

HUMIDAIIS ARTIFICIAIS EN GALICIA DEPURACIÓN ECOLÓXICA DAS AUGAS RESIDUAIS

David de la Varga*

Hoxe en día hai uns 3 millóns de persoas sen tratamento de augas residuais no Estado español, fundamentalmente en poboacións menores de 500 habitantes (Fonte: Centro de Nuevas Tecnologías del Agua CENTA, Sevilla). A diferente lexislación europea en materia de augas obriga aos estados membros a depurar axeitadamente as augas residuais de todas as poboacións antes do ano 2005, o que significa que imos con bastante retraso. Os sistemas convencionais utilizados en grandes poboacións non son axeitados para as pequenas poboacións, debido á necesidade de persoal especializado e aos elevados custes enerxéticos e de mantemento, que na maioría dos casos non poden ser afrontados polos pequenos concellos. Así, parece necesario procurar outros sistemas de tratamento de augas que sexan máis adecuados para estas poboacións. Os humidais artificiais, dos que versará este artigo, son un deles.



Humidal artificial da adega Pazo de Señoráns, despois de 3 anos da súa construción.

HUMIDAIIS ARTIFICIAIS: CONCEPTO, TIPOS E APLICACIÓNS

Os humidais artificiais para a depuración de augas residuais consisten en balsas ou canles pouco profundas, plantadas con especies vexetais adaptadas a ambientes acuáticos. Nos humidais artificiais ocorren procesos de descontaminación tanto físicos (sedimentación, filtración, absorción, etc.), como químicos (precipitación, oxidación-redución, etc.) e biolóxicos (captación de contaminantes por parte das plantas, degradación microbiana, etc.), entre outros.

Os humidais artificiais forman parte dos sistemas naturais de depuración ou tecnoloxías extensivas. Estas tecnoloxías diferéncianse das tecnoloxías intensivas porque non necesitan aporte enerxético externo (ou moi baixo) á costa de requirir maior espazo para a súa implantación. A terminoloxía e as definicións son moi variadas e, ás veces, os humidais artificiais confúndense con outras tecnoloxías como os filtros verdes, a depuración por lagoaxe, etc.

Os humidais pódense clasificar segundo o tipo de circulación da auga. Neste senso, distínguense os humidais de fluxo superficial, nos que a auga circula como unha lámina libre, ou de fluxo subsuperficial, que levan un recheo de grixo ou areas a través do cal circula a auga residual. Tamén se poden clasificar segundo a dirección da auga en humidais de fluxo horizontal ou vertical. Nos primeiros, a auga entra por un lateral do humidal

e sae polo contrario, mentres que nos segundos, a auga entra pola parte superior e é recollida polo fondo. Podemos ver un esquema dos tipos de humidais na Fig. 1.

Humidais de fluxo superficial (FHS)

Os humidais de fluxo superficial ou de fluxo libre son o máis parecido a un humidal natural (Fig. 2). Son balsas, en xeral, cunha profundidade de auga de entre 20 e 40 cm que está exposta á atmosfera e flúe a través das plantas. Este tipo de humidais utilízase frecuentemente como tratamento terciario, para afino de efluentes que proveñen dun tratamento previo.

As características máis comúns deste tipo de humidais son a simplicidade de operación, baixas taxas de eliminación de contaminantes, a necesidade de superficies amplas (ata 20 m² por habitante), o risco de cheiros (se reciben auga residual sen tratar previamente) e poden ser fonte de vectores como mosquitos ou conxelarse en inverno.

Humidais de fluxo subsuperficial horizontal (FHSS)

Os humidais de fluxo subsuperficial horizontal son celas recheas de grixo (entre 30 e 60 cm, aínda que poden chegar a 1 m de profundidade) no que se plantan as especies vexetais (Fig. 3). A lámina de auga está por

debaixo do grixo, xeralmente entre 5 e 10 cm, e polo tanto non está exposta á atmosfera. Deste modo, evítase a proliferación de insectos e cheiros.

No grixo desenvólense as comunidades bacterianas responsables da degradación dos contaminantes e, ao mesmo tempo, serve de soporte para a vexetación. Neste tipo de humidaís, a auga percorre horizontalmente o filtro e entra en contacto con zonas osixenadas e non osixenadas (aerobias e anaerobias). O osíxeno chega á auga grazas ás plantas que o transportan da atmosfera ás raíces, onde se crea un ambiente aerobio e anóxico. Normalmente, a cantidade de osíxeno presente nestes humidaís non é suficiente para degradar toda a materia

O grupo de Enxeñería Química Ambiental da UDC construíu o primeiro humidal artificial en Galicia (Beariz, en 2002)

orgánica por vía aerobia, polo tanto, os procesos responsables desta función son principalmente anóxicos e anaerobios.

Este tipo de humidaís caracterízase por ter unha alta resistencia a condicións de frío, necesitan menos superficie que os FHS (uns 5 m² por habitante), alcanzan maiores taxas de eliminación de contaminantes que os de fluxo superficial e poden ter problemas de colmatación se non se deseñan e operan correctamente.

Humidaís de fluxo subsuperficial vertical (FV)

Os humidaís de fluxo subsuperficial vertical son celas recheas de varias capas de grixo fino ou area, normalmente, cunha profundidade entre 60 e 100 cm e plantadas con especies vexetais adaptadas a ambientes acuáticos (Fig. 4). A maioría deste tipo de humidaís aliméntanse de xeito intermitente e non están permanentemente alagados, alternando períodos de alimentación e drenaxe. A auga distribúese uniformemente pola superficie e recóllese no fondo por medio de tubaxes de drenaxe. Ademais, unha serie de tubaxes de ventilación facilitan a aireación pasiva (sen enerxía) do humidal, facendo que a depuración sexa máis efectiva ao abundar as condicións aerobias no medio filtrante.

As características destes sistemas verticais son: unha menor necesidade de superficie (de 2 a 3 m² por habitante), non adoitan ter problemas de colmatación (se son ben deseñados e operados) e necesitan un bo sistema de distribución do influente.

Outros tipos de humidaís artificiais

Poden levarse a cabo diferentes estratexias de operación e deseños innovadores para intensificar a depuración dos humidaís artificiais.

Un tipo de humidal artificial máis moderno son os humidaís aireados, que foron desenvolvidos e patentados por Scott Wallace (Forced Bed Aeration™ FBA™) nos últimos anos. Estes humidaís son de fluxo subsuperficial e poden ser de fluxo vertical ou horizontal. A maior diferenza radica en que o medio filtrante é aireado por medio de bombas soprantes (aireación artificial), polo que o osíxeno deixa de ser un factor limitante para a depuración. A aireación permite que estes humidaís sexan moito máis versátiles ao poder xogar co réxime de aireación ante elevados picos de carga contaminante, por exemplo, en períodos vacacionais en poboacións ou puntas de produción en industrias.

Dentro do tipo de FHS existen outros sistemas moi coñecidos como os filtros de helófitas en flotación (chamados, de xeito erróneo, macrófitas en flotación), que consisten nunha lámina de auga cuberta por un tamiz vexetal na superficie ou semimergullado onde as raíces das plantas e as bacterias que crecen sobre delas exercen maioritariamente a acción depuradora.

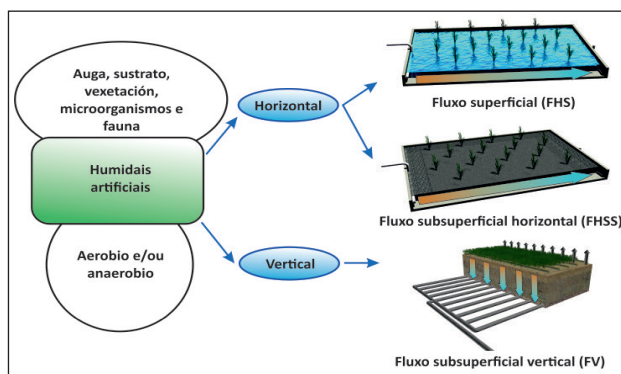


Figura 1: Tipos de humidaís artificiais segundo a circulación da auga e a dirección de fluxo.

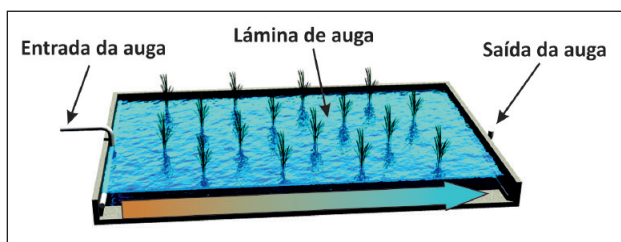


Figura 2: Esquema dun humidal artificial de fluxo superficial (FHS).

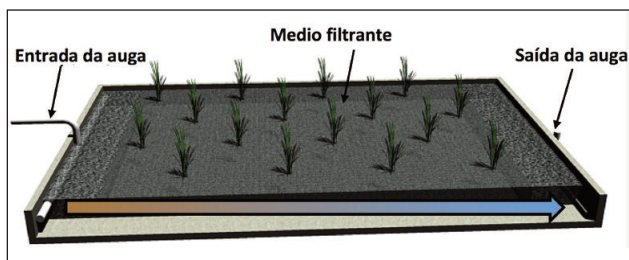


Figura 3: Esquema dun humidal de fluxo subsuperficial horizontal (FHSS).

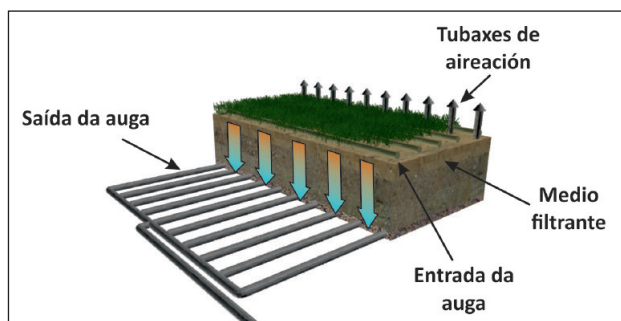


Figura 4: Esquema dun humidal de fluxo subsuperficial vertical (FV).

APLICACIÓNS DOS HUMIDAÍS ARTIFICIAIS

Nos seus inicios, a depuración por humidal centrábase en augas residuais urbanas e, neste senso, son especialmente indicados para poboacións menores de 2000 habitantes. Poden aplicarse tamén en campings, restaurantes, casas e hoteis rurais, campus universitarios, etc.

Os humidaís artificiais tamén poden aplicarse á depuración de augas industriais, especialmente, en industrias agroalimentarias como adegas, cervexerías, queixerías, procesado de verduras e froitas, etc. Tamén se poden utilizar en multitude de procesos industriais, de feito, hai humidaís tratando augas residuais de matadoiros, factorías de papel, madeireiras, refinarias de petróleo, curtidoirías, etc. As vantaxes dos humidaís artificiais fronte a sistemas convencionais preséntanse na seguinte táboa.

VANTAXES DOS HUMIDAIIS ARTIFICIAIS FRONTE AOS SISTEMAS CONVENCIONAIS DE DEPURACIÓN	
Humidais	Outros sistemas convencionais
Inversión inicial en función da escala	Inversión inicial variable
Mantemento moi simple <20% gastos	Mantemento custoso e especializado
Nulo ou escaso consumo de enerxía <10%	Gastos enerxéticos de mantemento elevados
Impacto paisaxístico positivo	Impacto paisaxístico negativo
Ausencia de cheiros ou insectos	Xeran malos cheiros (algúns tipos)
Nula ou escasa xeración de lodos	Xeración de lodos a xestionar
Ausencia de produtos químicos	Necesidade de produtos químicos

HUMIDAIIS ARTIFICIAIS EN GALICIA

Que se saiba, o primeiro humidal artificial que se construíu en Galicia foi en 2002, na localidade de Os Liñares, no concello de Beariz (Ourense), e foi deseñado polo Grupo de Enxeñería Química Ambiental (EnQA) da Universidade da Coruña formando parte dunha tese de doutoramento. Esta depuradora consistía en dous dixestores anaerobios, un FHSS de 36 m² e un FHS de 36 m². A depuradora trataba a auga residual de 35 veciños/as. Descoñécese se a depuradora está en funcionamento na actualidade.

Posteriormente, no ano 2005, este grupo de investigación deseñou unha planta piloto para un proxecto educativo-tecnolóxico da Asociación ADEGA. Foi emprazada na depuradora de augas residuais de Santiago (A Silvouta) e consistía nun dixestor anaerobio, un FHS de 75 m² e outro FHSS de 75 m². Nesta planta, o mesmo grupo realizou posteriormente un proxecto de investigación. Na última ampliación da depuradora de A Silvouta, e unha vez finalizado o proxecto de I+D, os humidais foron desmantelados.

No ano 2008, o mesmo grupo deseñou outro humidal para unha adega de Albariño, no que se falará en detalle no seguinte apartado.

Os humidais artificiais en Galicia comezaron a ter interese debido á crise económica, que fixo que outros sistemas con gastos de mantemento menores, como os humidais, fosen tidos en conta polas administracións e o sector privado. É por isto que o número de humidais artificiais en Galicia medrou exponencialmente nos últimos 5 anos.

Segundo os datos achegados pola Confederación Hidrográfica Miño-Sil, Augas de Galicia e tp3 Enxeñería Natural, actualmente, en Galicia hai, polo menos, 28 plantas depuradoras que conteñen algún tipo de humidal artificial (ver a seguinte táboa). Non se pode garantir que estes sexan todos os humidais de Galicia, pois non existe unha base de datos conxunta das administracións. Aínda así, antes de 2008 só había dúas depuradoras con humidais, e a día de hoxe hai cando menos 28, o que indica que o número está a aumentar de xeito considerable.

Ademais, segundo a información facilitada por algunha empresa galega que diseña humidais artificiais, hai entre 3 e 5 novas plantas depuradoras con humidais que se están a proxectar en diversos concellos galegos, e que poden ser unha realidade para o ano 2017.

CASO DE ESTUDO: ADEGA DE ALBARIÑO PAZO DE SEÑORÁNS

As augas residuais dunha adega xéranse en varios procesos durante a produción do viño e a auga provén fundamentalmente do lavado dos equipos e das botellas, máis dos procesos de enfriamento. Estas augas teñen unhas características moi especiais que as diferencian do resto:

- Elevada estacionalidade, o que significa que durante dous ou tres meses ao ano teñen unha importante carga contaminante que pode chegar a ser 10 veces superior ao resto do ano.

- Baixo pH, o que dificulta a depuración.
- Baixa cantidade de nutrientes, o que supón que, en ocasións, teñan que ser engadidos para facilitar o desenvolvemento bacteriano nas depuradoras.

Con estas premisas, a depuración de augas de adegas ten complicacións que os sistemas convencionais, ás veces, non poden afrontar. Durante a vendima e traballos posteriores (trasfegas, etc.), a concentración de contaminantes, fundamentalmente a materia orgánica, e o caudal aumentan de xeito moi significativo. Este aumento tan repentino dificulta o tratamento biolóxico das augas residuais. Os humidais artificiais son sistemas robustos que poden aguantar estes cambios tan radicais nas condicións das augas a tratar.

No ano 2008 instalouse unha depuradora con humidais nunha adega de Albariño, cunha produción dunhas 400.000 botellas ao ano, no marco dun proxecto de I+D. Este proxecto pretendía avaliar a idoneidade destes sistemas de tratamento para as adegas e presentalos como unha alternativa viable aos sistemas convencionais de depuración.

A depuradora conta con dous tanques de homoxeneización que teñen a función de laminar e igualar as características da auga residual

O uso dos humidais artificiais está a aumentar rapidamente en Galicia, debido aos seus baixos custes enerxéticos e de mantemento

fronte aos cambios diarios que sofre na súa composición durante a vendima. Posteriormente, instalouse un dixestor anaerobio cuxa función é a de reter as partículas en suspensión da auga residual para previr ou evitar a colmatación ou atasco dos humidais a longo prazo. Despois do dixestor, creouse un FV de 50 m² de superficie e finalmente tres FHSS en serie, de 100 m² cada un (ver Figura 5). A pesares de que por problemas de cotas tiveron que instalarse dous bombeos, o custe enerxético da depuradora non supera os 200 € ao ano.

A investigación durou tres anos durante os que se analizaron mostraxes tres veces por semana, nos puntos indicados na Fig. 5. Ata a data de hoxe, non se tiveron que retirar lodos do dixestor, o que abarata a xestión da depuradora. Isto é debido a que durante a vendima, prodúcense moitos lodos, pero durante o resto do ano, a carga contaminante baixa e os lodos acumulados degrádanse e pasan a ser materia disoluta que é depurada nos humidais.

O promedio de depuración rolda o 80% para materia orgánica, con picos do 95%. Para a materia en suspensión, o promedio foi do 94%, con picos do 98%. No caso do nitróxeno, conseguiuase unha depuración do 54%, e para o fósforo, do 17%. A concentración destes nutrientes (nitróxeno e fósforo) non foi moi elevada, incluso coas achegas do restaurante situado na adega.

A auga residual vai de ácida a lixeiramente ácida. Os valores semanais de promedio mínimo e máximo do pH rexistrado foron de 3.8 e 11.4, aínda que se obtiveron valores puntuais *in situ* de 3.3. O sistema híbrido de humidais corrixiu o pH e levouno á neutralidade (7.0) no efluente final. O caudal medio oscilou de 3 a 9 m³/d.

Un dos servizos que ofrece a adega Pazo de Señoráns é a celebración de banquetes de voda, polo que a elección do sistema debía permitir a perfecta integración paisaxística nas viñas.

CONCLUSIÓN

Os humidais artificiais son sistemas ecolóxicos de depuración de augas moi robustos e que están a espertar o interese das administracións locais debido aos seus baixos custos enerxéticos e ao seu mantemento sinxelo. A súa eficacia é similar ou superior aos sistemas convencionais de tratamento e poden aplicarse a todo tipo de augas residuais.

*David de la Varga é doutor en Ciencias Ambientais, especialista no tratamento de augas residuais con humidais artificiais e Conselleiro Delegado de SEDAQUA (*Spin off* da Universidade da Coruña).

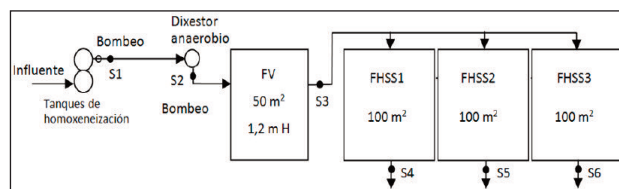


Figura 5: Representación esquemática do sistema de humidais construídos. FV: humidal de fluxo vertical. FHSS: humidais de fluxo subsuperficial horizontal. Puntos de mostraxe S1) Influyente, S2) efluente do dixestor anaerobio, S3) efluente do humidal FV e influente dos humidais FHSS, S4, S5 e S6) efluente dos humidais FHSS.

HUMIDAIS ARTIFICIAIS EXISTENTES EN GALICIA							
Localidade Industria	Concello	Provincia	Auga residual	Tratamento previo	Humidais	Superficie humidais (m ²)	Hab. eq. (m ³) ^c
Os Liñares	Beariz	Ourense	Urbana	HUSB	FHSS + FHS	2 X 36	35
Muíños	Muíños	Ourense	Urbana	Decantador	FMF	-	45 (8)
Salgueiros	Muíños	Ourense	Urbana	T1° + T2°	FMF	100	50 (5-10)
A Cañiz	A Cañiza	Pontevedra	Urbana e Pol. Ind.	Lagoaxe	FVA	270	340 (111)
Taboadela	Taboadela	Ourense	Industrial (xurros)	UASB	FHSS	1040	-
Rodrigato	-	-	Minas	-	-	-	-
Pobra de Trives	Pobra de Trives	Ourense	Adega	HUSB	FV + FHS	56 + 88	- (0,75)
Sandiás	Sandiás	Ourense	Xurro de porco	Varios ^a	HA	-	-
Porto Pazo San Mauro	Salvaterra do Miño	Pontevedra	Adega	Inhoff + L. bacteriano	FHSS	-	- (7,14)
Portomourisco	Petín	Ourense	Urbana	F. séptica	FVA	54	30
Vilanoviña Pazo de Señoráns	Meis	Pontevedra	Adega	HUSB	FV + 3FHSS	50 + 3 x 100	- (7)
Portomouro	Val do Dubra	A Coruña	Urbana	-	FHSS	425	400
Dormeá	Boimorto	A Coruña	Urbana	F. séptica	FHSS	590	200
O Quenllo	Carral	A Coruña	Urbana	P. piloto	2 x FV	2 x 1,3	-
Lg. da Vila Ferreira	San Sadurniño	A Coruña	Urbana	F. séptica	FHSS	60	35
Praderrei	Campo Lameiro	Pontevedra	Urbana	F. séptica	FVA	150	150
San Román	Abegondo	A Coruña	Urbana	F. séptica	FHSS + FMF	260	250
Cervo	Cervo	A Coruña	Urbana	^b	FMF	1125	1500 (309)
Vilaverd	Coristanco	A Coruña	Urbana	^b	FMF	750	500 (96)
Portoquintáns	Coristanco	A Coruña	Urbana	^b	FMF	900	600 (116)
Niño D'Agia	Baltar	Ourense	Urbana	T1° + T2°	FMF	300	150 (25)
Complexo Ocio deportivo O Beque	Moaña	Pontevedra	Urbana	T1° + T2°	FMF	92	70 (15)
As Corcerizas (ADT)	Xinzo de Limia	Ourense	Urbana	T1° + T2°	FMF	75	100
Ecocelta Galicia	Pontearreas	Pontevedra	Lixiviado	T1° + T2°	FMF	150	-
Vilariño	Sobrado dos Monxes	A Coruña	Urbana	T1° + T2°	FMF	170	120 (30)
Loureda	Boqueixón	A Coruña	Urbana	T1° + T2°	FMF	200	100 (35)
O Penedo	Irixoa	A Coruña	Urbana	T1°	FMF	300	250 (50)
Cullergondo e Xuanzo	Abegondo	A Coruña	Urbana	F. séptica	2x FHSS + FMF	400 + 100	200 (36)

Fonte: Elaboración propia coa información recibida da Confederación Hidrográfica Miño-Sil, Augas de Galicia e tp3 Enxeñaría Natural. Nomenclatura: HUSB: Reactor anaerobio hidrolítico; FHSS: Humidal de fluxo subsuperficial horizontal; FHS: Humidal de fluxo superficial; FV: Humidal de fluxo subsuperficial vertical; FMF: Filtro de helófitas en flotación; HA: Humidal artificial aireado; UASB: Reactor anaerobio tipo UASB; T1°: Tratamento primario; T2°: Tratamento secundario; FVA: Humidal de fluxo subsuperficial vertical aireado; nd: Non dispoñible. ^a Lagoa anaerobia + humidal aireado + remoción de fósforo + filtro verde. ^b Pretratamento: Tamiz, desareado e desengraxado. ^c Habitantes equivalentes (Caudal, m³).