

Monitorização da ocorrência de fármacos em águas residuais

- Amostras de águas residuais analisadas para 24 fármacos e hormonas (Rodrigues *et al.* 2018)
- Cafeína e paracetamol são os mais abundantes e com remoção > 99%
- Outros, *e.g.* eritromicina, sulfametoxazol, propranolol e bezafibrato, apresentam eficiências de remoção variáveis (30-90%)
- Carbamazepina e diclofenac (quase) não são removidos nas ETAR → controlo com PAC

Monitorização da acumulação de fármacos em amêijoas

- Amêijoas deliberadamente expostas 1 mês a um gradiente de descarga de água residual tratada na Ria Formosa, analisadas para 24 fármacos e hormonas (3 campanhas)
- Novo método de análise (Rodrigues *et al.* 2019)
- Cafeína é o composto mais abundante (ng/g) nas amêijoas expostas 1 mês (Cravo *et al.* 2018)

conhecer**Estratégias de reforço físico-químico**

- Adição de PAC e/ou coagulante vegetal no tratamento primário, secundário ou de afinação.
- Novos carvões produzidos a partir de biomassa vegetal, com ativação física vs. carvões comerciais de elevado desempenho
- Ensaios lab e piloto mostram que os novos PAC de resíduos vegetais e com ativação física [6 mg/L (Viegas *et al.* 2018)] e alguns PAC comerciais podem remover 80% (ou mais) de carbamazepina, diclofenac e sulfametoxazol

Estratégias operacionais

- Otimização das condições de funcionamento das ETAR para controlo de fármacos, eficiência energética
- A adição de PAC no tratamento secundário ou de afinação está a ser testada à escala piloto. À escala real serão testados, *e.g.*, arejamento e tempo de retenção de sólidos

innovar**Solução de baixo custo e fácil de implementar** para melhorar o controlo de fármacos em ETAR convencionais**Análise custo-benefício** com abordagem inovadora e integração de contributos dos *stakeholders***replicar**

LIFE14 ENV/PT/000739



Os **contaminantes de interesse emergente** (CIE) são substâncias químicas ou materiais, de origem natural ou sintética, que podem estar presentes em diversos compartimentos ambientais e cuja toxicidade ou persistência são suscetíveis de alterar significativamente o metabolismo dos seres vivos. Os CIE incluem compostos químicos encontrados em **fármacos**, produtos de higiene pessoal, pesticidas, produtos industriais e domésticos, metais, produtos tensoativos, aditivos industriais e solventes. Muitos destes compostos são libertados continuamente no ambiente, mesmo em quantidades muito baixas, e alguns podem causar toxicidade crónica ou desregulação endócrina nos seres vivos. A água constitui uma das principais formas de disseminação de CIE no ambiente.

A monitorização e o controlo de fármacos e hormonas presentes nas águas residuais urbanas é um tema que está na ordem do dia. Por um lado, alguns destes compostos podem resistir ao tratamento convencional, dependendo principalmente das suas características e das condições de funcionamento das **estações de tratamento de águas residuais** (ETAR). Por outro, trata-se de uma realidade mal conhecida. O projeto de investigação **LIFE Impetus - Improving current barriers for controlling pharmaceutical compounds in urban wastewater treatment plants** (janeiro 2016 a junho 2019) visa demonstrar medidas de melhoria do controlo de fármacos em ETAR com sistemas convencionais de lamas ativadas.

- Cravo A., Correia C., Rodrigues J., Cardoso V., Benoliel M.J., Coelho M.R., Almeida C. (2018) Bioaccumulation of PhCs in clams (*Ruditapes decussatus*) transposed to an area influenced by treated urban wastewater discharges, in the Ria Formosa Lagoon, *SIQUIMAR*, Vigo
- Rodrigues J., Almeida C., Benoliel M.J., Cardoso V. (2018) Measurement of a wide range of pharmaceutical compounds in wastewater influents by SPE-LC-MS/MS. *IWA WWC*
- Rodrigues J., Albino S., Silva S., Cravo A., Cardoso V.V., Benoliel M.J., Almeida C.M.M. (2019) Development of a Multiresidue Method for the Determination of 24 Pharmaceuticals in Clams by QuEChERS and Liquid Chromatography-Triple Quadrupole Tandem Mass Spectrometry. *Food Analytical Methods* (<https://doi.org/10.1007/s12161-018-01418-y>)
- Viegas R., Mesquita E., Campinas M., Andrade M., Mestre A.S., Carvalho A.P., Rosa M.J. (2018) Improving the control of pharmaceutical compounds in WWTPs through the addition of new waste-based activated carbons. *IWA WWC*. Tokyo. September

Parceiros do projeto

LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL



Ciências ULisboa

FACULDADE DE FARMÁCIA
Universidade de Lisboa

UNIVERSIDADE DO ALGARVE

EPAL
Grupo Águas de PortugalÁGUAS DO ALGARVE
Grupo Águas de PortugalÁGUAS DO TEJO ATLÂNTICO
Grupo Águas de Portugal

ehs Consulting

Informação adicional:
www.life-impetus.eu

Com a contribuição financeira de:



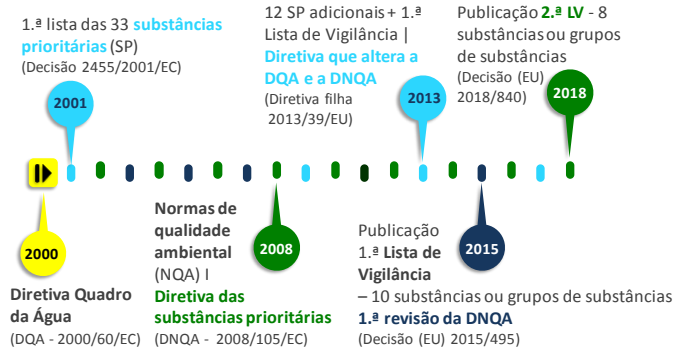
Programa LIFE da UE



As ETAR como barreira de proteção da qualidade ambiental

O projeto LIFE Impetus

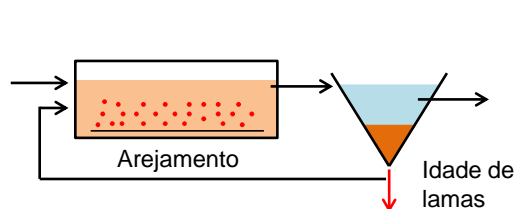
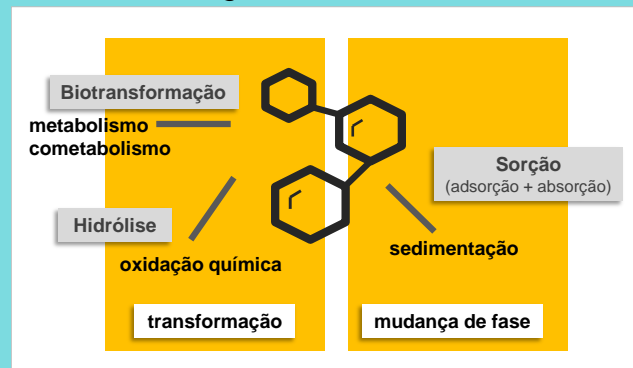
A monitorização de CIE tem vindo a ser progressivamente incorporada na **legislação comunitária e nacional**. Atualmente, a monitorização de substâncias prioritárias presentes nas descargas das ETAR não é obrigatória, sendo expectável uma evolução na regulamentação com a revisão da DQA.



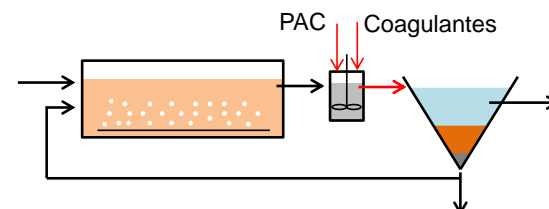
A **determinação analítica** de fármacos e hormonas em águas residuais urbanas envolve a aplicação de técnicas sofisticadas para a extração e concentração, a separação e a deteção dos analitos. Os valores de concentração (entre as dezenas e os milhares µg/L) associados a efeitos de matriz constituem importantes desafios. O LIFE Impetus aplicou o método de extração em fase sólida (SPE) e cromatografia líquida de ultra eficiência associada à espectrometria de massa tandem (UPLC-MS/MS).



Nas ETAR, as águas residuais são sujeitas a vários processos de tratamento (biológicos, químicos e físicos) que degradam os materiais poluentes ou os separam da água. Os **mecanismos de remoção** de fármacos e hormonas das águas residuais são a biotransformação, a hidrólise e a sorção. O LIFE Impetus assenta no princípio base de que a melhoria no controlo de fármacos pode ser atingida criando condições no tratamento biológico que favoreçam a sua degradação (permitindo a permanência de bactérias autotróficas no reator biológico) e fazendo um reforço físico-químico utilizando adsorventes (carvão ativado em pó – PAC) e coagulantes naturais para a remoção dos compostos mais dificilmente biodegradáveis.



Estratégia operacional



Estratégia de reforço físico-químico

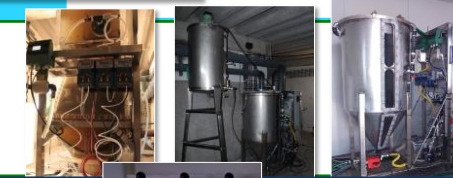
Escala real

2 ETAR urbanas com lamas ativadas convencionais



Escala piloto

3 pilotos coagulação /floculação/sedimentação



Escala laboratorial

jar-tests



O projeto LIFE Impetus envolve um extenso **trabalho experimental**, desde a escala laboratorial para teste de PAC e coagulantes, até à escala real, com a monitorização do funcionamento de duas ETAR que utilizam o sistema de lamas ativadas em regimes de arejamento distintos.

O projeto LIFE Impetus assenta em quatro pilares principais:

- 1. Tratamento melhorado** – Demonstração de estratégias, de natureza operacional e de reforço físico-químico com carvão ativado em pó e coagulantes, para melhorar o desempenho das ETAR monitorizadas no controlo de fármacos. A ETAR de Beirolas (na área da grande Lisboa), com arejamento convencional, tem dois protótipos - decantação primária e decantação secundária. A ETAR de Faro Noroeste (na região do Algarve), com arejamento prolongado, tem um protótipo - decantação secundária.
- 2. Monitorização** – Realização de um trabalho extenso de monitorização de águas residuais (afluentes às ETAR, em diversos pontos da linha de tratamento, e efluente tratado) e de amêijoas, perfazendo um total de 1000 amostras analisadas. Determinação da resistência bacteriana a antibióticos em amostras de águas residuais brutas e de efluente tratado.
- 3. Benchmarking** – Avaliação do desempenho do funcionamento das ETAR monitorizadas, empregando um sistema de indicadores e índices de desempenho, numa abordagem PDCA (*Plan-Do-Check-Act*), tendo em vista alcançar um bom desempenho global das ETAR em eficácia e eficiência.
- 4. Envolvimento de stakeholders** – Caracterização de valores, crenças e atitudes de stakeholders em relação aos impactos associados aos fármacos e à resistência bacteriana aos antibióticos presentes em águas residuais urbanas, na qualidade ambiental, origens de água e projetos de reutilização de água.