

CARACTERIZACIÓN DE AUGAS RESIDUAIS

Definición

As augas residuais son as augas contaminadas por actividades antropoxénicas resultantes dun uso determinado, que pode ser urbano, agrogandeiro, mineiro ou industrial da auga, e que deberían recibir un tratamento axeitado antes de ser vertidas ao medio.

Tipoloxía segundo orixe

- **Augas residuais urbanas:** As augas residuais domésticas ou mestura destas con augas residuais industriais ou con augas de escoamento pluvial.
- **Augas residuais domésticas:** As augas residuais procedentes de zonas de vivendas e servizos. Dentro destas, se se establece un sistema de separación nos fogares, poderían distinguirse augas negras (feces e papel hixiénico sen ouriños), auga amarela, (só con ouriños) e augas grises (augas de ducha, baños e lavado de chan, roupa e louza).
- **Augas residuais industriais:** Proceden de calquera proceso de produción, transformación ou manipulación na que se empregue auga incluíndo os líquidos residuais e augas de proceso.
- **Augas pluviais:** Proveñen das precipitacións pluviais, da fusión da neve. Só se consideran aquelas que se puxesen en contacto con contaminantes en áreas urbanizadas e non as augas pluviais limpas.

Compoñentes das augas residuais

- **Microorganismos e patóxenos:** Aínda que a maior parte dos microorganismos presentes nas augas residuais urbanas son inocuos, tamén hai organismos patóxenos, bacterias, protozoos e virus (en especial nas augas negras, que conteñen os residuos fecais).
Perigo: Poden transmitir enfermidades contaxiosas
- **Materiais en suspensión,** como areas ou arxilas (inorgánicos), microplásticos ou restos de materia orgánica de orixe natural (residuos de comida).
Perigo: Poden producir depósitos de lamas e condicións anaerobias
- **Materia orgánica disolta:** principalmente de orixe natural e biodegradable (glúcidos, lípidos, proteínas), pero tamén de difícil biodegradación e posiblemente tóxica (praguicidas, compostos orgánicos volátiles, contaminantes emerxentes...)
Perigo: Esgotan o osíxeno disolto presente no medio
- **Nutrientes:** especialmente compostos de nitróxeno e fósforo
Perigo: Estimulan o crecemento masivo de algas e provocan degradación de ambientes naturais por eutrofización
- **Metais pesados:** especialmente en determinadas augas industriais
Perigo: Potencial tóxico de determinados metais (Cd, Cu, Ni, Pb, Zn, Hg, Cr)



Estación de Depuración de Augas Residuais (EDAR) de Cangas do Morrazo

LEXISLACIÓN

Parámetros lexislados e límite de vertido

Debido aos milleiros de compostos diferentes presentes, determinar a composición química de todos eles nunha auga residual urbana non resulta nin viable nin ambientalmente útil. Por ese motivo utilízanse diversos indicadores máis fáciles de determinar, que dan unha boa medida do grao de contaminación.

- **DQO: Demanda Química de Osíxeno.** Mide esencialmente a concentración global de materia orgánica presente na auga residual. Determinase habitualmente pondo en contacto unha mostra de auga residual con dicromato de potasio en medio ácido.
- **DBO5: Demanda Biolóxica (ou Bioquímica) de Osíxeno, a 5 días.** Mide o consumo de osíxeno debido á biodegradación de materia orgánica mediante ensaios discontinuos en botellas pechadas.
- **SST e SSV: Sólidos en Suspensión Totais e Volátiles.** Fíltrase unha mostra de auga a través dun filtro de fibra de vidro e determínase o peso seco a 105 °C (SST) ou a diferenza desta medida coa obtida a 550 °C (SSV).

- **Nitróxeno total (NT) e Fósforo total (PT),** mediante diversos ensaios usando habitualmente métodos espectrofotométricos, determínase a concentración total destes nutrientes.

Lexislación en materia de augas residuais urbanas

Dende 1986 (data de incorporación de España á UE) a lexislación aplicable en materia de augas residuais ten experimentado un extraordinario desenvolvemento e está suxeita a un proceso de actualización continua.

- **Lexislación actual:** A Directiva 91/271/CE segue a ser a principal referencia no ámbito das augas residuais urbanas.
- **Lexislación futura:** En constante desenvolvemento para incluír novos retos tales como os contaminantes emerxentes (microcontaminantes orgánicos, disruptores endócrinos, toxinas, etc.).

A táboa mostra na primeira liña os rangos máis habituais dos parámetros lexislados nas augas residuais urbanas (datos en mg/L). A continuación, os valores límite de vertido establecidos pola lexislación europea (Directiva 91/271/CE).

	DQO	DBO5	SST	NT	PT
Auga residual	200 - 1000	130 - 400	100 - 400	20 - 70	4 - 14
Límite de vertido	125	25	35	10 ou 15	1 ou 2

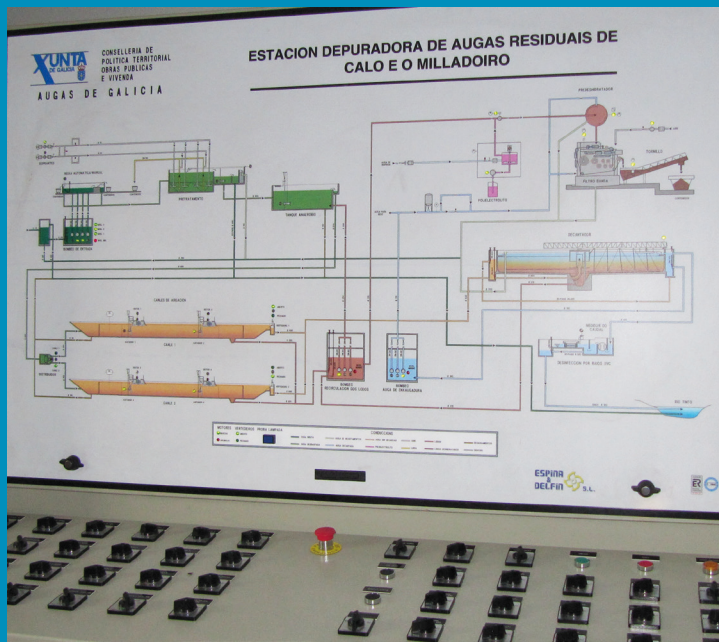


Diagrama de proceso e imaxe do Decantador Secundario da EDAR de Calo-Milladoiro (Concello de Teo)



TRATAMIENTO DE AUGAS RESIDUAIS

Obxectivos convencionais (contemplados pola lexislación vixente)

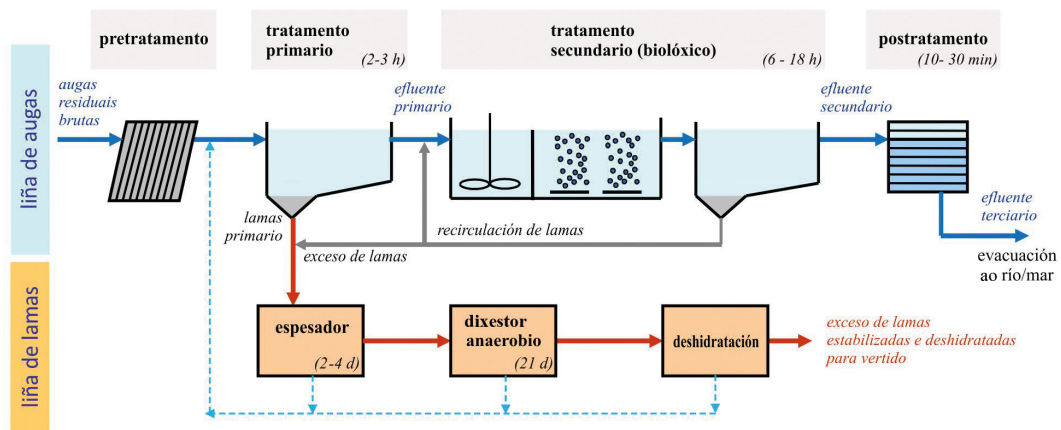
Eliminación de materiais en suspensión, materia orgánica, nutrientes e patóxenos

Procesos de tratamento

O tratamento das augas residuais lévese a cabo en Estacións Depuradoras de Augas Residuais (EDAR) onde se retiran os contaminantes das augas, usando normalmente tres etapas:

- **Pretratamento:** Nesta etapa elimínanse os contaminantes de fácil separación. Retíranse obxectos grosos (mediante reixas ou barutos) e graxas e areas (mediante sistemas de desareado-desengraxado).

- **Tratamento primario:** Decantación dos sólidos en suspensión orgánicos e inorgánicos en clarificadores primarios, nos que se só se usa en EDAR urbanas de cidades de máis de 40.000 habitantes.
- **Tratamento secundario:** Tratamento da materia orgánica mediante un proceso biolóxico no que se pon en contacto a auga residual cun lodo formado por microorganismos, que crecen oxidando os contaminantes presentes nas augas. En ocasións tamén se realiza a eliminación de compostos de nitróxeno e fósforo nesta etapa.
- **Tratamento terciario:** Eliminación de microorganismos e sólidos en suspensión presentes no efluente secundario, mediante sistemas de filtración (leitos de área, membranas), desinfección (mediante sistemas de raios UV ou ozono) e eliminación de compostos persistentes e microcontaminantes orgánicos mediante carbón activo e/ou ozono.



Novos retos

- **Diminución da pegada ambiental:** É preciso ter procesos de tratamento que sexan máis compactos (redución de superficie necesaria), que empreguen menos enerxía (ou mesmo que a produzan), que xeren menos lodos residuais e nos cales a produción de gases de efecto invernadoiro (metano, óxido nítrico) sexa minimizada.
- **Tratamento descentralizado:** En vez de ir á construción de grandes plantas de tratamento moi complexas,

cando sexa posible sería interesante adoptar solucións localizadas enfocadas a determinadas correntes (efluentes hospitalarios, tratamento de augas residuais en núcleos rurais, etc.)

- **Economía circular:** É preciso aproveitar os recursos presentes nas augas residuais, tales como o amonio e fósforo (fertilizantes), a produción de biogás en procesos anaerobios ou ben favorecendo a reutilización da propia auga depurada.
- **Eficiencia enerxética:** É preciso usar procesos enerxeticamente máis eficientes.



Reactores biolóxicos aerobios (cubas de aireación) das EDAR de Santiago de Compostela (esquerda) e Lugo (dereita).

Principais tecnoloxías de tratamento secundario

Unha das modificacións máis habituais que presentan as EDAR e o tipo de sistema biolóxico seleccionado para o tratamento secundario das augas:

- **Proceso de lodos activos:** é a principal tecnoloxía de tratamento biolóxico de augas residuais urbanas. Está baseado nun reactor biolóxico aerobio de biomasa ou lodo en suspensión que, combinado con outras etapas anaerobias e anóxicas, é capaz de eliminar eficazmente a materia orgánica e nutrientes nas augas residuais. O proceso biolóxico é complementado cunha etapa de decantación secundaria para separar as augas tratadas do lodo biolóxico. Aínda que moi efectivo e amplamente usado no mundo enteiro, consome moita enerxía (principalmente no proceso de aireación) e produce grandes cantidades de lamas residuais que hai que tratar.
- **Procesos baseados no uso de reactores biolóxicos de membrana (MBR):** É unha variante do proceso de lodos activos en que se troca o decantador secundario por membranas de micro ou ultrafiltración. Consegue efluentes de alta calidade, libres practicamente de sólidos en suspensión e bacterias.
- **Procesos baseados no uso de biopelícula:** Nestes procesos, os microorganismos adhírense a unha superficie ou soporte. As principais tecnoloxías son os filtros percoadores, contactores rotatorios biolóxicos e "Moving Bed Biological Reactors" (MBBR).
- **Procesos anaerobios:** Usan microorganismos anaerobios metanoxénicos que descompoñen a materia orgánica producindo biogás moi enriquecido en metano. O sistema máis salientable é o reactor anaerobio de manto de lodos (UASB).

Deseño de equipos: Ecuacións e parámetros básicos

Para dimensionar os equipos manéxanse basicamente dous criterios:

- **Carga orgánica**, aplicable ás etapas de tratamento biolóxico, en que é importante determinar a VCO, velocidade de carga orgánica, cantidade de contaminante tratado por unidade de volume de reactor e día de operación ($\text{kg DQO}/\text{m}^3\cdot\text{d}$ ou $\text{kg DBO}_5/\text{m}^3\cdot\text{d}$)
 - ▶ Reactor de lodos activos: $0,3-1,3 \text{ kg DBO}_5/\text{m}^3\cdot\text{d}$
- **Carga hidráulica**, baseados no caudal de auga residual alimentado, aplícase a todas as etapas de tratamento, excluindo o tratamento biolóxico (m^3/d). No caso de sedimentadores primarios e secundarios se soe limitar o caudal de auga que se vai tratar (m^3/d) por unidade de superficie e día (m^2) a un certo rango:
 - ▶ Sedimentadores primarios: $30-50 \text{ m}^3/\text{m}^2\cdot\text{d}$
 - ▶ Sedimentadores secundarios: $8-28 \text{ m}^3/\text{m}^2\cdot\text{d}$Cando se deseña un sistema de lodos activos resulta interesante calcular ademais:

- **Necesidades de aireación (só eliminación de DQO):**

$$\Delta O_2 = Q \cdot (S_0 - S) - 1,42 \cdot \Delta SSV \quad (\text{kg O}_2/\text{d})$$

- **Lamas xeradas:**

$$\Delta SSV = Y \cdot Q \cdot (S_0 - S) \quad (\text{kg SSV}/\text{d})$$

onde:

- ✓ Q e o caudal aplicado (m^3/d)
- ✓ S_0 : DQO da entrada ao reactor (kg/m^3)
- ✓ S: DQO á saída (kg/m^3)
- ✓ Y: rendemento celular aparente (0,3 - 0,4 g SSV/g DQO eliminado).



Saída do efluente secundario dunha EDAR

