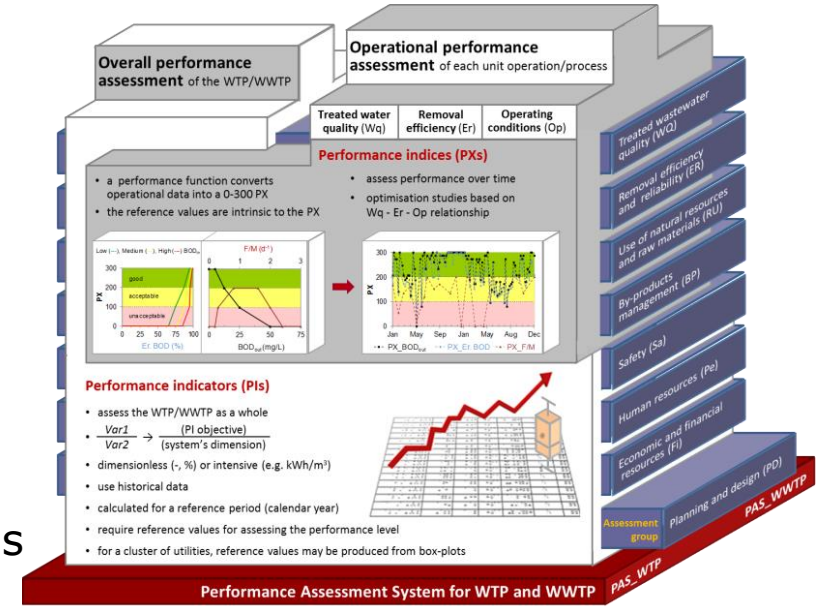
Melhorar a tecnologia existente
e identificar necessidades de reabilitação

!

Impetus

Soluções propostas

- Melhoria operacional das barreiras existentes usando ferramentas de benchmarking (KPIs, indices) – eficácia e eficiência
- *Upgrade* com adsorção (BAT) e/ou coag/floc
  Adição de novos adsorventes (PAC) preparados a partir de resíduos de alfarroba e cortiça e biopolímeros coagulantes



doi: 10.1016/j.jenvman.2014.03.028 | doi$_2$: 10.1016/j.watres.2014.03.025

Accacia's bark (tannin rich)

PhC ?

3 protótipos PAC-CFS
2 ETAR

PhC ?

Rio Tejo

Ria formosa

Análises de PhC em 850 amostras de água + 150 amêijoas (Ria Formosa)

- Acumulação de PhC nas amêijoas
- Resistência bacteriana

O controlo…

O controlo dos EC em **ETA** e **ETAR** é um objetivo prioritário, que requer a avaliação dos riscos associados, a melhoria do desempenho dos sistemas existentes e, se necessário, a sua reabilitação com **tecnologias de tratamento avançado**

- ✓ **LIFE Impetus**
- ✓ **FP7 TRUST, LIFE aWARE**
- ✓ **LIFE Hymemb, FCT CyanoBAC**

Racional

Privilegiar barreiras físicas e/ou biológicas para minimizar subprodutos e uso de recursos

O controlo…

O controlo dos EC em **ETA** e **ETAR** é um objetivo prioritário, que requer a avaliação dos riscos associados, a melhoria do desempenho dos sistemas existentes e, se necessário, a sua reabilitação com **tecnologias de tratamento avançado**

- ✓ **LIFE Impetus**
- ✓ **FP7 TRUST, LIFE aWARE**
- ✓ **LIFE Hymemb, FCT CyanoBAC**

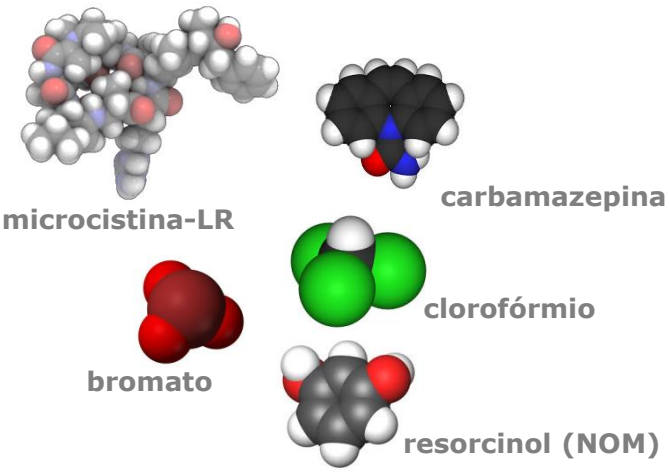
Biofiltros de carvão ativado (adsorção/biodegradação EC e bio-regeneração do carvão)

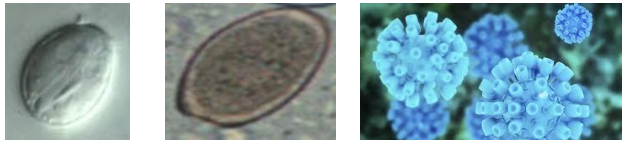
Processos híbridos de membrana de baixa pressão/adsorção
PAC/MF, PAC/UF, PAC/NF (carvão ativado em pó/micro-, ultra- ou nanofiltração)

O conceito PAC/MF(NF)...

MF cerâmica (0,1 um) é barreira contra protozoários, bactérias, turvação e PAC muito fino com EC
ex. 0,7 bar @ 175 lmh ou 0,4-0,6 bar @ 100 lmh

Contaminantes alvo





PAC_{fino} (< 15um) + eficiente

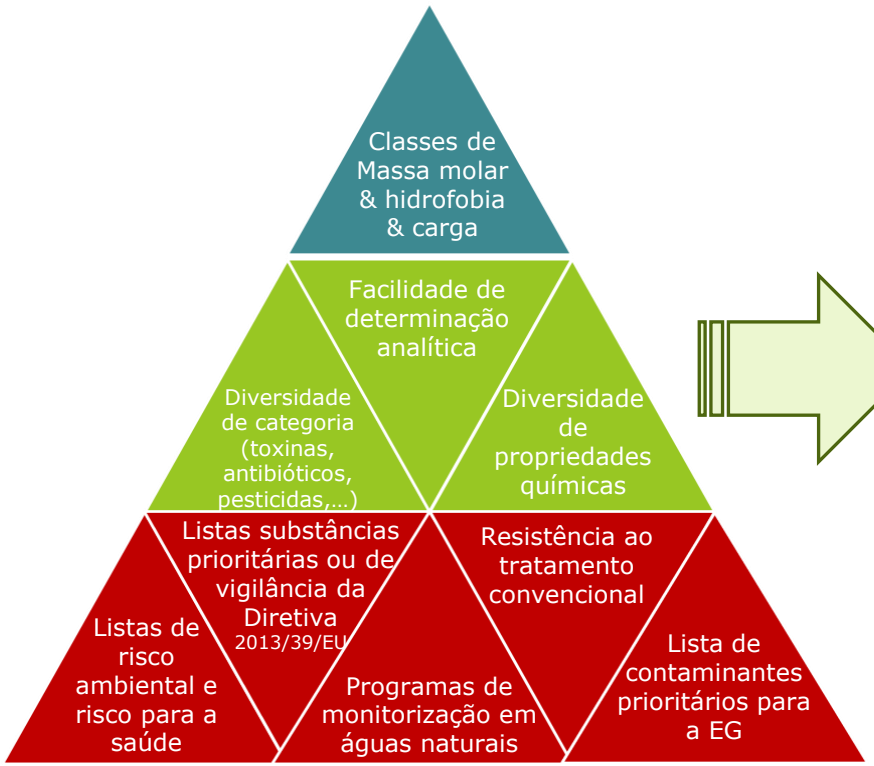
PAC pode ser ajustado a uma vasta gama de EC alvo

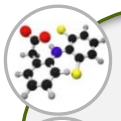
NF fibras ocas (1000 Da) *idem* MF + barreira contra vírus e NOM
ex. 1,2 bar @ 20 lmh

A abordagem UQTA-LNEC…

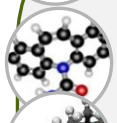
A metodologia para demonstração de novas soluções
Ex. PAC/MF

1. Seleção de conjunto representativo de **contaminantes alvo**

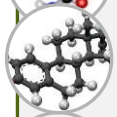




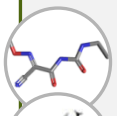
Contaminantes hidrófobos - negativos
Diclofenaco (anti-inflamatório, 296 Da)



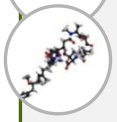
Contaminantes hidrófobos - neutros
Carbamazepina (antiepilético, 236 Da)
17α-etinilestradiol (contracetivo, 296 Da)



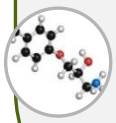
Contaminantes hidrófobos/hidrófilos - neutros
Paracetamol (analgésico/antipirético, 151 Da)



Contaminantes hidrófilos - negativos
Cimoxanil (fungicida, 198 Da)



Microcistina-LR (cianotoxinas, ca. 1000 Da)
Microcistina-LY
Microcistina-LW
Microcistina-LF



Contaminantes hidrófilos, positivos
Atenolol (beta bloqueante, 266 Da)

+ NOM

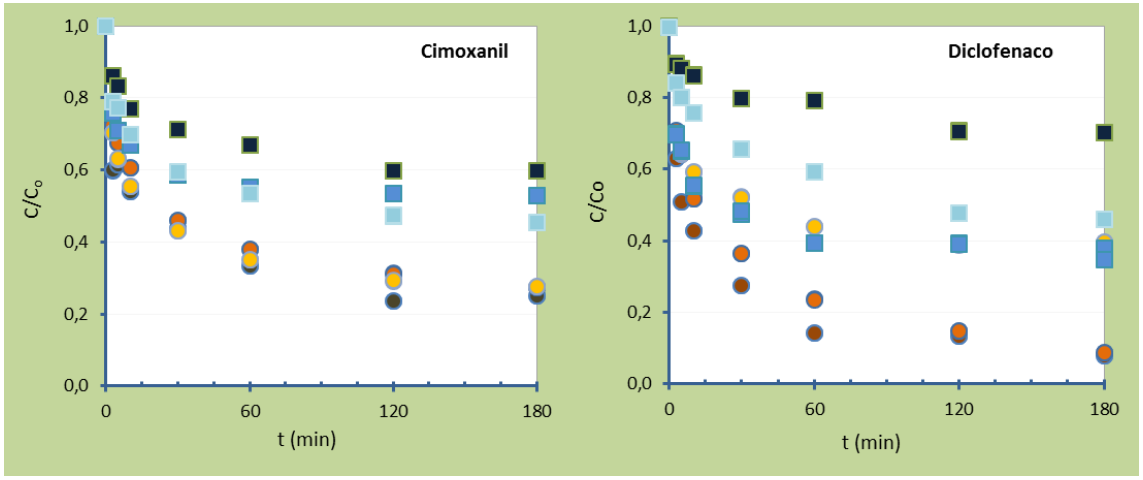
Hymemb

LNEC LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL

ÁGUAS DO ALGARVE Grupo Águas de Portugal

A metodologia para demonstração de novas soluções
Ex. PAC/MF

1. Seleção de conjunto representativo de **contaminantes alvo**
2. Seleção dos **carvões** e condições a testar no protótipo / ETA(R) – ensaios lab



3 PAC → Coag/Floc/ Sedimentação

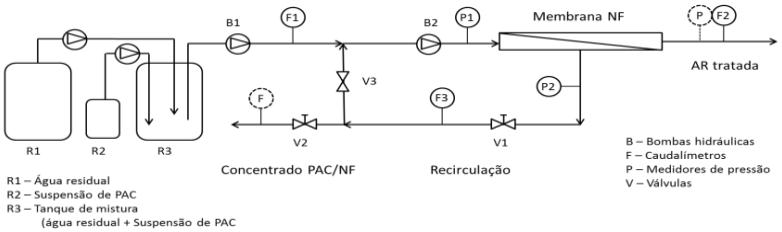
3 PAC_{fino} → MF

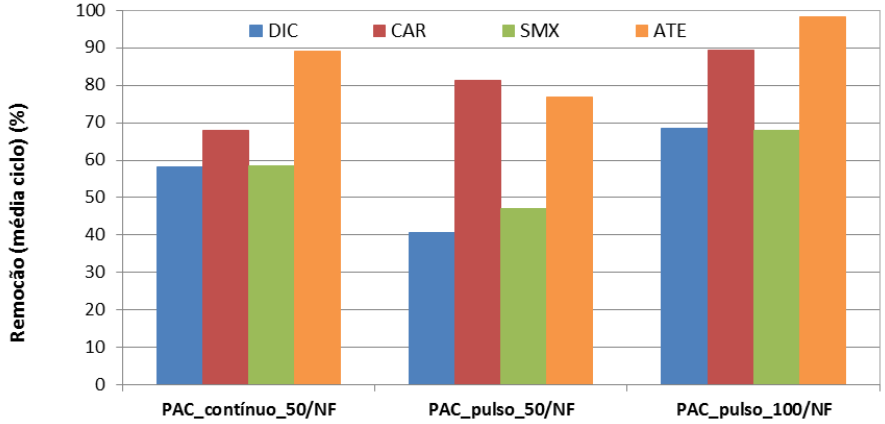
LNEC LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL

ÁGUAS DO ALGARVE Grupo Águas de Portugal

A metodologia para demonstração de novas soluções
Ex. PAC/NF

1. Seleção de conjunto representativo de **contaminantes alvo**
2. Seleção dos **carvões** e condições a testar no protótipo / ETA(R) – ensaios lab
3. Ensaios lab de viabilidade da tecnologia e gamas de condições de operação





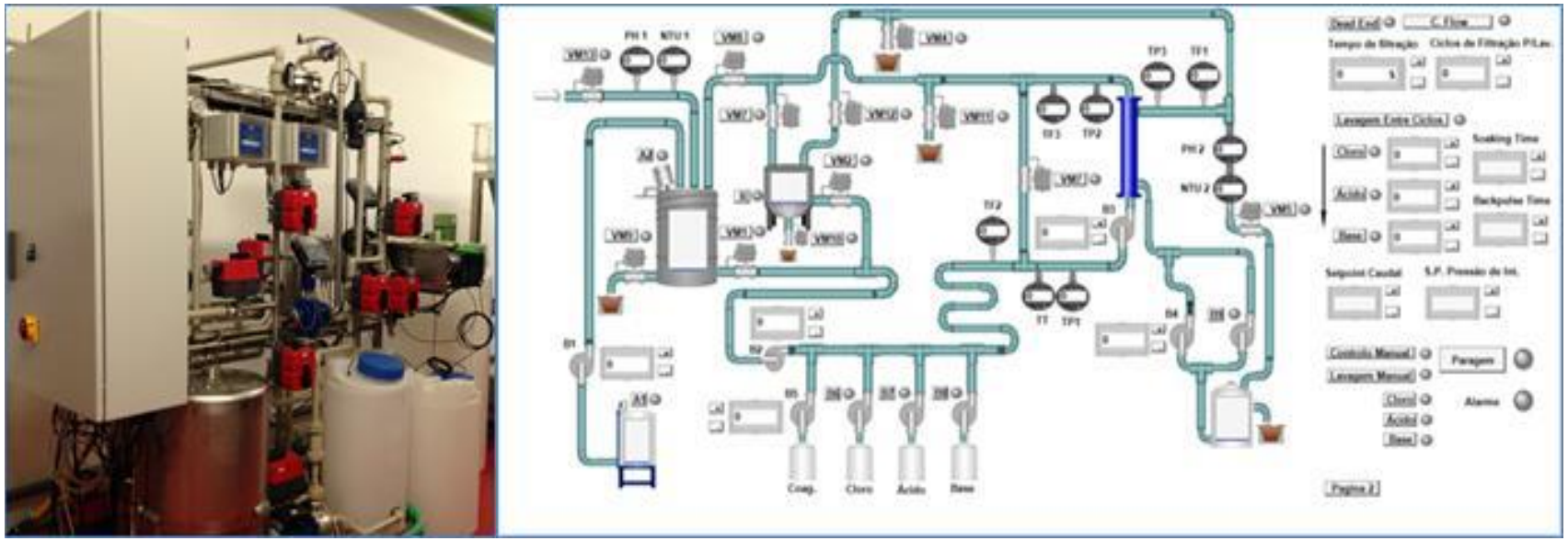
Protótipo PAC/NF
ETAR El Prat, Barcelona

- ✓ Dose PAC e doseamento contínuo vs. pulso
- ✓ Para gama alargada de EC 0,5-6 ug/L remoção > 75% com 15-50 mg/L PAC

Life
QWARE
Innovative hybrid MBR systems to promote Water Reuse
CETAQUA CENTRO TECNOLÓGICO DEL AGUA
Aigües de Barcelona
LNEC LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL

A metodologia para demonstração de novas soluções
Ex. PAC/MF

1. Seleção de conjunto representativo de **contaminantes alvo**
2. Seleção dos **carvões** e condições a testar no protótipo / ETA(R) – ensaios lab
3. Ensaios lab de viabilidade da tecnologia e gamas de condições de operação
4. Projeto e construção de **protótipo** PAC/MF



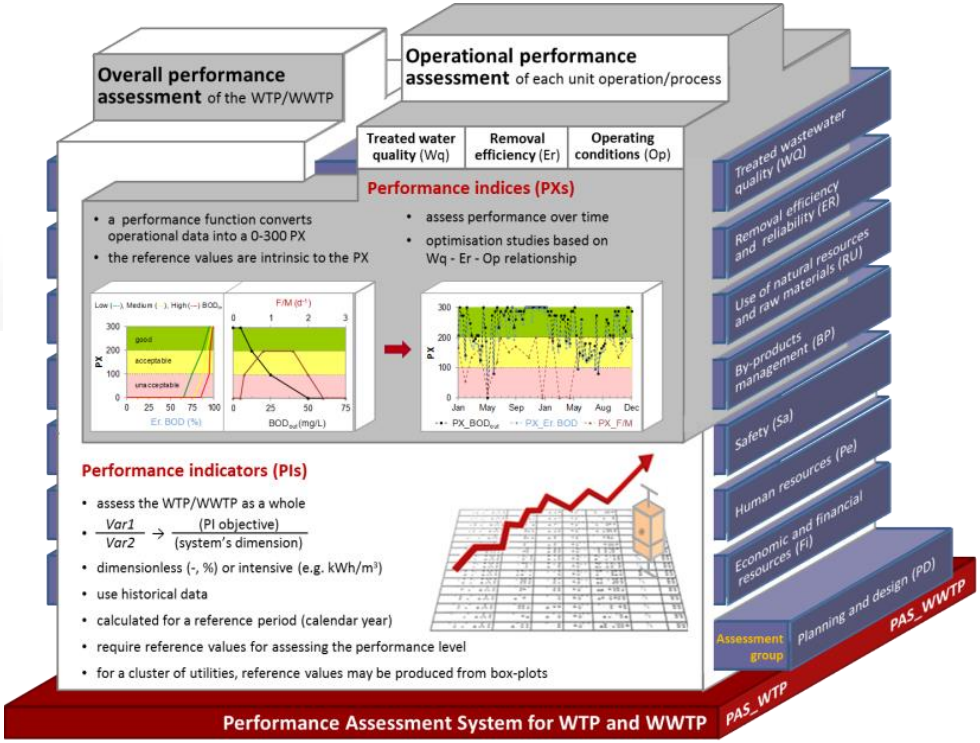
Hymemb

LNEC LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL

ÁGUAS DO ALGARVE Grupo Águas de Portugal

A metodologia para demonstração de novas soluções
Ex. PAC/MF

1. Seleção de conjunto representativo de **contaminantes alvo**
2. Seleção dos **carvões** e condições a testar no protótipo / ETA(R) – ensaios lab
3. Ensaios lab de viabilidade da tecnologia e gamas de condições de operação
4. Projeto e construção de **protótipo** PAC/MF
5. Demonstração e **benchmarking** PAC/MF vs. tecnologia na ETA/ETAR



A metodologia para demonstração de novas soluções
Ex. PAC/MF

1. Seleção de conjunto representativo de **contaminantes alvo**
2. Seleção dos **carvões** e condições a testar no protótipo – ensaios lab
3. Ensaios lab de viabilidade da tecnologia e gamas de condições de operação
4. Projeto e construção de **protótipo** PAC/MF
5. Demonstração e **benchmarking** PAC/MF vs. tecnologia na ETA/ETAR
6. Análise custo-benefício com dimensão social
   (metodologias participativas com stakeholders; atitudes e resistências à inovação)

Notas finais

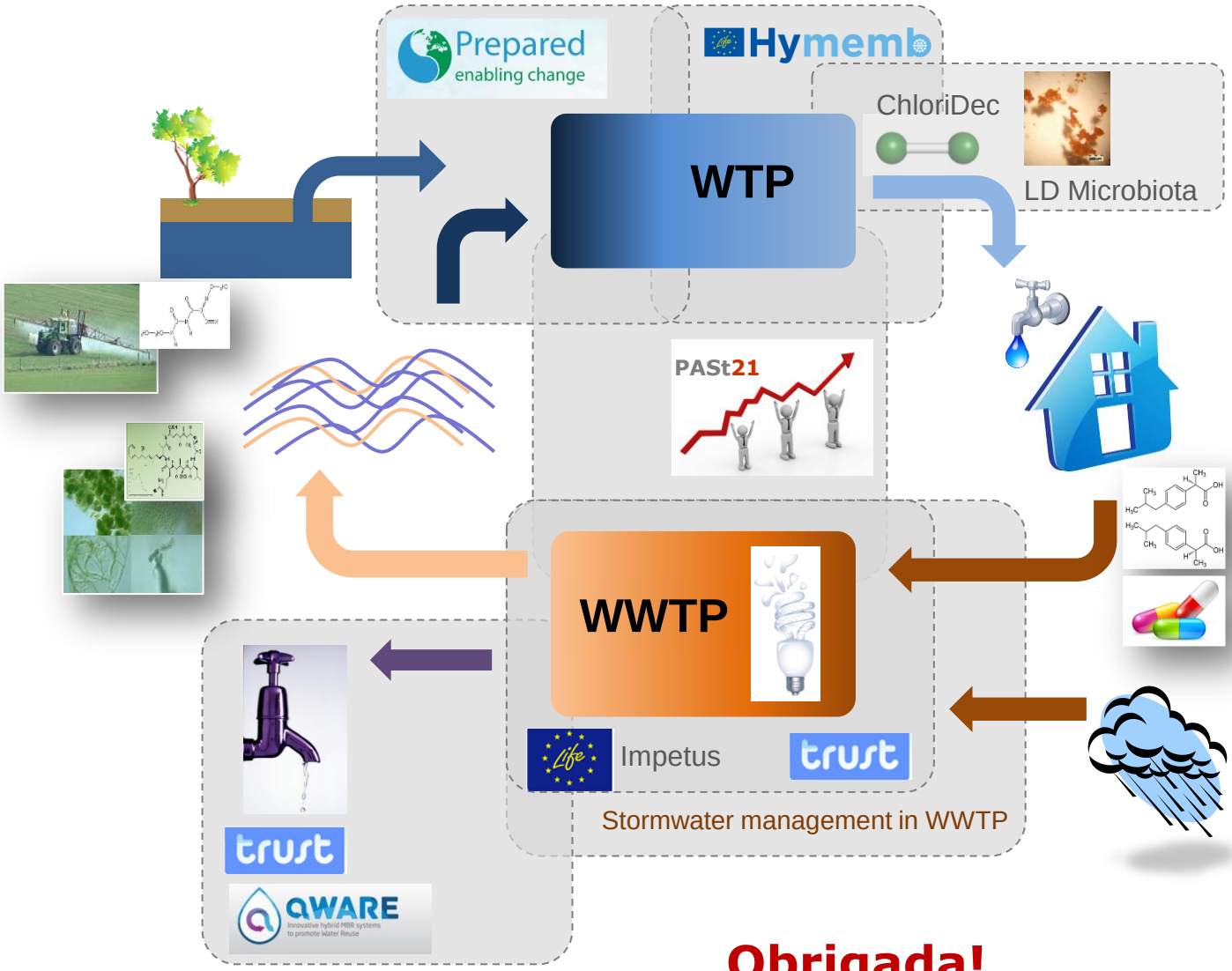
Alterações climáticas, escassez de água, envelhecimento/hábitos da população –> novos contaminantes no ciclo da água que é preciso controlar

Que contaminantes ? Conhecer e quantificar o problema !

- ✓ Metodologias de seleção de EC alvo representativos do problema para ensaios de tratamento e para controlo regular na ETA/ETAR/meio recetor

Como controlar os EC ? Inovar no tratamento !

- ✓ ETAR (primeira barreira a fármacos no ciclo da água) --> ETA
- ✓ Melhorar tratamentos existentes em ETAR e ETA
- ✓ Privilegiar produtos a partir de resíduos naturais locais – economia circular
- ✓ Novas tecnologias aplicadas "à medida" (escala lab – piloto – real)
- ✓ Privilegiar tecnologias físicas e/ou biológicas, para minimizar subprodutos e recursos
- ✓ Benchmarking de soluções de tratamento (eficácia-eficiência)
- ✓ Participação de stakeholders – dimensão sócio-económica, inovação social
- ✓ Capacitação dos técnicos e práticas de melhoria contínua na entidade gestora



Obrigada!
Thank you!

LABORATÓRIO NACIONAL
DE ENGENHARIA CIVIL

UQTA
Water Quality and Treatment Laboratory

adsorption
advanced treatment
benchmarking
biofiltration
water treatment
cyanobacteria
cyanotoxins
disinfection
dissolved air flotation
drinking water
emerging contaminants
energy efficiency
full scale studies
lab and pilot tests
membrane technology
MF, UF, NF, RO
natural organic matter
PAC/UF
performance indicators
performance indices
process modelling
stormwater
water quality
water reuse
WTPs| WWTPs