

11

AUGA E SUSTENTABILIDADE

- Usos da auga
- Impacto nos ecosistemas acuáticos
 - Prevenición na industria
 - Aforro de auga no fogar
- Alternativas de saneamento

INDICE

PRESENTACIÓN: POR UNHA NOVA CULTURA DA AUGA.....	5
1. AS AUGAS EN GALIZA. EVOLUCIÓN DOS USOS E ASPECTOS SOCIO CULTURAIIS.....	7
Afonso Sánchez Regueiro	
1.1. INTRODUCCIÓN.....	7
1.2. A TRANSMISIÓN DO COÑECEMENTO A TRAVÉS DO SIMBOLISMO E OS RITUAIS.....	8
1.3. O ACCESO Á AUGA NAS COMUNIDADES TRADICIONAIS.....	10
1.4. UN MUNDO EN DESAPARICIÓN QUE COMPRE RECONCEPTUALIZAR.....	11
2. AUGA E ECOSISTEMAS ACUÁTICOS: CALIDADE E BIODIVERSIDADE.....	13
Fernando Cobo e Marcos González	
2.1. INTRODUCCIÓN.....	13
2.2. BIODIVERSIDADE NOS ECOSISTEMAS DE AUGA DOCE.....	13
2.3. O ESTADO DE SAUDE DOS ECOSISTEMAS FLUVIAIS GALEGOS.....	15
2.4. ALTERACIÓN FÍSICA DO HÁBITAT.....	16
2.5. CONTAMINACIÓN ORGÁNICA: O DÉFICIT DE OXÍXENO.....	17
2.6. OS VERTIDOS DA MINERÍA.....	18
2.7. CONTAMINANTES TÓXICOS.....	19
2.8. A INTRODUCCIÓN DE ESPECIES FORÁNEAS.....	19
2.9. ENFERMIDADES INFECCIOSAS.....	21
2.10. CONCLUSIÓN.....	22
3. AUGAS RESIDUAIS DA INDUSTRIA: IMPLANTACIÓN DE TECNOLOXÍAS LIMPAS NO SECTOR CONSERVEIRO DE PRODUTOS MARIÑOS.....	23
Francisco Omil Prieto	
3.1. TENDENCIAS NO USO DO AUGA NOS PROCESOS DE FABRICACIÓN.....	23
3.2. PROCESOS DE TRATAMENTO DE AUGAS RESIDUAIS.....	24
3.2. DESENVOLVEMENTO DE TECNOLOXÍAS LIMPAS: MODIFICACIÓN DO PROCESO.....	25
3.4. A INDUSTRIA CONSERVEIRA DE PRODUTOS MARIÑOS.....	26
3.4.1. Xestión das graxas presentes nos efluentes da industria conserveira.....	27
3.4.2. Xestión de augas de esterilización.....	28
3.4. CONCLUSIÓNS.....	29
4. EQUIPAMENTOS E PRÁCTICAS AFORRADORAS DE AUGA NOS USOS DOMÉSTICOS.....	31
Ramsés Pérez e Virxinia Rodríguez	
4.1. INTRODUCCIÓN.....	31
4.2. O USO INEFICIENTE DA AUGA.....	31
4.3. MEDIDAS DE AFORRO DE AUGA NO FOGAR.....	32
4.4. MEDIDAS PARA EVITAR A CONTAMINACIÓN DA AUGA.....	33
4.5. EXEMPLOS: AS CIFRAS DO CAMBIO.....	34
4.6. LIGAZÓNS: PISTAS PARA NAVEGAR AFORRANDO AUGA E SEN CONTAMINAR.....	35
5. ALTERNATIVAS DE SANEAMENTO E SUSTENTABILIDADE.....	37
Manuel Soto Castiñeira	
5.1. INTRODUCCIÓN.....	37
5.2. A NON SUSTENTABILIDADE DO SANEAMENTO CONVENCIONAL: UNHA PERSPECTIVA INTERNACIONAL.....	37

5.3. DEFICIENCIAS DO SISTEMA DE SANEAMENTO CENTRALIZADO.....	38
5.4. ALTERNATIVAS PARA UN SANEAMENTO E DEPURACIÓN	
SUSTENTÁBEIS.....	42
5.4.1. A modificación dos hábitos cotidianos de uso da auga.....	43
5.4.2. Equipamentos domésticos de baixo consumo de auga fresca.....	44
5.4.3. Aproveitamento dos recursos contidos nos residuos	
e nas augas residuais.....	45
5.4.4. Recolla separada e tratamento específico de	
diferentes correntes residuais.....	46
5.4.5. Tecnoloxías de depuración naturais e de baixo custo.....	46
5.5. A MODO DE EXEMPLO: UN BALANZO AMBIENTAL COMPARATIVO.....	47
5.6. CONSIDERACIÓNS FINAIS.....	47

ANEXO: RELACIÓN DE BIBLIOGRAFÍA E DOCUMENTACIÓN	
SOBRE AUGA E SUSTENTABILIDADE.....	49

OS AUTORES

- Afonso Sánchez Regueiro. Licenciado en Historia. Universidade de Santiago de Compostela.
- Fernando Cobo e Marcos González. Investigadores do Laboratorio de Hidrobioloxía, Departamento de Bioloxía Animal, Facultade de Bioloxía, Universidade de Santiago.
- Francisco Omil. Profesor de Enxeñería Química. Universidade de Santiago.
- Ramsés Pérez. Licenciado en Pedagogía e Educador Ambiental. Asociación para a Defensa Ecolóxica de Galiza.
- Virxinia Rodríguez. Licenciada en Química e coordinadora da vocalía sobre a Auga na Asociación para a Defensa Ecolóxica de Galiza.
- Manuel Soto Castiñeira. Profesor de Enxeñería Química. Universidade de A Coruña.

ADEGA CADERNOS

Depósito Legal N.º: 1390/96 ISSN.: 1137-0262

Edita: Asociación para a Defensa Ecolóxica de Galiza
Coordinación e dirección: Manuel Soto

1ª EDICIÓN: SETEMBRO 2003

As ideas, afirmacións e posicionamentos vertidos polos autores en ADEGA CADERNOS son responsabilidade exclusiva dos mesmos. Permitida a reprodución, sempre que se cite a fonte. Editado en papel reciclado 100% para preservar os bosques, evitar a contaminación das celulosas e contribuír á reciclaxe do lixo.



ADEGA,
Praza Camilo Díaz Valiño 15, 2ªA
15704 Santiago de Compostela
Teléfono e Fax: 981 57 00 99
correo electrónico: adega@ctv.es
www.adegagaliza.org



O presente caderno conta cunha axuda da Secretaría Xeral de Investigación e Desenvolvemento da Xunta de Galicia

PRESENTACIÓN

POR UNHA NOVA CULTURA DA AUGA

Desde o ano 1999 coa creación da Coordinadora Galega en Defensa dos Ríos (COGADER) o traballo do ecoloxismo galego a favor da protección destes e doutros ecosistemas acuáticos foi en continuo aumento. En abril de 2000, Javier Martínez Gil impartía unha conferencia en Santiago de Compostela baixo o título “A nova Cultura da Auga”, dentro das xornadas “O País dos Ríos” organizadas pola Federación Ecoloxista Galega (FEG). Pouco despois, en xuño do mesmo ano, varios expertos reuníronse nunha nova xornada sobre a auga en Compostela, nesta ocasión organizada pola Asociación para a Defensa Ecolóxica de Galiza (ADEGA) coa colaboración da Coordinadora Anti-Encoro de Caldas de Reis, Cuntis e Moraña e de COAGRET. A maioría das persoas que alí interviron, crearon en 2001 a Fundación Nova Cultura da Auga, de cuxo Manifesto fundacional tamamos prestadas, aínda que libremente resumidas, as liñas que continúan nesta introdución.

Durante o século XX, a construción de grandes infraestruturas hidráulicas, xunto con outros elementos da política de augas, foron claves para o desenvolvemento industrial, agrario e urbano. Os indubidábeis logros atinxidos levaron a mistificar esta consideración productivista da auga, destinando fortes subvencións públicas á mesma, o que xerou espirais insustentábeis de procuras e ineficiencias, mesmo de irracionalidade económica.

Neste contexto deuse un sistemático desprezo dos valores, funcións e servizos ambientais ligados aos ecosistemas fluviais, asumindo un proceso de degradación dos nosos ríos, zonas ribeiriñas e húmidas sen precedentes. Hoxe, o progresivo coñecemento destes complexos ecosistemas, permite apreciar e valorar mellor os valiosos servizos que eles xeran, tanto nos leitos, como en áreas ribeiriñas, deltas, estuarios e plataformas litorais: depuración natural, control de enchentes, conservación da biodiversidade, equilibrios dinámicos de transporte e sedimentación de materiais en leitos, deltas e praias.

Tamén a profunda relación entre ríos, territorio e sociedade foi sistematicamente esquecida. A consideración da auga como factor de produción levou aos gobernos a ignorar os dereitos dos povos que habitaron durante centenas ou millares de anos en estreita relación cos ríos: o dereito á súa existencia no ámbito territorial no que fundaron as raíces da súa propia existencia. Velaí o sacrificio en masa de patrimonios sociais e da natureza polos encoros e outras instalacións hidroeléctricas, a sistemática destrución de bosques ribeiriños, o enxugo de zonas húmidas e a xeneralizada contaminación das augas continentais.



Se hai que resumir esa Nova Cultura da Auga, poderíamos dicir que se trata de entender os ríos como corpos vivos complexos e dinámicos, e non como simples colectores de auga; asumir que cantidade e calidade son caras dumha mesma moeda; comprender que dispor de augas de calidade pasa por respeitar e preservar a funcionalidade e a vida dos ecosistemas que integran o ciclo natural da auga; recuperar o tradicional valor lúdico, estético e simbólico das paisaxes da auga.

A conservación, a eficiencia, a economía, a ordenación do territorio, a participación colectiva... son algunhas das chaves desa nova cultura da auga, que ademais require unha profunda reforma das institucións encargadas da súa xestión, a administración das bacías na súa integridade xeográfica e natural, o que implica a co-xestión hispano-lusa e luso-galaica, e a integración das augas subterráneas e litorais (as rías galegas!) nesa xestión. Mas, se o mercado pode axudar á mellora da eficiencia, móstrase cego no que se refere á xestión de valores ambientais, sociais, éticos e de equidade interterritorial, o que xustifica e dá relevo ao papel dunha administración reformada. Tudo isto exige certamente umha mudanza cultural, non só na Administración, mas no conxunto da sociedade.

É nese contexto de debate científico sobre a necesidade desa nova cultura da auga no que queremos situar este caderno, que comeza por prestar especial atención a percepción sociocultural da auga pola sociedade galega tradicional, nun escenario que poderíamos denominar de sustentabilidade e no que a auga xogaba un papel cotidiano e de grande importancia. Continuamos coa descripción dos impactos que os usos actuais, nunha Galiza xa moderna e cun alto nivel de consumo, están a causar nos ecosistemas acuáticos galegos, avaliando mesmo a gravidade dos mesmos. E pasamos a centrar a atención na prevención do consumo de auga e da súa contaminación (captación de augas limpas e devolución de augas contaminadas aos ecosistemas), con exemplos e alternativas centradas tanto no sector industrial como no doméstico. Por último, realízase unha avaliación das alternativas de xestión e tratamento das augas usadas, eido que tamén mostra grande importancia no que se refere á sustentabilidade. Abórdanse por tanto dúas cuestións, prevención do consumo e contaminación da auga, por unha banda, e alternativas de saneamento, por outra, que até o de agora teñen rebibido pouca ou nula atención na Galiza.

Manuel Soto Castiñeira
Setembro de
2003

1. AS AUGAS EN GALIZA. EVOLUCIÓN DOS USOS E ASPECTOS SOCIO-CULTURAI

Afonso Sánchez Regueiro

1.1. INTRODUCCIÓN

Nun momento no que os debates e discusións acerca do uso e aproveitamento das augas na Península Ibérica, o que moitos expresan simplemente como política da auga, adquiren un novo pulo histórico considero que convén reflexionar, aínda que sexa con brevidade, acerca desta cuestión na Galiza.

Os cambios que están a afectar na actualidade aos usos da auga evidencian a profundidade e importancia deste debate. A porcentaxe de auga empregada na industria e nos fogares aumenta continuamente, reducíndose a usada na agricultura. Moitas das infraestruturas hidráulicas existentes no agro galego están a desaparecer polo seu abandono - desde os sistemas de rego ata os muíños e outros enxeños-, e xunto con elas toda unha serie de explotacións agrarias e pratenses. Pero tamén desaparecen en paralelo as relacións sociais e culturais que xiraban arredor do uso das augas e que influían con forza no funcionamento interno das comunidades. Na actualidade o debate xira en torno a cuestións como o completo aproveitamento dos recursos, os abastecementos urbanos, a depuración das augas residuais ou a correcta distribución entre os distintos usos. Cuestións todas elas importantes pero que centran case en exclusiva a discusión, obviando temas que tamén deberían ser obxecto deste debate: a desaparición dunhas infraestruturas que forman parte fundamental do patrimonio etnográfico, a alteración ou destrución dos cauces fluviais e os ecosistemas asociados e a marxinação e olvido dunhas relacións sociais e culturais que moitas veces eran o mellor expoñente de coñecemento do medio.

Desde un punto de vista reduccionista e economicista, enténdese por política da auga o conxunto de accións das administracións que, en distintos niveis e ámbitos, afectan ao desenvolvemento (aumento das cantidades de auga dispoñibles) e asignación (distribución entre os diferentes tipos de usos e de usuarios) dos recursos hídricos (Ciriacy-Wantrup, 1992: 22). Así, a auga é considerada como un recurso natural e un factor de produción necesario para determinadas actividades económicas, reducindo a súa xestión a un problema técnico-monetario e optando por un concepto de eficiencia no que prima a capacidade de obter un maior valor monetario por cada unidade de auga empregada (Aguilera, 1995: 359-360). A aceptación e utilización deste concepto de política da auga na análise económica e histórica encubre e marxina unha gran cantidade de elementos que estiveron, e están, asociados ao dominio e uso das augas.

Na actualidade son numerosos os investigadores que defenden un cambio radical no enfoque da cuestión. Neste sentido, Federico Aguilera Klink propón: "unha reconceptualización da auga como activo social ou comunal -nun sentido amplo-, é dicir, como un



patrimonio económico, ecolóxico e social, no sentido de que pertence a sociedade, facilita un estilo de vida determinado, forma parte fundamental da riqueza dun país -anque nen sequera aparece na Contabilidade Nacional- e proporciona un conxunto de funcións ambientais que, en definitiva, permiten o mantemento da vida" (1995: 359-360).

Considero que esta mesma reconceptualización pode, e debe, empregarse na análise histórica do fenómeno da auga, atendendo a factores como a súa contribución á evolución da xeografía e dos sistemas agrarios, a súa incidencia nas relacións de traballo, a importancia que adquire como forza motriz nos primeiros procesos industriais ou o seu actual papel na produción enerxética e os novos usos na agricultura, sen esquecer os esenciais abastecementos urbanos. Pero, ao mesmo tempo, tamén se debe facer fincapé na súa importancia histórica como elemento artellador da cultura popular e como factor determinante das relacións sociais.

A desaparición das infraestructuras e as prácticas tradicionais do agro galego supón a perda de relacións sociais e culturais que xiraban arredor do uso das augas

A auga hai que entendela como bastante máis que un recurso a controlar e repartir entre unha serie de usuarios, aínda que moitas veces sexa esta a súa manifestación máis evidente e coñecida. Como xa indicamos noutra ocasión (Sánchez Regueiro e Soto Fernández, 2000), é necesario dar paso a unha historia de carácter máis popular, máis pendente do(s) individuo(s) e, neste sentido, a análise precisa da intervención de diversidade de disciplinas, desde o estudo dos aspectos xeográficos, históricos, socioeconómicos e ecolóxicos ata a atención aos factores antropolóxicos e etnográficos. Nesta liña, coído que a antropoloxía e a etnografía, como instrumentos de análise histórica, tamén son ferramentas indispensables para investigar e entender o complexo mundo vinculado á auga, permitindo achegarnos un pouco máis ao coñecemento dese patrimonio económico, ecolóxico e social que define Aguilera Klink. O presente artigo pretende incidir nesta liña de traballo, prestando especial atención á evolución nos usos da auga mais tamén aos factores culturais e sociais que xiran ao seu arredor.

1.2. A TRANSMISIÓN DO COÑECEMENTO A TRAVÉS DO SIMBOLISMO E OS RITUAIS

Tendo en conta a evolución histórica da Galiza nas últimas centurias e o esencial papel do rural na mesma, debemos situar ao campesiñado no centro desta análise de conxunto. Durante moito tempo é o propio campesiñado o principal artífice da realidade do agro galego -lembramos que a intervención institucional efectiva no rural é un feito relativamente recente-, pero tamén, o que máis nos importa aquí, é a figura que vai crear e propiciar todo un mundo simbólico e de relacións sociais arredor da auga. Non é para menos: a auga é esencial para o desenvolvemento da vida, é o sangue da terra, en coñecida metáfora do noso campesiñado. Así, Xosé Chao Rego, en referencia ao comezo do relato bíblico, sinala: "No principio era a auga. Xa se ve. Pero logo, a auga tamén segue sendo. Dúas terceiras partes do peso dos humanos están compostas dela. Velái a raíz e mailo fondo da súa capacidade simbólica" (1995: 18).

Como afirma Bouza Brey, no noroeste peninsular o culto e os mitos relacionados coa auga tiveron un relevo proporcionado á importancia deste elemento na vida (1942: 35). Un dos aspectos máis destacables deste feito é a imaxe que se ten da auga como un ser animado, capaz de gardar a vida e de outorgala, dando lugar a unha clara humanización dos ríos, as fontes e as lagoas, case sempre dotados de forza e de vitalidade, aos que incluso é posible falar e solicitarlles favores. Existe unha crenza universal acerca da virtude purificadora da auga, efectiva contra influencias malignas; pero tamén se teme o seu poder danino e vingativo. Eran habituais, por exemplo, os ritos expiatorios e incluso os sacrificios de animais que tiñan lugar en moitos dos nosos ríos (Limia, Támega, Miño, etc.). As ofrendas facíanse a cotío en lugares de difícil paso ou cando se construía unha ponte, xa que se consideraba unha afrenta ao río (Fraguas, 1996: 28 e ss.). De feito, era normal afirmar que cando alguén afofoga, o río non facía máis que cobrar o seu trabuco.



Esta personificación das augas deu lugar na mente popular galega a invocacións, ritos e evocacións literarias recollidas no folclore. Como se ten indicado en diversas ocasións, apenas hai corrente de auga que non conte con seres miríficos e maravillosos no seu seo: os encantos, os xigantes, as feiticeiras, os xacios, os homes-peixe, as lavandeiras ou as donas. Segundo Bouza Brey, era tal a variedade de deuses menores do noso panteón acuático que cando o cristianismo os quixo purgar da mente popular viuse na obriga de substituílos por multitude de santos e santas que cumplisen as mesmas funcións (1942: 93). De feito, era común que en cada localidade existise algunha imaxe santa relacionada coa auga, ben fose en virtude dun acontecemento especial ou para a regulación da chuvia. Aínda hoxe, estas imaxes reciben o apelativo das augas.

Para moitos, estes santos e santas hidróforos, que na maior parte dos casos son considerados como portadores de auga, acadan esta condición polas particulares circunstancias que se lles supoñen nas súas lendas haxiográficas. Unha vez recoñecidas as súas cualidades pola comunidade rural é factible establecer un nexos de unión entre a súa data de celebración e as condicións climáticas de cada época do ano. Existen numerosos ditos que relacionan o santoral co ciclo agrícola e os fenómenos atmosféricos: a chuvia no San Xoán tolle o viño e non dá pan; a chuvia no día da Ascensión cría nos trigos mourón; etc. (Fraguas, 1996: 39). Porén, a respecto deste tipo de santos e as súas virtudes, é significativa a seguinte cita de Bouza Brey: "Parécenos, non obstante, que, por encima de todo, determina a calidade de hidróforo dun benaventurado a súa colocación no calendario durante as épocas nas que a chuvia se fai indispensable!" (1942: 102).

Este tipo de coplas e ditos, tan abundantes na cultura popular do rural galego, son unha clara mostra de transmisión do coñecemento adquirido e acumulado durante xeracións. Transmisión que se realizaba de xeito oral polas imposicións do medio social -analfabetismo xeralizado e escasa presenza da cultura escrita- e cunha forma compositiva que facilitaba a súa memorización. A utilización do santoral, máis aló da influencia que o cristianismo e as vidas santas poidesen ter no campesiñado e na súa espiritualidade, permitía a ubicación fixa de determinadas datas no calendario e, o que é máis importante, no ciclo agrícola. Así, por exemplo, era habitual que as tarefas vinculadas coa rega dos cultivos tivesen unhas datas determinadas marcadas polo santoral, ben fose para a limpeza e reparación das canles da auga ou para o comezo e remate do tempo de regas.

Como todo culto, o das augas levaba asociado unha serie de ritualidades, entre elas os ritos pluviais para as demandas de chuvia. Pero tamén eran abundantes os ritos opostos, adicados ao conxuro de fenómenos atmosféricos perxudiciais para o campo: o exceso de chuvia, as tormentas ou os neboeiros. Deste xeito, xa se evidencia nun plano máis simbólico e ritual a gran dualidade da auga na Galiza: o exceso nos períodos de máximas precipitacións e a súa limitación nos meses de estiaxe.

Cómpre salientar, asimesmo, a división que o campesiñado dos Ancares establecía á hora de regar: durante febreiro e marzo non se botan as augas aos campos porque están preñadas (con diferentes versións sobre este feito) e nestes meses só se empregan as fontes das propias fincas, pero non a auga dos ríos e regueiros. Con posterioridade, a partir do mes de abril, pasan a utilizar as augas que proveñen do monte, que ademais considéranse purificadoras e fecundas para a terra (Rodríguez Campos, 1991). Estas crenzas probablemente constitúen a expresión ritual dun coñecemento obtido co paso do tempo e que evidencia as necesidades de rega que a terra e os cultivos precisan segundo a estación do ano e as condicións metereolóxicas. A súa transmisión oral probablemente fose máis doada inserida nun relato metafórico; algo semellante ao que viamos que acontecía cos ditos populares.

As coplas e ditos relacionados coas augas e os seus usos son unha clara mostra de transmisión do coñecemento adquirido e acumulado durante xeracións



1.3. O ACCESO Á AUGA NAS COMUNIDADES TRADICIONAIS

Tendo en conta que a auga é un elemento esencial para a creación e sostemento da vida, enténdese que o acceso continuado e doado a ela supoñía unha das principais preocupacións das comunidades, que establecían os seus asentamentos próximos a ríos e fontes. De feito, o transporte de auga, tanto para consumo humano como animal, era unha tarefa diaria, case sempre en mans das mulleres, e que implicaba un forte grao de interacción social. Os pozos -ata fai pouco bastante escasos- e as fontes podían ser de propiedade individual ou, o que era predominante, de carácter comunal. Polo tanto, a súa construción e mantemento dependía do conxunto dos usuarios. Só desde finais do século XIX as institucións oficiais pasaron a asumir como propias estas obras, aínda que, como noutros moitos casos, as construcións para o fornecemento de auga respondían case sempre a obxectivos clientelistas e interesados. Polo tanto, en moitas ocasións tiña que continuar a ser a comunidade rural a que asumise como propio este traballo, igual que aconteceu coas traídas de auga para as casas. Ata datas moi recentes as institucións locais e supramunicipais non comezaron a levar a cabo estas infraestruturas, case sempre a remolque da iniciativa comunitaria privada. A nacente administración contemporánea só tivo un papel máis destacado nos abastecementos urbanos, tanto no que atinxe á construción de fontes como á instalación de modernas redes de distribución desde comezos do século XX.

O transporte de auga, tanto para consumo humano como animal, era tarefa diaria, case sempre en mans das mulleres, e que implicaba un forte grao de interacción social

O asentamento das poboacións na proximidade dos recursos fluviais provocou que as augas se convertesen tamén nun elemento condicionador en canto á ordenación do territorio. Os límites da maioría das parroquias fixéronse en función dos cursos fluviais, o que converteu os ríos en punto de encontro e relacións, pero tamén en lugar de conflito polo aproveitamento das súas augas. Neste sentido, é de destacar o alto grao de humanización que desde sempre coñeceron os cursos fluviais do país (Díaz-Fierros et al., 1993: 35).

Máis aló da súa necesidade para a subsistencia física, a auga converteuse co paso do tempo nun elemento fundamental na evolución do sistema agrario galego. A pesar de contar o país cun clima de claro predominio oceánico e, en consecuencia, non ser a auga un recurso escaso, o proceso de intensificación que tivo lugar na agricultura galega entre os séculos XVIII e XX deu lugar a que a súa demanda se fose incrementando co paso do tempo. Demanda que, tendo en conta que a abundancia de auga non é uniforme nin xeográfica nin, sobre todo, estacionalmente, converteu este recurso nun factor limitante da produción en determinadas rexións e para determinados cultivos, en combinación sempre coas características edáficas dos solos. Os complexos e ben regulados sistemas de rega creados, xestionados e sostidos polas comunidades campesiñas e en funcionamento ata fai pouco tempo, son un bo exemplo deste incremento da demanda e das medidas para ordenala. En concreto, o uso da rega tiña como principais obxectivos as superficies pratenses e o cultivo de millo, producións que en, diferente grao, medraron considerablemente no período sinalado. Aínda que sobarda os obxectivos deste artigo, sinalar que se pode falar con toda propiedade da existencia dun ciclo da auga que vai parello e condiciona o propio ciclo agrario, sobre todo na Galiza suroccidental.

Por outra banda, a abundancia de auga na época de maiores precipitacións tamén é un problema a resolver. Os solos ven-se sometidos a un intenso proceso de lavado, o que lles fai perder parte dos seus nutrientes, e aparecen terreos cun permanente exceso de auga que presentan considerables dificultades para a súa posta en cultivo; para evitar isto artelláronse diversidade de sistemas de drenaxe e mellora dos solos.

Este tipo de actuacións, tanto a rega como a drenaxe dos terreos, podía abordarse de xeito individual ou, o que era moito máis frecuente, de forma colectiva (tamén era habi-



tual que houberse unha combinación de ambas, completando os aportes de auga do sistema comunitario coas minas ou pozos de carácter individual). Así, era a propia comunidade campesiña a que construía e mantiña as infraestruturas precisas e a que regulaba -de xeito oral ou na escrita- o acceso ao recurso. O arranxo anual destas infraestruturas e o reparto das augas de rega, normalmente tamén anual, eran cuestións que atinxían á comunidade de propietarios ou usuarios. O habitual era que se celebrasen reunións en espazos públicos para acordar o arranxo dos regos para a auga -os comúns, xa que os de cada finca debían ser amañados polo seu propietario-, establecer o inicio e fin das regas, repartir as augas, resolver conflitos, etc.

Este tipo de institucións tiñan un alto sentido comunal xa que estaban representados todos o veciños -por medio do cabeza de familia- afectados polo tema a tratar: usuarios das vías de comunicación, propietarios de dereitos de augas, etc. Constituían, en consecuencia, un marco de forte contacto e relación social, onde existían unha serie de normas de actuación e onde os acordos debían ser aceptados e cumpridos por todos, so pena de sufrir algún tipo de sanción ou quedar á marxe da comunidade. En consecuencia, arredor do control e uso das augas xeneráronse unha chea de institucións, emanadas do seo da propia comunidade campesiña -aínda que no século XX se intentaron asimilar ás institucionais comunidades de regantes-, nas que se evidenciaba o distinto grao de acceso que cada quen tiña ao recurso -por suposto, non era igualitario, existindo enormes diferencias en canto ao tempo ou cantidade de auga dispoñible- e os conflitos orixinados, ben fose polo incumplimento das normas reguladoras, polo desacordo no reparto ou polo uso de augas non reguladas. Neste sentido, debemos sinalar que os conflitos de augas constituiron durante séculos un dos principais focos de enfrontamento social no rural galego, ben fose entre distintas comunidades veciñais ou no seo de cada unha. Estes conflitos podían ser resoltos en atención ás normas ou regulamentos dos que se dotaban os propios usuarios ou, o que era moi frecuente, ser levados á administración de xustiza, o que deu lugar aos coñecidos e abundantes pleitos de augas. Aínda que lonxe das posibilidades e obxectivos deste artigo, non debemos olvidar a maior ou menor incidencia que puido ter a creación, e as posteriores modificacións, polo estado español contemporáneo de todo un corpo legislativo acerca do dominio e uso das augas. Ao ser unha cuestión aínda por investigar, non podemos establecer conclusións ao respecto.

1.4. UN MUNDO EN DESAPARICIÓN QUE COMPRE RECONCEPTUALIZAR

Como acabamos de analizar, o acceso e uso das augas en Galiza deu lugar a toda unha serie de fenómenos culturais e de relacións sociais no seo da comunidade campesiña que, atendendo á reconceptualización de Aguilera Klink proposta ao comezo do artigo, debemos considerar como parte do noso patrimonio social, ecolóxico e económico. Social en atención ás relacións xa sinaladas; ecolóxico por canto constitúe un xeito de relacionarse os humanos co medio, que está a mudar ao mesmo ritmo que se transforman ou desaparecen esas relacións sociais e culturais; e económico porque o sistema agrario no que se asentaban xa non existe na maior parte do país. En efecto, os usos da auga na Galiza mudaron en boa medida nos últimos decenios. A agricultura segue a consumir boa parte do recurso, pero nun sistema agrario distinto no que as producións orgánicas perderon o seu peso e, en consecuencia, a auga ten un papel distinto. As antigas infraestruturas de rega e drenaxe desapareceron ou subsisten cun carácter marxinal; ficaron no olvido -no mellor dos casos, nos arquivos- as normas que regulaban o acceso e uso das augas; o imaginario colectivo apenas retén, máis aló da literatura, o ricaz mundo simbólico e de coñecementos creado durante séculos polas comunidades campesiñas e os ecosistemas asociados desapareceron ao mesmo tempo que mudaba o sistema agrario. Incluso, en moitos casos, teñen desaparecido os propios espazos físicos dos que estivemos a falar, ben fose polas transformacións agrarias e urbanas máis recentes ou pola aparición e expansión de novidosos aproveitamentos das augas. Neste sentido, destacan sobre todo os gran-

O plano simbólico e ritual xa evidencia a gran dualidade da auga na Galiza: o exceso nuns períodos e a estiaxe noutros



des encoros construídos no século XX para a produción de enerxía eléctrica e para abastecemento de auga potable aos núcleos urbanos, actuacións que afectaron nun primeiro momento aos grandes ríos pero que nos últimos anos se están a estender ao resto dos cursos fluviais. Mención especial merece a incidencia da contaminación industrial e urbana nos nosos ríos e regatos, cuestión que xa se aborda noutros artigos deste caderno.

Debido ás limitacións de espazo e, en maior medida, ás capacidades de quen esto escribe, este artigo só pretendeu ser unha aproximación ou introducción a unha cuestión tan complexa e rica como é a das augas en Galiza. Cuestión que, ao meu entender, precisa dun maior número de traballos de investigación e dunha maior proxección bibliográfica, adoptando un enfoque interdisciplinar e histórico que, lonxe de visións nostálgicas e folcloristas, nos permita calibrar a importancia do recurso e comprender non só a evolución dos seus aproveitamentos senón tamén o rico entramado social, simbólico e ecolóxico que sempre xirou, e xira, arredor do sangue da terra.

REFERENCIAS

- Aguilera Klink, Federico (1995): "El agua como activo social", en José A. González Alcantud e Antonio Malpica Cuello (coords.), El agua. Mitos, ritos y realidades, Barcelona/Granada, Anthropos/Diputación Provincial de Granada.
- Bouhier, Abel (1979): La Galicie, essai géographique d'analyse et d'interprétation d'un vieux complexe agrarie, La Roche-Sur-Yon, 2 vols.
- Bouza Brey, Fermín (1942): "La mitología del agua en el noroeste hispánico", en Boletín de la Real Academia Gallega, nº 265-268.
- Idem. (1982): Etnografía y folklore de Galicia, 1, Vigo, Edicións Xerais.
- Chao Rego, Xosé (1995): O libro da auga, Sada-A Coruña, Edicións do Castro.
- Ciriacy-Wantrup, S. V. (1992): "Economía del agua: relaciones con el derecho y la política", en F. Aguilera Klink, Economía del agua, Madrid, MAPA.
- Díaz Fierros, Francisco et al. (1993): As concas fluviais de Galicia, Santiago.
- Fraguas Fraguas, Antonio (1996): "A mitoloxía da auga", en VV.AA., As augas de Galicia, Consello da Cultura Galega.
- González Pérez, Clodio (1997): "As fontes sagradas e as augas santas. Achegamento á auga como axente de saúde", en Medicina popular e antropoloxía da saúde, Actas do Simposio Internacional en homenaxe rendida a D. Antonio Fraguas, Consello da Cultura Galega.
- Risco, Vicente (1979): "Etnografía: cultura espiritual", en R. Otero Pedrayo (dir.), Historia de Galiza, vol. I, Madrid, Akal.
- Idem. (1993): Unha parroquia galega nos anos 1920-1925, Santiago, Museo do Pobo Galego (versión en galego do artigo publicado en Revista de Dialectoloxía y Tradiciones Populares, tomo XV, caderno 4º, 1959).
- Rodríguez Campos, Joaquín (1990): "La crisis de un sistema de vida tradicional", en VV.AA., Antropoloxía y etnografía de las proximidades de la Sierra de Ancares, vol. I, Lugo, Deputación de Lugo.
- Sánchez Regueiro, Afonso (1998): "Dominio, uso y conflictos de aguas en la agricultura gallega contemporánea", El agua a debate desde la universidad. Hacia una nueva cultura del agua. Congreso Ibérico sobre Gestión y Planificación de Aguas, Zaragoza, Actas do Congreso, publicación en cd-rom.
- Idem. (2001): "O sangue da terra. A auga como elemento artellador da cultura e das relacións sociais no agro galego", en Xesús Balboa e Herminia Pernas (eds.), Entre nós. Estudos de arte, xeografía e historia en homenaxe ó profesor Xosé Manuel Pose Antelo, Santiago de Compostela, USC.
- Sánchez Regueiro, Afonso e Fernández Prieto, Lourenzo (1999): "Uso de las aguas en el sistema agrario gallego (siglos XIX y XX)", en Ramón Garrabou e José Manuel Naredo (eds.), El agua en los sistemas agrarios. Una perspectiva histórica, Madrid, Argentario/Visor.
- Sánchez Regueiro, Afonso e Soto Fernández, David (1999): "Agricultura ou agriculturas na Galiza. Entre a historia local e os procesos comúns", Maia, História Regional e Local, Actas do Congreso, vol. II, Cámara Municipal da Maia (Portugal).
- Idem. (2000): "O patrimonio das augas. Un achegamento etnográfico á Galiza rural dos séculos XIX e XX", en Cultura Popular, Actas do Congreso, Cámara Municipal da Maia (Portugal).

Os fenómenos culturais e de relacións sociais arredor do acceso e uso das augas debemos consideralo como parte do noso patrimonio social, ecolóxico e económico



2. AUGA E ECOSISTEMAS ACUÁTICOS: CALIDADE E BIODIVERSIDADE

Fernando Cobo e Marcos González

2.1. INTRODUCCIÓN

Afortunadamente, pero despois de moitos anos de insistencia e tesón nas advertencias da comunidade científica e de moitas agrupacións ecoloxistas, ven sendo xa do dominio público que a oferta de auga doce en termos absolutos, é limitada. Esta limitación ven determinada, en primeiro lugar, pola natureza do ciclo da auga a nivel planetario. A Terra comparouse cun gran alambique no que os océanos funcionan como a caldeira e os continentes como o condensador. Deste xeito, o 70% do globo está cuberto por auga. Os mares e os océanos acaparan o 97,5% de toda a auga, e así, só o 2,5% da auga do planeta é doce. E dela, o 0,3% está dispoñíbel en ríos e lagos, o 30% é auga subterránea, e o resto está en forma de xeo nos polos e nos glaciares de zonas montañosas. Isto quere dicir que nos lagos e lagoas e polos ríos do planeta circula sómente 0,007% da auga total, dito de outro xeito, isto equivale á relación entre o contido dun dedal e unha bañeira chea.

A auga é o produto máis consumido do mundo, pero a auga non é só un recurso, se non que se trata do compoñente básico da biosfera. Un río ou un lago non son simples masas de auga ou canais por onde discorre un fluído que se pode utilizar ao antollo da demanda sen ter en conta que son ecosistemas de incalculábel valor por sí mesmos, formados por multitude de organismos froito dunha longa evolución. A auga é tan só o medio onde se desenvolve cadansúa biocenose dos diferentes ecosistemas acuáticos continentais. Confundir os ríos ou lagos coa auga que conteñen é como valorar a creación literaria en función da calidade do papel sobre o que se imprime a obra.

Se consideramos que polos nosos ríos discorre unha parte infinitesimal de toda a auga da Terra podemos ter unha idea aproximada da súa singularidade en termos de rareza a nivel global e por conseguinte do valor de conservación que, sen necesidade de valorar outros aspectos, teñen os nosos cursos de auga e a biota que os caracteriza.

2.2. BIODIVERSIDADE NOS ECOSISTEMAS DE AUGA DOCE

A composición e abundancia das comunidades de organismos son o resultado da interconexión dun grande número de factores bióticos e abióticos que interveñen nos procesos ecolóxicos. Nos ecosistemas acuáticos os factores abióticos intégranse orixinando distintas respostas por parte da comunidade biótica e esta, á súa vez, pode influir nas propias características físicoquímicas da auga. Se ademais contextualizamos estas relacións nun marco histórico, en termos xeolóxicos, semellante ao



que aconteceu na formación da Península Ibérica e especialmente no seu cuadrante noroccidental, vemos que Galiza se encontra nunha posición privilexiada de extraordinario interese bioxeográfico.

As augas doces albergan unha maior diversidade de fauna que os medios mariños, non en canto á representación de grandes grupos, pero si en canto a número de especies, sobre todo se temos en conta o escaso volume de augas epicontinentais en relación coas augas mariñas. A diversidade da fauna das augas doces é comparable á da superficie dos continentes. Isto é debido non só á maior diversidade de biotopos (en comparación co medio mariño) tanto dende o punto de vista fisiográfico como físico ou químico, senón tamén ao feito da estreita relación existente entre os biotopos de augas continentais e o medio terrestre: especies anfibas, especies que pasan unha parte do seu ciclo vital no medio acuático e outra no medio terrestre, intrusión (nun senso evolutivo) de fauna terrestre no medio acuático... As divisorias entre concas representan a miúdo barreiras infranqueábeis para algunhas especies con limitada capacidade de dispersión, nembargante a maioría delas están distribuídas en varias

A biodiversidade dos ecosistemas de auga doce está moito máis ameazada que a dos ecosistemas terrestres.

Máis do 20 por cento dos peixes de auga doce do mundo extingúronse ou están seriamente ameazados de extinción



Fig. 1



Fig. 2



Fig. 3

Figuras 1, 2 e 3. Numerosas especies de invertebrados das augas continentais galegas son endémicas ou representan as últimas poboacións europeas con un aceptábel estado de conservación

Fig. 1.- Macho emerxente de Díptero Quironómido

Fig. 2.- Efemeroptero recién eclosionado

Fig. 3.- *Margaritifera margaritifera* especie con un grande valor de conservación

concas hidrográficas e esta distribución é consecuencia da modificación da rede fluvial ao longo do tempo por acontecementos climáticos, xeodinámicos, etc.

A biodiversidade dos ecosistemas de auga doce está moito máis ameazada que a dos ecosistemas terrestres. Nas últimas décadas tense constatado, por exemplo, que máis do 20 por cento dos peixes de auga doce do mundo extingúronse ou están seriamente ameazados de extinción. A alteración física, a perda e degradación dos hábitats, a sobreexplotación, a contaminación e a introducción de especies non nativas, son todos eles factores que contribúen á diminución da biodiversidade das augas continentais.

A ampla diversidade de hábitats acuáticos, caracterizados por comunidades singulares, posibilita a existencia dun grande número de organismos de indubidábel interese. Numerosas especies de vertebrados vinculadas ás augas continentais galegas están en clara regresión e gozan actualmente de protección legal. Con todo, o descoñecemento existente sobre a sistemática e a bioloxía de moitos grupos faunísticos de invertebrados e a representación case anecdótica destes organismos na lexislación de protección internacional, subministran unha visión moi parcial da diversidade biolóxica no ámbito da nosa Comunidade.

A pesar do intenso labor investigador que se ven realizando en Galiza no ámbito da Hidrobioloxía, soamente temos inventariadas unhas 1250 especies de invertebrados que se reparten do seguinte xeito: 15 de Poríferos, Cnidarios e Platelmintos; 100 de Asquelmintos (Nematodos, Nematormorfos, Rotíferos, etc.); 112 de Anélidos (Oligoquetos e Hirudíneos); 22 de Moluscos (Gasterópodos e Bivalvos); perto de 1000 de Artrópodos -na súa maior parte (980 especies) de Insectos, o grupo, con moita diferenza, máis diversificado-. Sen perigo de sermos esaxerados, podemos afirmar que estas cifras supoñen aproximadamente tan só o 30% do poboamento total dos nosos cursos fluviais.

Un dos problemas máis graves co que nos enfrontamos é a valoración obxectiva do estado das poboacións galegas de moitos invertebrados e a súa clasificación atendendo aos criterios de conservación e definicións dadas polos organismos internacionais. Efectivamente, aínda que para a maioría dos invertebrados é actualmente imposible precisar parámetros chave, como tamaños e tendencias poboacionais, área de distribución, potenciais reproductivos, etc, a información dispoñíbel indícanos que en Galicia existe non só unha grande biodiversidade, se non tamén unha grande porcentaxe de endemismos, o que outorga á nosa fauna doceacuícola un valor excepcional. A título orientativo abonde sinalar que nos ríos galegos viven perto de 400 especies endémicas de invertebrados e que tan só nos últimos 30 anos describíronse, das augas galegas, ao redor de 80 especies novas para a Ciencia, pertencentes a diferentes grupos de invertebrados acuáticos (fundamentalmente Insectos e Oligoquetos). Paradóxicamente, e polas razóns anteriormente comentadas, mentres que 38 especies de vertebrados (4 mamíferos, 3 aves, 13 anfibios, 4 réptiles e uns 14 peixes) ligados aos medios fluviais galegos se consideran ameazados e son merecedoras de protección legal (Directiva Hábitats, Lista vermella UICN, Anexos Berna, etc.), unicamente 6 invertebrados (3 insectos, 1 molusco, 1 crustáceo e 1 hirudíneo) gozan de semellante consideración.

A vexetación reflicte as mesmas características especiais. Entre os hidrófitos (vexetais mergullados ou aboiantes), Galicia conta con unha representación tamén moi diversa e con especies exclusivas como *Isoetes longissimum*. As ribeiras propiamente ditas, con especies adaptadas a inmersións parciais ou temporais, posúen especies endémicas do noroeste peninsular, algunhas de grande vulnerabilidade como *Narcissus cyclamineus* ou *Saxifraga lepismigena*, propia de penas zumeganas ao carón dos leitos fluviais.

2.3. O ESTADO DE SAUDE DOS ECOSISTEMAS FLUVIAIS GALEGOS

Pódese supoñer que hai moita xente que non poñería moitos atrancos a hora de aceptaren que os ecosistemas de auga doce están a ser contaminados e destruídos no mundo enteiro, pero acostuma afirmarse coa mesma rotundidade que en Galiza a situación é moi diferente e que os nosos cursos de auga gozan de moi boa saúde. A realidade está nas antípodas desta visión idílica que reflicte un claro descoñecemento da singularidade biolóxica e xeomorfolóxica dos nosos ríos e os que sosteñen tal afirmación fannos por comparación con outros ríos ibéricos nos que as carac-

A grande biodiversidade outorga á nosa fauna doceacuícola un valor excepcional.

Nos ríos galegos viven perto de 400 especies endémicas de invertebrados.

Das augas galegas describíronse unhas 80 especies novas para a Ciencia nos últimos 30 anos



terísticas naturais son radicalmente diferentes dos nosos, aínda nun estado ideal de conservación.

Precisamente a complexidade, representada pola heteroxeneidade espacial e a diversidade biolóxica dos nosos ecosistemas fluviais, é o que asegura a súa estabilidade, de xeito que a medida que se reducen as interaccións, por empobrecemento en especies ou pola alteración das características mesolóxicas, o sistema simplifícase, faise progresivamente máis inestábel e fica a mercé de posteriores perturbacións, que serían amortiguadas en condicións normais, pero que nesa situación de perda de integridade ecolóxica, vencen a capacidade de homeostase do ecosistema orixinando alteracións en moitos casos irreversíbeis.

É esencial polo tanto manter esta complexidade estrutural dentro duns límites aceptábeis, cunha calidade ambiental mínima esixible, que asegure a capacidade de asimilación do ecosistema. Para interpretar correctamente a situación hai que ter en conta que, *grosso modo*, as especies non establecen relacións lineais coas características do ambiente, se non que son unimodais, é dicir, a especie é máis abundante en condicións ambientais óptimas e menos frecuente con valores limitantes ou críticos do factor, de forma que se pode producir a desaparición completa e repentina, aínda que non sexa aparente a redución dos seus efectivos.

***Acostuma afirmarse
que os nosos cursos de
auga gozan de moi boa
saúde.***

***A realidade está nas
antípodas desta visión
idílica que reflicte un
claro descoñecemento
da singularidade bioló-
xica e xeomorfolóxica
dos nosos ríos.***

Nas últimas décadas desenvolvéronse ferramentas de análise que subministran a base para a interpretación do funcionamento dos ecosistemas acuáticos e da estruturación das súas comunidades. En Galicia temos xa un bo número de estudos nos que a resposta da fauna aos diferentes graos de alteración dos ecosistemas se avaliou contemplando múltiples aspectos dende os parámetros ecolóxicos básicos como a diversidade e composición faunística, as dominancias e fluctuacións da biomasa, ate aproximacións máis complexas como a análise do subministro potencial de enerxía e da calidade da dieta para diferentes niveis tróficos, índices bióticos de contaminación, análise de resposta morfolóxica, diferentes indicadores ecotoxicolóxicos, etc. Todos eles subministran, illada ou conxuntamente, información sobre o grao de alteración ou sobre a complexidade ou simplicidade que presenta o sistema, e que son o reflexo da dinámica espacial e temporal das súas condicións ambientais.

2.4. ALTERACIÓNS FÍSICAS DO HÁBITAT

A alteración física do hábitat en forma de eliminación de medios acuáticos estacionais, destrución das brañas e mananciais, dragados, canalizacións, aproveitamentos hidroeléctricos ou pola construción de aberrantes paseos ou praias fluviais é xa tan frecuente nos nosos ríos que pode ser considerada a principal causa de alteración das nosas comunidades bióticas doceacuícolas. Neste sentido pódese afirmar que a práctica totalidade das conchas fluviais galegas se atopan máis ou menos fragmentadas, co agravante de que cando tratan de se aplicar solucións, abondo improvisadas por inexpertos profesionais alonxados dos fundamentos biolóxicos, pódense producir aínda máis graves consecuencias que as ocasionadas polo dano orixinal. En xeral estas actuacións son economicamente rendíbeis, socialmente demandadas, politicamente proveitosas pero ambientalmente nocivas, isto é así por moito que a algúns lles custe admitilo, xa que tense demostrado repetidamente na bibliografía científica que levan sempre emparellada a modificación da comunidade de organismos existente, que é substituída por outra que pouco ou nada ten que ver coa orixinal.

Nun amplo estudo que desenvolvemos no seu día para detectar e cuantificar as alteracións que as explotacións minihidráulicas producen nos ríos de Galicia, comprobamos como nos tres modelos estudados a situación é diferente e depende da magnitude da detración de caudal. Pero non só as modificacións nas condicións físico-





Figuras 4 e 5. A destrución do hábitat por condicionamentos económicos ou populistas estase a converter na principal causa de deterioro medioambiental dos nosos ríos

Fig. 4 (esquerda). Parque de Bertamiráns

Fig. 5 (dereita). Encoro de Caldas de Reis

químicas son as responsábeis das perturbacións no ecosistema, senón que estas son tamén consecuencia das alteracións parciais previas, de xeito que as estacións situadas augas abaixo reflicten, ademais das súas propias características, as condicións do ecosistema augas arriba. Isto orixina que se produzan alteracións esenciais na circulación da enerxía trófica ao longo do eixo lonxitudinal do río, o que provoca unha resposta na distribución dos grupos funcionais da comunidade. En calquera caso, e polo xeral, asistimos a un empobrecemento faunístico, acompañado da desaparición e substitución dunhas especies por outras, cambios na diversidade e dominancia específicas, variacións nos ciclos vitais, etc. Por pór só un exemplo, no sistema Mandeo-Zarzo dende o punto de vista cualitativo, tivo unha especial significación a desaparición, no tramo cortocircuitado, de *Margaritifera margaritifera*, pois trátase dunha especie en perigo de extinción, que ten as últimas poboacións estábeis e reprodutoras en algúns ríos da nosa Comunidade.

2.5. CONTAMINACIÓN ORGÁNICA: O DEFICIT DE OXÍXENO

Os casos máis frecuentes e xeneralizados de contaminación, e que afectan permanente ou temporalmente ao 90 % da rede hidrográfica galega, débense ao enriquecemento orgánico procedente dun numeroso conxunto de actividades humanas: vertidos de orixe urbana ou industrial, especialmente de industrias lácteas, conserveiras, cárnicas..., vertidos agrarios en forma de contaminación difusa por xurros e estrumes, etc. Os seus efectos sobre o ecosistema son os mellor coñecidos e abundan xa os estudos realizados ao respecto nos ríos galegos.

Este tipo de contaminación ten como base a diminución do oxíxeno disolto provocada pola degradación da materia orgánica. O oxíxeno disolto provén, fundamentalmente, do contacto coa atmosfera e da fotosíntese das plantas acuáticas. A súa solubilidade depende da presión atmosférica, da temperatura da auga e da salinidade (a auga a 5°C e totalmente saturada de ar contén, 9 ml de O2 por litro, mentres que un litro de ar contén uns 210 ml). Esta escasa solubilidade, e polo tanto a concentración relativamente baixa de O2 disolto na auga, é o principal problema respiratorio co que deben enfrontarse os animais acuáticos. O oxíxeno difúndese moito máis a modo na auga que no ar, e a auga é moito máis densa e viscosa que o ar, o que significa que os animais acuáticos ben adaptados deberon desenvolver mecanismos moi eficaces para extraer oxíxeno da auga. Porén, mesmo os peixes máis evoluídos, con branquias e mecanismos de bombeo complexos, poden gastar ate un 20 % da súa enerxía simplemente en extraer o oxíxeno da auga. En comparación, un mamífero utiliza tan só do 1% ao 2% do seu metabolismo basal para respirar.

A alteración física do hábitat é o principal impacto sobre as nosas comunidades bióticas doceacuícolas: eliminación de medios acuáticos estacionais, destrución das brañas e mananciais, dragados, canalizacións, aproveitamentos hidroeléctricos ou aberrantes paseos e praias fluviais





Fig. 6 - As deformidades poden ser consideradas como os primeiros sinais de degradación do medio por contaminantes químicos. Neste caso unha troita do río Freixeiro (Narón) que amosa os efectos teratolóxicos dun episodio de toxicidade aguda.

Casos frecuentes e xeneralizados de contaminación orgánica afectan permanente ou temporalmente ao 90 % da rede hidrográfica galega

O balance de oxíxeno no medio está ligado ao proceso de descomposición da materia orgánica que chega ao río. A biodegradabilidade dunha substancia expresa a súa aptitude para ser descomposta polos microorganismos descompoñedores (bacterias, fungos, etc.). Estas substancias van ser descompostas segundo procesos que dependen das condicións do medio (temperatura, reaireación, etc.). En aerobiose, a transformación da materia orgánica conduce a unha mineralización máis ou menos completa con produtos finais como o anhídrido carbónico, nitratos, fosfatos, etc. Este proceso constitúe o que se chama autodepuración do río. Pero cando, por diferentes motivos, a carga orgánica é grande, existe pouca aireación e se eleva a temperatura, o oxíxeno disolto dispoñíbel non supera a demanda biolóxica e é consumido polos organismos aerobios podéndose criar unha situación de anaerobiose. Isto leva a desaparición progresiva das especies estenoxibiontes en beneficio das eurioxibiontes e, nos casos extremos, en beneficio das especies que viven en medios case anaerobios. Nesta situación, ademais, a descomposición conduce a produtos diferentes como o metano, amoníaco, sulfuro de hidróxeno, mercaptanos, etc., que acostuman producir diferentes problemas de toxicidade.

Pero a pesar de todo isto e da súa frecuencia, estes casos de deterioro ambiental son os máis facilmente emendábeis e os que mellor responden ás medidas correctoras. En outubro de 1992 un pequeno afluente do río Miño, que viña sufrindo continuos vertidos dunha empresa láctea experimentara unha perda da súa biodiversidade do 90%. Perto de 20 meses máis tarde, a simple posta en funcionamento dunha depuradora, xa permitira unha recuperación efectiva do 60%.

2.6. OS VERTIDOS DA MINERÍA

A minería é outra actividade que incide negativamente sobre as nosas augas. Son frecuentes os episodios de contaminación por vertidos orixinados pola actividade extractiva de caolín, lousa, ou minerais metálicos, lavado de áridos, etc. e moitos os cursos de auga afectados: Sil, Dubra, Ouro, Landro, Barcés, Deza, Umia, etc. Un excelente exemplo dos catastróficos efectos das drenaxes ácidas de minas sobre a biodiversidade dos nosos ríos (a explotación de lignitos de As Pontes e o caso do

río Eume merecerían un artigo aparte) proporcionánnolo os ríos Pucheiros, Lañas e Brandelos da conca do Ulla. A grande acidificación das súas augas derivada dunha explotación mineira a ceo aberto, antigamente dedicada á extracción da calcopirita, acompañada da disolución de metais pesados, provocou a destrución dos organismos responsábeis da descomposición da materia orgánica e eliminou a práctica totalidade dos invertebrados. Segundo as nosas observacións tan só chegan a sobrevivir algúns organismos acuáticos con cubricións especiais que os illan parcialmente do medio, e que son característicos de ambientes extremos con fortes oscilacións (algúns Coleópteros acuáticos, uns poucos Heterópteros e certas larvas de Dípteros.), mentres que os peixes desaparecen por completo.

2.7. OS CONTAMINANTES TÓXICOS

Os casos de contaminación tóxica son, aínda que esporádicos, máis frecuentes do que puidera parecer. As análises de respostas morfolóxicas dos organismos poñen de manifesto un tipo de contaminación susceptible de producir alteracións en doses subletais, é dicir, os animais non reciben unha dose tal que lles produza a morte pero sí a suficiente para producirilles alteracións morfolóxicas que van dende casos teratolóxicos evidentes a leves modificacións na súa simetría. Estas anormalidades poden ser consideradas como os primeiros sinais de degradación do medio por contaminantes químicos. As teratoses e a análise da estabilidade do desenvolvemento, a través da asimetría fluctuante, poden ser utilizadas, entón, como biomarcadores (*sensu lato*) de contaminación, de maneira que os individuos deformes son a parte visíbel do complexo proceso de estrés tóxico ao que está sometida a poboación. Cando se rexistran niveis elevados de perda de simetría ou de individuos deformes, interprétase que tales malformacións son indicativas do contacto con sustancias susceptibles de provocar alteracións nos mecanismos que conducen á organoxénese dos seres vivos, o que cabe atribuír, entre outras sustancias, a algúns produtos fitosanitarios ou a metais pesados.

A este respecto, dende hai uns anos, temos rexistrado nos ríos galegos un bo número de deformidades causadas pola contaminación, principalmente en insectos acuáticos, pero non só nestes invertebrados se non tamén noutros organismos como escalos, troitas ou mesmo lampreas. O caso máis soado, e do que se ocuparon polo miúdo os medios de comunicación, foi o das troitas deformes atopadas no río Freixeiro (Narón, A Coruña) que mostraban claramente o efecto teratóxeno que vimos comentando. Actualmente coñecemos moitos dos numerosos efectos adversos que determinadas sustancias contaminantes exercen sobre a nosa saúde (efectos mutaxénicos, disruptores hormonais, etc.). Así, nas últimas décadas asistimos a un vertixinoso desenvolvemento de métodos de detección e avaliación da toxicidade de diferentes contaminantes baseados no estudo dos seus efectos sobre organismos indicadores. A análise da estabilidade do desenvolvemento, a través da asimetría fluctuante, subministra información sobre danos netos ocasionados ás poboacións, fronte aos danos potenciais que revelan a maioría dos biomarcadores dispoñíbeis (bioquímicos ou moleculares) que presentan o inconveniente da súa alta variabilidade natural, que necesita ser eficientemente ponderada, tanto no tempo como inter e intrapoboacionalmente.

8. A INTRODUCCIÓN DE ESPECIES FORÁNEAS

Outra fonte de estrés ambiental ven dada polos casos de contaminación biolóxica. As especies exóticas invasoras representan unha das principais ameazas contra a biodiversidade, especialmente en ecosistemas illados. Tense estimado que o 39% das extincións coñecidas dende o ano 1600 foron causadas pola introducción de

*Especies exóticas
foron introducidas de
forma intencionada
(pesca deportiva) ou
accidental (acuario-
folía, comercio, ...*



É urxente a concienciación sobre as especies invasoras, do público en xeral e de sectores chave como o turismo, o comercio, o transporte, etc., mediante a educación ambiental, capacitación técnica e a revisión da lexislación

especies foráneas, que adoitan levar emparellado, na maior parte dos casos, un forte impacto sobre a dinámica das poboacións nativas e sobre a estrutura da comunidade onde se implantan.

As augas continentais galegas albergan actualmente unha preocupante cantidade de especies exóticas, a maioría introducidas de forma intencionada, para o seu aproveitamento na pesca deportiva; pero cada vez son máis as introduccións accidentais debidas a outras actividades como a acuariofilia ou o comercio. No contexto dos vertebrados vencellados ás augas continentais galegas, o problema das especies invasoras atinxe xa unha certa gravidade. Se nos referimos á fauna íctica alomenos 8 especies foron xa introducidas en Galicia, xa sexan especies exóticas (Carpín: *Carassius auratus*; Carpa: *Cyprinus carpio*; Troita arco da vella: *Oncorhynchus mykiss*; Black-bass: *Micropterus salmoides*) ou especies nativas traslocadas (Gobio: *Gobio gobio*; Piscardo: *Phoxinus phoxinus*; Tenca: *Tinca tinca*; Lampuxa: *Cobitis paludica*)

Esta nova ameaza, pola introducción de especies alóctonas, é un factor máis, pero se cadra decisivo, que se ven a sumar aos outros que están a incidir negativamente. Entre os Réptiles son tamén preocupantes os efectos de introducción da tartaruga de Florida (*Trachemys scripta*), especie que compite co sapoconcho europeo *Emys orbicularis*, que ademais vese afectado asemade por outras especies invasoras (black-bass, cangrexo vermello,...) sexa por depredación ou por competencia polos recursos.

A introducción dalgunhas das especies anteriormente nomeadas resultou particularmente nociva para a nosa fauna, e particularmente para diversas especies endémicas de anfibios, con grande valor de conservación.

O exemplo máis representativo dunha especie invasora de mamíferos, asociada ás augas continentais galegas, é o do visón americano (*Mustela vison*). Algúns exemplares que fuxiron das granxas peleiteiras galegas nos anos 70, inzáronse polas fragas de moitos dos nosos ríos e humedais, onde se alimentan de peixes, anfibios e pequenos roedores. En Galiza coñécense algunhas poboacións estábeis desta especie, por exemplo nas ribeiras do Tambre, as Gándaras de Budiño e no encoro de Cecebre. Este animal aliméntase de todo tipo de presas e a súa expansión pode ameazar seriamente a diversos anfibios e réptiles e outros mamíferos como o furón (*Mustela putorius*) ou o furapreseiras (*Galemys pyrenaicus*).

Dentro das especies invasoras dos invertebrados presentes nas augas doces galegas, figura o Hidrozoo *Craspedacusta sowerbyi*, unha pequena medusa duns 2 cm de diámetro de orixe descoñecida, e que adoita pasar desapercibida longos períodos de tempo, pois son características as súas desaparicións repentinas despois de espectaculares estoupidos demográficos, como o rexistrado o verán de 1994 no río Sil.

Entre os Moluscos débese salientar a presenza do Gasterópodo *Potamopyrgus antipodarum*, unha especie introducida, pero aparentemente moi común nos ríos galegos, e especialmente o bivalvo *Corbicula fluminea*, que vive no leito dos ríos asociado a substratos brandos, do que temos constancia da súa presenza no río Miño desde hai máis de 10 anos. Esta especie, orixinaria do este asiático, que se atopa actualmente en numerosos ríos e canais da Península Ibérica, compite cos bivalvos autóctonos polos recursos alimentarios e espaciais, chegando a causar problemas en instalacións enerxéticas e industriais, semellantes aos que orixina outra especie de triste sona, o mexilón cebrá.

Son ben coñecidos tamén os problemas asociados á invasión do cangrexo vermello americano (*Procambarus clarki*) un Crustáceo Decápodo moi oportunista dende o punto de vista da dieta e de rápido desenvolvemento. En Galicia chegou a atinxir notables densidades no encoro de Cecebre e nas Gándaras de Budiño. A súa posíbel expansión supón unha moi seria ameaza para todas as nosas augas continentais e agu-



diza, se pode ser, aínda máis a problemática do cangrexo de río autóctono (*Austropotamobius pallipes*), que en Galicia, con moita anguria, conserva pequenas poboacións nos ríos da conca Miño-Sil.

Diante desta grave situación, nunhas recentes xornadas sobre erradicación de especies exóticas e invasoras, celebradas en Santiago de Compostela, manifestouse entre outras cousas, a urxente necesidade de impulsar campañas de información e concienciación sobre a problemática das especies invasoras, dirixidas ao público en xeral e a sectores chave como o turismo, o comercio, o transporte, etc., instando ás autoridades pertinentes a incorporar a temática das especies exóticas invasoras nos Programas de Educación Ambiental nos distintos niveis educativos, solicitar a formación e a capacitación de persoal técnico en materia de prevención, detección e vixilancia (sector aduanas, Seprona, persoal técnico da Administración, cazadores e pescadores, etc.) e solicitar a revisión da lexislación existente sobre introduccións, detectando os puntos onde se debe reforzar e promulgando novas normas onde sexa preciso, insistindo na necesidade de aplicar o Principio de Precaución fronte a futuras introduccións intencionais, lembrando aos organismos competentes a necesidade de prohibir non só a repoboación con especies exóticas se non tamén con xenotipos diferentes aos autóctonos.

9. ENFERMIDADES INFECCIOSAS

Para rematar, debemos mencionar, aínda que sexa de pasada, e pola súa importancia social, que estamos asistindo a un incremento progresivo da prevalencia de moitas enfermidades infecciosas, tanto víricas coma bacteriolóxicas, de peixes salvaxes debidas principalmente a malas prácticas na xestión da pesca continental (descontroladas e indiscriminadas repoboacións, deficiencias sanitarias en piscifactorías...). Así, non é infrecuente, nos últimos anos, a detección de bacterias patóxenas como *Aeromonas hydrophila*, *Aeromonas salmonicida* ou *Flavobacterium psychrophilum*, por citar algúns exemplos, que poden ser responsábeis de elevadas mortalidades (superiores ao 50%) cando os peixes se atopan en condicións ambientais desfavorábeis que lles orixinen unha depresión inmunolóxica (mala calidade da auga, estrés fisiolóxico, período reprodutor, etc.).

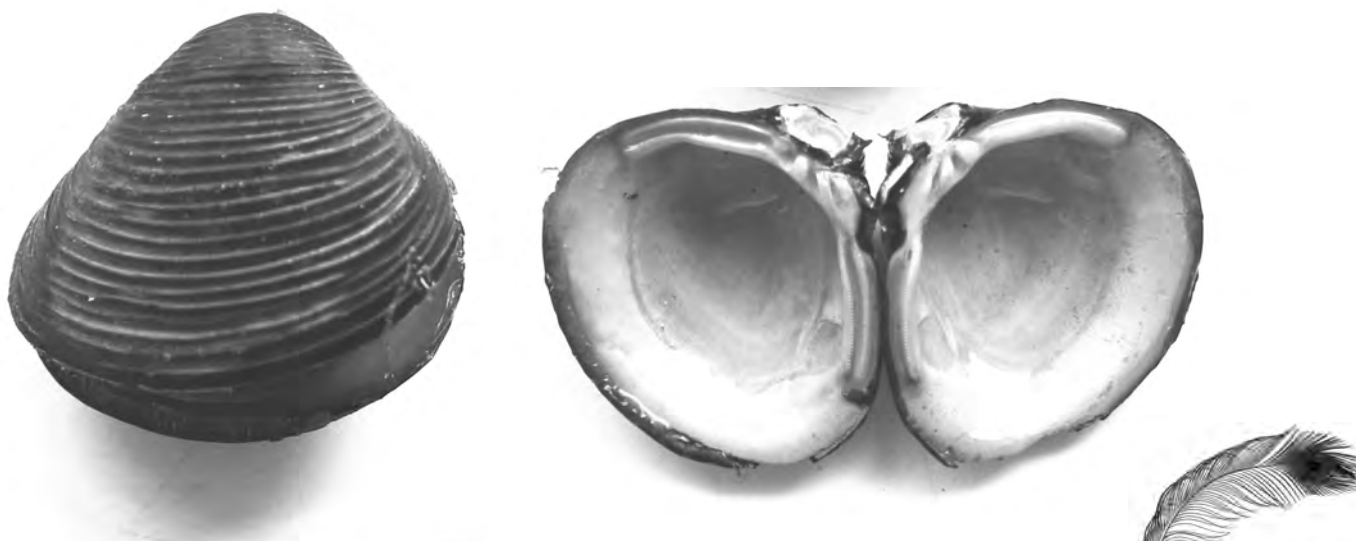


Fig 7. As especies exóticas invasoras representan unha das principais ameazas contra a biodiversidade, especialmente en ecosistemas illados. O bivalvo *Corbicula fluminea*, orixinario do continente Asiático, vive no leito dos ríos asociado a substratos brandos; estes exemplares proceden do río Miño onde se ten rexistrado a súa presenza desde hai máis de 10 anos.

10. CONCLUSIÓN

Así e todo este magoante panorama, un pequeno esforzo por parte dos axentes implicados emendaría, de maneira apreciábel, moitos dos efectos negativos que inciden sobre os nosos ríos. Existen técnicas de rehabilitación, mitigación ou remedio para restaurar e asegurar a permanencia de ecosistemas sans e compatíbeis co desenvolvemento social e económico, e deberían contemplarse en todos os proxectos que impliquen un uso importante de auga, tendo en conta, de forma sistemática, os riscos ambientais e as incertezas derivadas da utilización do recurso, especialmente no que respecta ao funcionamento dos ecosistemas sobre os que se asenta.

A situación na que nos atopamos debería ser argumento suficiente para facer entender que os ecosistemas acuáticos sans subministran unha rendibilidade para a sociedade moi superior á que se pode obter en estado degradado, especialmente a quen, con posicionamentos economicistas, non repara en comprometer a conservación do noso patrimonio natural.

3. AUGAS RESIDUAIS DA INDUSTRIA: IMPLANTACIÓN DE TECNOLOXÍAS LIMPAS NO SECTOR CONSERVEIRO DE PRODUCTOS MARIÑOS

Francisco Omil Prieto

3.1. TENDENCIAS NO USO DA AUGA NOS PROCESOS DE FABRICACIÓN

Moi frecuentemente considérase o pasado século XX como o século da química orgánica debido ao desenrolo de milleiros de diferentes compostos utilizados para a elaboración dunha infinidade de novos produtos: fibras sintéticas, plásticos, medicamentos, etc. Paralelamente, isto supuxo o vertido ao medio ambiente en forma de efluentes líquidos, sólidos ou gasosos, dun grande número destas sustancias, con un forte impacto asociado sobre o medio receptor. Este impacto está en numerosas ocasións orixinado polo papel limitado que poden xogar estas sustancias nos ciclos naturais de descomposición da materia debido ao seu carácter antropocénico e xenobiótico. Un exemplo claro constitúe a industria química e petroquímica, que ten a dubidosa honra de ser a principal fonte deste tipo de residuos, completamente diferentes ós residuos xerados polo sector agroindustrial.

Na actualidade, un dos principais puntos que ten en conta a nova lexislación da Unión Europea é a necesidade de adoptar procesos de produción con “emisión cero”, que poden desenrolarse a partires da minimización da descarga dos contaminantes xerados polas actividades industriais. Para alcanzar ese obxectivo, a primeira prioridade sería a redución da emisión de contaminantes en cada etapa do proceso de fabricación, namentras que a segunda centraríase na reciclaxe e o tratamento máis eficaz dos produtos residuais.

Os procesos de fabricación máis antigos (figura 1a) estaban baseados nun consumo considerábel de auga limpa, o que implica un caudal moi grande do efluente a tratar. Ademáis, debido á complexidade da composición destas augas, a planta de depuración será necesariamente grande e complexa.

Ao contrario, os novos procesos de fabricación teñen como un dos seus principais obxectivos a minimización das necesidades de auga de proceso, polo que se basean na adopción *on site* de plantas de tratamento específicas para tratar as correntes xeradas por un proceso determinado. Este concepto implica unidades de tratamento máis pequenas e específicas, que poden producir auga reutilizábel en cada proceso. Só a fracción residual xerada por estas unidades trataríase nunha planta xeral de tratamento de augas (figura 1b).

Por outra banda, é tamen unha prioridade a optimización da selección e operación dos procesos de tratamento de augas residuais co obxectivo de combinar tanto a desexada alta calidade do efluente final como a minimización do consumo enerxético.



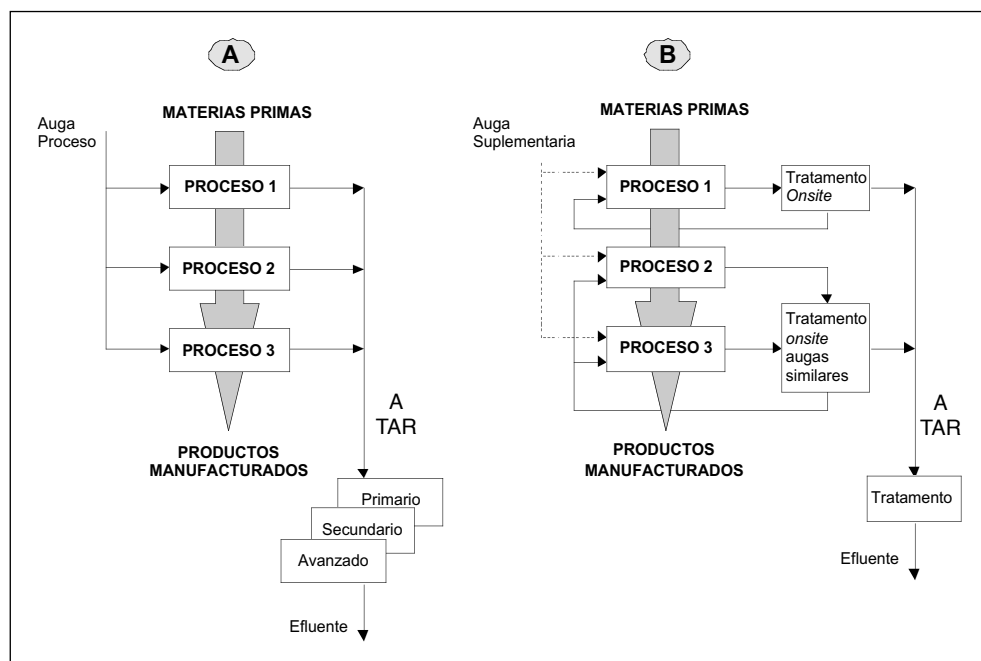


Figura 1. Diferentes estratexias de xestión da auga e augas residuais nun proceso (TAR: Tratamento de Augas Residuais)

A industria química e petroquímica ten a dubidosa honra de ser a principal fonte de contaminantes sintéticos, completamente diferentes aos residuos xerados polo sector agroindustrial

co. A tendencia anteriormente comentada de redución do volume das augas residuais xeradas por un proceso de fabricación supón moi frecuentemente a presenza dunha pequena corrente pero moi concentrada, que pode ser máis difícil de tratar. O deseño final pode ser, polo tanto, o resultado da combinación apropiada de varios métodos de tratamento de augas residuais, como os procesos anaerobio, nitrificante, denitrificante, etc. Así, o desenrolo de tecnoloxías avanzadas para o tratamento de augas residuais que poidan cumprir cos obxectivos anteriormente mencionados (alta calidade do efluente final, menor consumo enerxético, reciclado) é altamente prioritario.

3.2. PROCESOS DE TRATAMENTO DE AUGAS RESIDUAIS

Os procesos de tratamento das augas residuais industriais cubren na actualidade unha ampla gama de operacións que teñen que combinarse adecuadamente para conseguir o efluente final desexado. Segue vixente a tradicional clasificación entre procesos biolóxicos e físico-químicos, segundo as características de biodegradabilidade do vertido a tratar, pero o máis común é a combinación entre varios destes procesos.

Os procesos físico-químicos foron tradicionalmente empregados para a separación das sustancias non desexadas, ben sexa por medios puramente físicos (sedimentación, flotación, filtración) ou mediante unha primeira etapa na que se favoreza a creación de partículas aglomerantes (precipitación, coagulación-floculación). Por iso, estes procesos non resoven na súa totalidade o problema xa que o que fan é cambiar de fase o contaminante, postergando o problema da súa eliminación. Ademais, en moitos casos isto supón un alto custe de operación tanto polos reactivos necesarios como, fundamentalmente, polo custe da xestión dos lodos xerados.

As augas residuais con características para ser tratadas biolóxicamente foron sometidas tradicionalmente a procesos de tipo aerobio, cos que se consegue unha eficaz mineralización da materia orgánica. Porén, estas unidades teñen un custe de operación considerable debido á necesidade de aireación e á súa elevada produción

de lodos. Ademais, a lexislación desenvolvida nos derradeiros anos supuxo unhas restricións máis estrictas sobre o vertido de lodos, a contaminación do aire, o control de cheiros, etc. A combinación destes factores tivo un impacto considerable que reduciu significativamente a aplicabilidade dos procesos aerobios nas augas residuais industriais.

Neste contexto, os procesos anaerobios de tratamento de augas residuais son unha alternativa cada vez máis consolidada [1]. En comparación coas plantas convencionais de tratamento aerobio, as principais vantaxes do tratamento anaerobio son: a) menores custos de tratamento; b) alta flexibilidade, xa que poden aplicarse a efluentes de moi diverso tipo; c) operación con altas cargas de materia orgánica, o que supón menores requerimentos de espazo; d) menor volumen dos lodos en exceso; e) os organismos anaerobios poden manterse sen alimentación durante longos períodos de tempo.

En todo caso a adopción dun proceso concreto de tratamento ten que vir precedida dunha xestión integral dos efluentes residuais dacordo cos principios de redución e reciclaxe xa comentados.

3.3. DESENVOLVEMENTO DE TECNOLOXÍAS LIMPAS: MODIFICACIÓN DO PROCESO

Unha produción máis limpa estase impondo en todos os sectores industriais. Dentro dos motivos polos que as empresas se animan a seguir esta vía destacan os seguintes: a) unha lexislación ambiental cada vez máis exixente que en algúns casos só se pode cumprir adoptando medidas de produción limpa; b) o aumento nos custos de tratamento e eliminación de residuos; c) mellora da imaxen das empresas diante da sociedade preocupada polo medioambiente; d) moitas medidas de produción limpa supoñen melloras da calidade dos produtos así como beneficios de carácter económico e melloras en saúde laboral.

Enténdese por “Integración da Produción Limpa” nun proceso productivo industrial, a adopción dun conxunto de medidas preventivas, organizativas e operativas que permitan diminuír na orixe (ata uns niveis económica e tecnicamente factíbeis) a cantidade e perigosidade dos residuos e contaminantes producidos, así como mellorar o uso das materias primas e auxiliares empregadas no proceso productivo.

Os cambios efectuados no proceso de fabricación e a implementación de tecnoloxías novas para levalos a cabo constituen o primeiro paso cara un proceso máis limpo. Algúns cambios reducen o uso da auga e eliminan ou minimizan a descarga de compostos químicos tóxicos ou de alta carga contaminante. Outros cambios están baseados na recuperación de substancias e no aproveitamento e aforro da enerxía. Os avances tecnolóxicos en canto ao procesado das materias primas, control dos compostos químicos necesarios para o proceso, outras materias primas e equipo de procesamento véñense incrementando de maneira constante e xeralmente estes cambios están dando como resultado menores cargas contaminantes.

Un método común para reducir as descargas contaminantes na industria consiste en cambiar o proceso e os procedimentos para facer fluir as substancias. As operacións continuas polo xeral requiren de menos espazo e menores cantidades de auga e aditivos químicos de proceso que as operacións discontinuas.

En xeral, os fabricantes dispoñen de varios métodos para reducir a presenza de contaminantes nas correntes residuais, entre os cales están:

A produción limpa consiste na adopción dun conxunto de medidas preventivas, organizativas e operativas que permitan diminuír en orixe a cantidade e perigosidade dos residuos e contaminantes producidos, así como o consumo de materias primas



- Reducción do uso de substancias químicas
- Substitución das substancias químicas
- Reciclaxe/renovación dos baños de tratamento discontinuo
- Reuso da corrente residual
- Recuperación de substancias presentes da corrente residual
- Uso de procesos alternativos
- Tratamento das correntes residuais (independentemente ou de modo integral).

Dacordo con estes principios xerais, o desenrollo de tecnoloxías limpas non é un camiño unívoco senon que en cada caso pode tomar múltiples direccións. A continuación farase referencia a un sector industrial moi característico e de grande importancia en Galiza, como é o da conserva de produtos mariños, e indicaranse algunhas das pautas usadas para minimizar e tratar de forma máis efectiva os seus efluentes líquidos.

3.4. A INDUSTRIA CONSERVEIRA DE PRODUTOS MARIÑOS

A xeración de augas residuais na industria conserveira é moi importante dados os volumes de auga que se utilizan no procesado das materias primas. As características e o caudal de vertido global varían de forma notabel co tempo, dependendo do proceso que se esté a realizar na fábrica. Por exemplo, as augas de cocción e desangrado presentan un elevado contido en materia orgánica, mentres que a corrente xerada na esterilización das latas vértese practicamente limpa e as augas utilizadas nas operacións de lavado e arrastre conteñen unha cantidade importante de sólidos en suspensión. Isto dá lugar a un efluente global con grandes picos de caudal, carga orgánica e sólidos. Tamén hai que ter en conta que hai liñas de produción estacionais, por exemplo, a liña de mexillón, que pode supor ata un 50% do caudal global de vertido, somentes opera durante 4 ou 5 meses ao ano.

Debido á utilización de auga de mar e salmoiras nas distintas etapas do proceso, unha característica importante dos efluentes é a súa alta salinidade así como a presenza de sulfato. A carga contaminante procede basicamente da materia prima principal, o peixe, con aportación limitada doutras materias auxiliares como a sosa cáustica, utilizada para lavar as parrillas de cocción, sal e líquidos de cobertura. Polo tanto, trátase de augas con biodegradabilidade media-alta, condicionada ao seu contido salino, sendo relativamente inocuas en canto a salubridade ao non conter compostos tóxicos nen contaminación bacteriana [2,3].

A busca de tecnoloxías limpas dentro deste sector está sendo axudada por diversos estudos levados a cabo que tentan resumir todas aquelas medidas específicas que supoñen a mellor operación do proceso con menor xeración de residuos. Neste sentido, estanse levando a cabo diversos manuais ou “libros brancos” por parte de diversas administracións como a Xunta de Galicia, o Goberno Vasco, etc. O manual desenrolado polo IHOBE [4] é un claro exemplo destes documentos. En concreto, este manual presenta toda unha serie de indicacións para reducir as emisións de efluentes, sendo a súa grande virtude que é moi específico para este sector industrial indo máis alá das frases xenéricas como as mencionadas no apartado 2 deste artigo. A táboa 1 recolle unha serie de recomendacións presentes neste manual, as cales están encadradas en diversos epígrafes tales como “*Boas prácticas operativas*”, “*Cambio de materias primas*” ou “*Recirculación en fábrica*”, “*Cambios tecnolóxicos*”, “*Cambios en produtos*”, que fan referencia ao tipo de medida e ao tipo de operación implicada.

Na industria conserveira xéranse elevados volumes de augas residuais, de características que varían de forma notábel co tempo, dependendo do proceso que teña lugar na fábrica



Os aceites e graxas presentes nas augas residuais poden ocasionar problemas en instrumentos e equipos (debido á súa acumulación), ou nos procesos de depuración (debido á súa difícil degradación). Ademais, a graxa e o aceite causan un gran impacto no medio ambiente, podendo ocasionar problemas importantes de contaminación.

Os dispositivos basados na flotación empréganse como tratamento primario para a eliminación da materia graxa en suspensión. Os sistemas máis utilizados para este fin son os de flotación por aire disolto (DAF) e por aire de cavitación (CAF). A implantación destes equipos permite a mellor operación das plantas de tratamento de augas pero supón a xeración dun novo residuo, inda que de volume menor. A xestión máis frecuente destes flotantes recollidos pasa polo seu depósito en vertedoiros. Porén, as novas directivas da UE están facendo esta opción cada vez menos viable.

Con esta filosofía, na Universidade de Santiago de Compostela desenrollouse un proceso de tratamento de graxas que permite converter este residuo nunha corrente orgánica rica en aceites, susceptible de ser usada como combustible de alta calidade (comparábel ao gasóleo) e unha corrente líquida acuosa de baixa carga que pode ser tratada en calquera planta de depuración convencional. A porcentaxe de aceite recuperado sitúase en torno ao 45% do residuo graxo procesado [5]. A incorporación deste proceso nas factorías permite reducir o impacto global dos efluentes líquidos e facer os procesos máis eficientes dende o punto de vista enerxético.

3.4.2. Xestión de augas de esterilización

Outro exemplo na mellora que se pode acadar ao xestionar as augas residuais das factorías conserveiras pódese atopar na corrente de augas de esterilización. Como consecuencia de diversos procesos, como por exemplo a introducción do aceite como líquido de cobertura, as latas quedan impregnadas desta sustancia. A incorporación de novas tecnoloxías para a minimización da xeración de vertidos centrouse na adquisición de equipos de inxección de aceite en valeiro, que substitúen ós tradicionais sistemas por gravidade reducindo considerablemente as perdas de aceite por rebose e arrastre.

As latas unha vez cheas pasan a un proceso de esterilización que se leva a cabo en autoclaves herméticos nos que se inxecta vapor ata conseguir temperaturas de máis de 115 °C que, mantidas durante un certo tempo, aseguran a inocuidade microbiolóxica do produto. En cada esterilización úsase unha grande cantidade de vapor que, posteriormente, é condensado orixinando unha auga que ten como única impureza o aceite arrastrado das superficies exteriores das latas, nunha cantidade normalmente inferior ao 1% en volume, pero que impide a reutilización desta auga. Esta é a razón pola que é moi usual que a auga de autoclaves se incorpore ó circuíto xeral de augas residuais.

Dado que o volume destes condensados é unha cantidade importante de auga, é moi recomendábel proceder aos estudos necesarios orientados ao deseño dun sistema para o acondicionamento desta corrente e a súa reutilización en fábrica, para o cal resulta imprescindible proceder á separación do aceite.

Neste senso, xa en diversas factorías galegas se están a incorporar unidades de separación de aceites que permitan recuperar o aceite e obter unha auga practicamente limpa. Na práctica xa se constatou que esta medida ten un grande impacto na redución sustancial tanto do volume de auga limpa requerido pola empresa como no volume de auga residual a tratar coa consecuente repercusión ambiental e economicamente positiva.

Na Universidade de Santiago de Compostela desenvolveuse un proceso de tratamento de graxas, que permite aproveitar os aceites como combustible de alta calidade



3.5. CONCLUSIÓNS

A industria conserveira de produtos mariños é un sector de grande importancia en Galicia, territorio que concentra a maior densidade deste tipo de factorías na Unión Europea. Estas factorías presentan unha gran complexidade nos seus efluentes líquidos debido a numerosos factores como a presenza de diferentes liñas de procesado, a estacionalidade das materias primas, a presenza de altas cantidades de materia orgánica, aceites e graxas, a súa salinidade, etc. Ademáis, o consumo de auga doce é moi alto producíndose así mesmo inxentes volumes de augas residuais a tratar.

A integración dos principios directores da normativa comunitaria en materia de efluentes líquidos ós procesos industriais supón a adopción de toda unha serie de medidas que reduzan a emisión de augas residuais, promovan a reciclaxe, etc. A aplicación destas técnicas de optimización do proceso productivo debe seguir unha xerarquía, comenzando polas opcións de *Producción Limpa* ou redución na fonte, seguidas das opcións de reciclaxe. As opcións de tratamento dos residuos (depuración) soio deben considerarse despois de agotar satisfactoriamente tódalas vías anteriores.

Neste senso, o sector conserveiro pode ser tomado como exemplo representativo no que as medidas que se están tomando nos últimos anos inclúen todas estas etapas. Dende a mellora dos elementos do proceso, a mellor xestión do mesmo, a busca de procedementos que xeneren menos residuos, ata o desenvolvemento de tecnoloxías de depuración máis efectivas e de menor custe.

REFERENCIAS

1. Lema, J.M. and Omil, F. (2001). "Anaerobic treatment: A key technology for a sustainable management of wastes in Europe". *Water Science Technology*, **44** (8), 133-140.
2. Soto, M.; Méndez, R. y Lema, J.M. (1990). Efluentes residuales en la industria del procesado de productos marinos. Caracterización, gestión de efluentes y alternativas de tratamiento. *Ingeniería Química*, **22**, 203-209.
3. Omil, F., Méndez, R. y Lema, J.M. (1994). Impacto ambiental del sector conservero de productos marinos en Galicia. *Tecnología del agua*, **128** 17-24.
4. IHOBE S.A. (1999). Libro blanco para la minimización de residuos y emisiones: conservas de pescado.
5. Universidad de Santiago de Compostela (2000). Procedimiento de obtención de un aceite combustible a partir de las aguas residuales de las industrias de procesado de productos marinos. Patente P 2000 01377.

Xéranse elevados volumes de condensados de augas de esterilización, polo que é moi recomendábel diseñar un sistema para o seu acondicionamento que permita a reutilización desta auga na fábrica

4. EQUIPAMENTOS E PRÁCTICAS AFORRADORAS DE AUGA NOS USOS DOMÉSTICOS

Virginia Rodríguez Álvarez e Ramsés Pérez Rodríguez

*“Princípio 4º do Fórum Social das Águas:
Promover atitudes ecologicamente corretas, pesquisas
e diagnósticos para aumentar o conhecimento da sociedade
para a conquista da efetiva gestão participativa e
integrada dos recursos naturais”
Março-2003, Cotia-SP-Brasil*

4.1. INTRODUCCIÓN

A visión que nos dan os satélites do planeta terra non é precisamente dun lugar de cores ocres e terras, senon dunha esfera azul: a cor da auga. Este elemento ocupa dous tercios do espacio do planeta, o planeta auga. Pero esta visión pode levar a engano, xa que de toda esta cantidade de auga só unha parte moi pequena é accesíbel para o consumo humano: o 0,007%.

Non podemos esquecer que a vida e grande parte da humanidade naceron a beira da auga, dos ríos. Galiza, o país dos mil ríos, non é unha excepción. A auga dende sempre tivo uns usos moi variados, na rega de cultivos e prados, como enerxía para transformar moitas das colleitas, no uso doméstico, etc. E a nosa cultura deixa abondo probas desta dependencia da auga, por calqueira recuncho do país, en forma de muiños, lavadoiros, fontes, curtidorias, mallos, etc, así como na cultura de tradición oral, refráns, contos....

4.2. O USO INEFICIENTE DA AUGA

A auga como outros moitos recursos do noso planeta está mal xestionada e a súa explotación pode levar a conflitos. En anos vindeiros, como hoxe en día sucede co petróleo, probabelmente nos enfrontemos a loitas pola auga, o “ouro azul” do século XXI. Cada vez somos máis persoas no planeta, logo aumenta o consumo, porén a auga é sempre a mesma; cada vez son menos as posibilidades de acceder a ela, xa que hai máis demanda e a que queda está mais contaminada. En 1990 a falta de auga afectaba a 300 millóns de persoas, e según estimacións das Nacións Unidas no 2025 a escaseza poderá atinxir a máis de tres mil millóns de persoas.

O noso consumo de auga é excesivo así como a contaminación que producimos, sen decatarnos que estamos a destruír un recurso sen o cal a nosa supervivencia non é posíbel. Así, segundo un estudo que realizaron os compañeiros ecoloxistas portugueses da Quercus, no seu país, como na maioría das sociedades occidentais, non se percibe o consumo de auga coma un problema ambiental, nen se coñecen cales son as actividades cotiás que provocan maiores gastos de auga (cales son?). E o que é mais grave, o consumo é moi elevado en comparanza ao que se precisa para unha vida confortábel. A sociedade consumista na que vivimos, do “usar e tirar”, que dilapida recursos e materias primas sen preguntarse de onde veñen e desfaiase rapidamente deles sen pensar a onde van, repite este modelo coa auga.



Este aumento no consumo tamén leva parello unha pegada no noso medio que ten forma de encoros, vertidos incontrolados, augas residuais aos ríos e ao mar, sustancias químicas na auga, perda de humedais e da súa biodiversidade, etc. Deberíamos pensar non en como manter ou aumentar a demanda (máis encoros, novos transvases...) senon en como reducir o consumo.

O uso da auga na agricultura, nas actividades domésticas e na industria (de maior a menor consumo, nesta orde), deberémola racionalizar evitando as perdas de auga, a ineficiencia e o consumo abusivo. Un feito desta ineficiencia é o dato de que o estado español é o primeiro de Europa no uso de auga na agricultura (27.863 m³) pero o cuarto en produtividade agrícola, sendo responsábeis deste desfase a importantísima cantidade de auga que se perde, os sistemas de rego ineficaces (por inundación, a pleno sol...), etc, e en definitiva a falta dunha cultura da auga.

A auga deber ser considerada un factor estratéxico no desenvolvemento sustentábel dun país, e como recurso básico que é debemos solicitar as diferentes administracións que se xestione eficientemente. Esixir planos e campañas de aforro de auga con medidas que garantan o seu uso eficaz, conxugando xestión e educación. Promovendo campañas de educación ambiental, como propón O Foro Social das Augas no seu primeiro principio. Aplicando tarifas axeitadas a realidade e penalizando o exceso de consumo. Regular certificados que garantan uns criterios de aforro en electrodomésticos e instalacións, incentivar e apoiar a fabricantes destes dispositivos así como a investigación e innovación neste eido, e promover incentivos fiscais na substitución por produtos máis eficaces, etc, poden ser outras medidas.

Hai que transmitir tamén esa necesidade a toda a cidadanía, unha concienciación en canto a que os recursos hídricos non son ilimitados e que debemos protexelos e conservalos.

Finalmente, teremos en conta que a auga é tamén reflexo da desigualdade; así cada vez que tiramos da cisterna estamos a consumir o mesmo que moitos dos habitantes da Asia ou Africa ao día.

4.3. MEDIDAS DE AFORRO DE AUGA NO FOGAR

Ademais de todo o anterior, cada un e unha de nós podemos aforrar auga en distintos momentos da nosa vida cotiá. Apresentámosche a continuación algunhas medidas de optimización do consumo da auga no fogar que teñen por obxectivo, a redución de consumo de auga e dos volumes de augas residuais así como evitar a contaminación desta.

No baño:

- Dúchate en lugar de bañarte. Nun baño por inmersión gástanse entre 150 e 200 litros de auga, nunha ducha, pechando a villa ao xabonarse, entre 20 e 40 litros.
- Enche un vaso de auga para escobar os dentes. Aforra entre 10 e 20 litros. Fai o mesmo no caso de afeitarte.
- Tira da cisterna só cando sexa preciso; pensa que cada vez que o fas gasta entre 10 e 15 litros de auga.
- Reduce a cantidade de auga introducindo unha botella chea de area na cisterna, e se é posíbel, múdaa por unha cisterna de dobre descarga.

Na cociña:

- Non freges coa auga correndo, introduce a louza nunha tina ou na bacia do fregadeiro, para que se molle e ablande, e logo frega empregando o deterxente preciso, sen abusar del, nen facer espuma como nos anuncios da TV.
- Non desconxeles os alimentos con auga, sácaos co tempo preciso



Nas sociedades occidentais non se percibe o consumo de auga como un problema ambiental, nen se coñecen cales son as actividades cotiás que provocan maior gasto de auga

- Reutiliza a auga de ferver ovos, verduras, etc, para regar plantas, aforras auga e as plantas aportas-lles nutrientes.

No baño e na cociña:

- Emprega difusores, atomizadores ou aireadores nas billas: reducen a cantidade de auga ata nun 50%. Hoxe en día, estes dispositivos podes atopalos facilmente en tendas de fontanería.
- Revisa as instalacións: unha pinga convértese en moitos litros ao longo dun día ou dunha semana, centos nun mes e milleiros nun ano.
- Controla a presión, esta é a responsábel da cantidade de auga que sae polas billas.
- As billas monomando, mixturadoras, reducen o consumo de auga mentres esperamos a que esta queza; afórrase tamén en augas residuais e enerxía.

Na rega:

- Rega as plantas a mañanciña ou a tarde-noite, xa que do contrario a auga evapórase máis rapidamente.
- Se tes un xardín (ou no balcón) emprega plantas autóctonas ou que consuman pouca auga.
- Un xardín deseñado cuns criterios de baixo consumo pode aforrar ata un 25% da auga fronte aos xardíns convencionais.
- Reutiliza a auga de lavar verduras e froitas para regar as plantas.
- Reutiliza a auga da chuvia para regar.

Outros:

- Para limpar o coche ou a bici, chega como moito cunha vez ao mes; faino cun caldeiro e non con manguera.
- Sostituindo o contador colectivo por contadores individuais (obrigatorios na actualidade) o consumo de auga pódese reducir ata nun 20%.
- Revisa as instalacións e o contador por se hai algunha fuga.
- Fai unha lectura periódica do contador para averiguar o consumo ou as posibles perdas.
- Se atopas algunha fuga de auga na rua, avisa ao servizo de augas do teu concello.

4.4. MEDIDAS PARA EVITAR A CONTAMINACIÓN DA AUGA

No baño:

- Non empregues o retrete coma se fose unha papeleira, de facelo contribúes a malgastar auga ao premer o botón, contaminas a auga, e dificultas a súa depuración.
- Esquécete de desodorantes que se disolven na auga: cunha ventilación de dez minutos abonda.

Na cociña:

- Non vertas aceites ou residuos polo sumidoiro do fregadeiro.
- Rexeita os produtos de limpeza sofisticados, que adoitan ter formaldeidos, fenoles... emprega os de gama ecolóxica ou solucións caseiras (p.e. vinagre e limón)

Coa lavadora e o Lavavaixelas:

- Pon a lavadora ou o lavavaixelas cando estén cheos (carga completa).
- Emprega deterxentes sen fosfatos, e lava en auga fría: aforras deterxente, enerxía... e disgustos.
- Cando teñas que mercar ou cambiar estes aparellos, decídete por modelos de baixo consumo de auga e ecoeficientes.

*En anos vindeiros,
como hoxe en día
sucede co petróleo,
probablemente nos
enfrentemos a loitas
pola auga, o “ouro
azul” do século XXI*



Outras medidas:

Hoxe en día existe tecnoloxía que permite reutilizar a auga na cidade. A separación e reutilización das augas pluvias e grises (procedentes da bañeira, lavabo, lavadora), diminúen o uso de auga potábel, así como axudan a reducir o vertido de augas residuais. Estas augas pódense reutilizar para a cisterna, rego, limpeza de recintos e ruas, etc.

4.5. EXEMPLOS: AS CIFRAS DO CAMBIO**O uso correcto dunha cisterna eficiente permite aforrar un 25% da auga consumida nun fogar**

Muitas destas medidas poden supoñer, por insignificantes que parezan, un aforro considerábel ao longo dos meses ou do ano.

Así, a descarga dunha cisterna “normal” (sobre o 40% do uso de auga diaria) é de dez litros; nunha casa de catro persoas, cunha frecuencia de descarga de catro veces por persoa, supón case cinco mil litros de auga nun mes:

$$(10 \text{ litros} \times 4 \text{ persoas} \times 4 \text{ descargas} = 160 \text{ litros/día, } 4.880 \text{ litros/mes})$$

A instalación de cisternas de dobre pulsador, cunha capacidade de descarga máxima de seis litros e descarga mínima de tres litros, pode reducir de maneira considerábel o gasto da casa anterior. Se temos en conta que a descarga completa se precisa só un trinta por cento das veces e polo tanto o 70 % a descarga mínima, o resultado do aforro fronte a unha cisterna de descarga fixa é considerábel. É dicir, gastamos 62.4 litros, co cal aforramos case cen litros ao día:

$$(6 \text{ litros} \times 4 \text{ persoas} \times 0,3 \times 4 \text{ descarga} = 28,8 \text{ litros/día})$$

$$(3 \text{ litros} \times 4 \text{ persoas} \times 0,7 \times 4 \text{ descargas} = 33,6 \text{ litros/día})$$

$$28,8 + 33,6 \text{ litros} = 62,4 \text{ litros/día}$$

A porcentaxe de aforro de auga na cisterna é do:

$$(160-62,4)/160 \times 100 = 61\%$$

e en relación ao consumo total de auga no fogar:

$$61 \times 0,4 = 24,4\%$$

Se ademais disto evitamos usar o retrete como papeleira, a redución do consumo pode ser maior.

Outra alternativa para reducir estas descargas fixas, no caso de non poder mudar a instalación, é introducir unha botella na cisterna chea de auga ou area, que reduce a capacidade de auga almacenada e polo tanto da descargada.

Experiencia práctica: Calcula se o caudal de auga na tua ducha é o axeitado

A ducha é un dos lugares da casa onde máis auga se consume, podendo chegar ao 39%, e situándose en segundo lugar logo das cisternas. Para averiguar cal é o caudal da ducha (ou de calquera outra billa) podemos facer un simple experimento. Enchemos un recipiente de capacidade coñecida (por exemplo un caldeiro ou balde de 5 ou 10 litros) e medimos o tempo de enchemento. Se o caudal que resulta é menor ou igual a dez litros por minuto, trátase dun dispositivo eficiente. Se pola contra fora superior a dez litros por minuto, a substitución deste levaranos a un importante aforro de auga.



No caso de que sexa negativo, estuda a posibilidade de mudalo por un máis eficiente. Na maioría dos casos abonda con elixir un cabezal de ducha axeitado. Tamén podes controlar a presión e reducir os tempos na ducha. Coa auga deste experimento rega, frega, coce, etc... reutilízaa.

4.6. PISTAS PARA NAVEGAR AFORRANDO AUGA E SEN CONTAMINAR

Para ampliar información, podes consultar o “Informe Mundial sobre o Desenvolvemento dos Recursos Hídricos” na páxina da UNESCO e a Directiva. Marco de Auga da Comisión Europea: www.unesco.org ou www.europa.eu.int/

Podes facer un cálculo do consumo de auga empregando o programa da Confederación de Asociaciones de Vecinos, Consumidores e Usuarios de España: www.asociacionesdevecinos.org

Na páxina da Fundación Ecología y Desarrollo (ECODES), atoparás información da súa experiencia “Zaragoza, ciudad ahorradora de agua” : www.ecodes.org

Na actualidade existen outras experiencias similares a de ECODES, como a de Alcobendas, enmarcada dentro do proceso de implantación do plan estratéxico de Alcobendas: www.wwf.es/casadelagua/

Podes coñecer o listado de produtos que teñen a Etiqueta Ecolóxica pola Unión Europea (lavadoras, lavavaixelas, produtos de limpeza, etc) na páxina da Generalitat de Catalunya (nesta mesma páxina atoparás consellos para reparar e evitar fugas): www.gencat.es/mediam/

Tes un amplo catálogo de mecanismos aforradores da auga (Grifería sanitaria e rociadores de ducha, electrodomésticos, etc) na páxina da Empresa Municipal de Abastecemento e Saneamento de Augas de Sevilla: www.aguasdesevilla.com

Máis sistemas aforradores e un amplo catálogo de contadores de consumo podes consultalos tamén nesta outra páxina da Fundación Ecología y Desarrollo: www.agua-dulce.org

Podes consultar sistemas aforradores pero desta vez específicos para o teu xardín en: www.elriego.com

Na páxina por unha nova cultura da auga, poderás coñecer unha nova visión sobre o recurso auga, así como da súa xestión e planificación: www.unizar.es/fnca/

Na páxina oficial da auga da rexión de Murcia, atoparás moita información ao redor dos usos da auga e por unha nova cultura da auga: www.portal-agua.com/

Finalmente, informámosche de catro páxinas onde atoparás recursos educativos para educadores/as, docentes e interactivos para os máis pequenos:

www.asac.es/aigua/

www.aguasdesevilla/infantil/

www.imta.mx/otros/tedigo/wet/entrada.html

www.ploppy.net

Nota: páxinas revisadas o día 22 de marzo do 2004, día mundial da auga.



5. ALTERNATIVAS DE SANEAMENTO E SUSTENTABILIDADE

Manuel Soto Castiñeira

5.1. INTRODUCCIÓN

O enfoque tradicional do saneamento urbano baséase na centralización de pequenos e grandes efluentes mediante complexas, longas e custosas redes de transporte das augas residuais, para aplicar ao final, de momento só nalgúns casos, un tratamento primario, secundario ou terciario. A complexidade chega ao seu máximo cando se require un tratamento terciario, que polo xeral se fai por adición sucesiva de operacións (tratamento primario +secundario +eliminación de nitróxeno +eliminación de fósforo +eliminación de olores +desinfección +...) no canto dunha optimización global do sistema de saneamento.

A base para a ineficiencia está, por tanto, asentada na mecánica da tomada de decisións dentro do actual modelo de saneamento, xa que non se optimizan as actuacións no seu conxunto, en función dos obxectivos ambientais globais, ao tempo que adquiren peso excesivo necesidades conxunturais xunto coa satisfacción de actuacións marcadamente electoralistas.

Por outra banda, a carestía deste modelo de saneamento ponse de manifesto nos planos da Xunta de Galiza, que prevé custos de operación e mantemento duns 50 millóns de euros ao ano (entre 10 e 24 euros/hab.ano) e uns investimentos acumulados até o ano 2015 de 1587 millóns de euros, dos que o 70% aproximadamente corresponden á rede de saneamento (Xunta, 1998). Non resulta difícil percatarse que arredor dun negocio desta magnitude deben terse xerado intereses non sempre doados de conxugar co interese xeral da sociedade.

No que segue centrarémonos na análise científico-técnica e ambiental do saneamento e a depuración, contrapondo a sustentabilidade dos diferentes modelos no plano xeral e identificando o interese dalgúns tecnoloxías en particular. A descrición máis detallada dalgúns procesos e alternativas técnicas concretas abordarase no ADEGA-Cadernos nº 12.

5.2. A NON SUSTENTABILIDADE DO SANEAMENTO CONVENCIONAL: UNHA PERSPECTIVA INTERNACIONAL

Compre mencionar, porén, que esta carestía explica que os prazos previstos para o saneamento na Galiza continuen sen cumprirse, adiándose sucesivamente a depuración de efluentes de grandes núcleos como Vigo, A Coruña, Ferrol... e tamén de pequenos e medianos núcleos, ademais do conseguinte abandono de moitas das ins-



talacións construídas ou a deficiencia noutras como é exemplo o caso de Santiago de Compostela.

Pero esta situación non é específica da Galiza, xa que o noso país reflicte só unha realidade intermedia no panorama mundial. Excepcións similares ás mencionadas para A Coruña, Ferrol ou Vigo danse nalgúnhas outras cidades europeas (ver táboa 1). Por outra banda, recentes avaliacións (Lens et al, 2001) indican que o 95% de todos os efluentes residuais no mundo vértense sen tratamento. Ademais, se 3.000 millóns de persoas non contaban con saneamento (evacuación de residuais) en 1997, de continuar o actual ritmo de provisión de saneamento, a cifra da poboación non atendida aumentará aos 5.500 millóns para o ano 2035.

Estamos a falar, cando nos referimos á maior parte do Planeta, xa non só de afeccións ao meio ambiente senon de condicións de salubridade nos asentamentos humanos e nos manantiais de auga potábel da poboación. Así, 3.300.000 persoas morren actualmente cada ano e outras 3.500.000 persoas vense afectadas, por causa de diversas enfermidades de orixe hídrica (diarrea, cólera, febre tifoidea...). Incluso en Europa continúan existindo brotes epidémicos causados por microorganismos como *Cryptosporidium*, *Gardia*, *Legionella* ou *cholerae*.

Co actual ritmo de provisión, a poboación sen saneamento aumentará de 3.000 a 5.500 millóns de persoas para o ano 2035: o modelo occidental de saneamento mostra a súa non sustentabilidade ambiental, social e económica

Táboa 1. Cidades europeas nas que en marzo de 2001 se incumpriía a directiva europea de saneamento (Comisión Europea, 2001)

Bélxica <i>Bruxelas</i>	Desde o outono de 2000 existe unha planta que trata un tercio dos efluentes a nivel secundario e a segunda depuradora está en planificación.
Grecia <i>Patra, Elefsina Aspropyrgos</i>	Proxectos en realización. Previsto comezo de operación en Patra en 2001.
España <i>A Coruña, Vigo(Tuí), Alginet, Cadiz, Donostia-San Sebastian, Xixón, Logroño</i>	Plantas en construción en Alginet, Donostia e Logroño, e entrada en operación en dous ou tres anos. No resto dos casos están en planificación ou fase de contratata.*
Irlanda <i>Dundalk, Cork</i>	Tratamento secundario previsto para finais de 2000 en <i>Dundalk</i> e para finais de 2003 en <i>Cork</i> . Segundo a Comisión, <i>Cork</i> debe introducir tratamento terciario de nitróxeno e fósforo, por problemas de eutrofización nas augas costeiras.
Italia <i>Foce Sarno, Imperia Foce Impero, Medio Sarno, Merano, Milan, Misterbianco, Taranto</i>	Taranto e Merano introduciron un tratamento terciario completo en 2000, e nos restantes casos prevese o cumprimento da Directiva antes de 2004.
Portugal <i>Barreiro, Costa do Estoril, Cova da Beira, Matosinhos, Porto, Setubal, Vila Nova de Gaia</i>	Hai algúns proxectos en construción. Portugal indicou que os tratamentos planificados estarán en operación antes de 2005.
Reino Unido <i>Dundee, Sunderland / Whitburn, Middlesbrough, Hull, Bebington, Port Talbot, Torbay, Portsmouth, Brighton, Hastings, Dover/Folkestone</i>	Hai proxectos en construción nalgúnhas destas cidades

*Tres anos despois, a situación na Galiza segue a ser a mesma. Ademais a Comisión Europea non dá conta do incumprimento da directiva en cidades como Ferrol e Santiago

Porén, a principal crítica aos sistemas de saneamento europeos e americanos non é a súa ineficacia funcional, senon a súa non sustentabilidade ambiental, social e económica. Nen siquera a situación de Suecia, que ten practicamente xeralizados os tratamentos terciarios, se considera concordante cos obxectivos de sustentabilidade.

A Axenda 21 (UNCED, 1992) indica que os procesos de desenvolvemento, incluíndo o uso e xestión da auga e o saneamento, deben observar aspectos como os seguintes:

- Minimización do uso de recursos naturais finitos
- Vertido cero de substancias non biodegradábeis ao medio natural
- Consecución e mantemento de fluxos circulares de materiais (reutilización e reciclaxe, sistemas cíclicos)
- Consumo de recursos renovábeis inferior ao seu ritmo de xeración

O uso e xestión da auga, incluíndo o saneamento e a depuración non se poden considerar alleos a estes obxectivos. Igualmente, as propostas para unha Política Integrada de Produtos (IPP) da UE formulan o obxectivo de acadar progresivamente unha mellora en relación co impacto ambiental de produtos e servizos, tendo en conta todo o seu ciclo de vida, desde o berce á tumba. Esta posición holística acerca dos modelos de saneamento pretende a redución do consumo de recursos, a durabilidade dos tratamentos e a consecución dunha depuración avanzada. En definitiva, a industria de saneamento non debe ficar a marxe da sustentabilidade.

5.3. DEFICIENCIAS DO SISTEMA DE SANEAMENTO CENTRALIZADO

Cales son as deficiencias do sistema de saneamento e depuración convencional centralizado para dicermos que non é ambiental e socialmente sustentábel?. Algunhas consideracións ao respecto son as seguintes:

- Elevado custo do actual modelo de saneamento e depuración. Segundo xa se indicou, o actual modelo sanitario promove solucións centralizadas e de alto custo, tanto en investimento como en operación. Poderíamos dicer que aquí se repiten as situacións e os intereses que observamos no eido da xestión dos residuos sólidos urbanos, mais debatidos e coñecidos pola sociedade. O actual proceso de globalización dominado polo capitalismo a ultranza favorece as solucións mais caras.

- Xéranse elevadas cantidades de lodos non estabilizados e contaminados. O seu uso agrícola, a única alternativa a priori sustentábel, non está libre de contraindicacións, xa que nos lodos se acumulan todo tipo de contaminantes, como metais pesados, químicos do tratamento antiincendios, medicamentos, antibióticos, hormonas e similares, produtos bromurados e organoclorados, dioxinas, furanos, policlorobifenilos, pesticidas.... Na UE (15 países) xéranse uns 7 millóns de t de lodo (materia seca) cada ano, cuxo custo de tratamento era avaliado en 1992 en mais de 1.800 millóns de euros ao ano. Na Galiza foi práctica moi recorrida o vertido do lodo directamente ao río ou ao mar sen tratamento algún, ou o vertido incontrolado en terra. Pero no futuro próximo, a normativa prevé a prohibición do vertido de lodos mesmo en vertedeiros controlados. Fican só como posíbeis solucións a incineración, e o uso agrícola previo acondicionamento e observación de determinadas características de composición. A redución en orixen por modificación do sistema de saneamento e depuración móstrase, porén, como a alternativa de maior interese e sustentabilidade.

A falta de salubridade nos asentamentos humanos e nos manantiais de auga potábel é brutal: 3.300.000 persoas morren cada ano e outras 3.500.000 persoas vense afectadas por diversas enfermidades de orixe hídrica



- Elevado consumo de auga. Os sistemas convencionais de saneamento empregan auga como sistema de transporte (evacuación) de residuos domésticos orixinariamente concentrados (feces, ouriña...). A forte dilución que ten lugar é unha das causas do alto custo e baixa eficiencia dos sistemas de depuración. Ha de terse en conta que o saneamento non comeza na depuradora, nen no sumidoiro que pasa por diante da nosa porta, senon que comeza nos mesmos actos e equipamentos de aseo persoal, no interior das casas, onde o tipo de prácticas e de equipamento sanitario elixido xa van condicionar en certa medida todo o que ven despois. Os sistemas de saneamento centralizado requiren longas conducións, o que incrementa tanto a entrada de auga limpa nas mesmas como a perda de contaminantes ao solo.

- Existe pouca ou ningunha recuperación de subprodutos, tais como os nutrientes (nitróxeno, N; fósforo, P; potasio, K; ...). Na actividade doméstica diaria das persoas xéranse en promedio 5,1 kg N, 0,87 kg P e 1,6 kg K por habitante e ano, o que na Galiza resulta nunhas 13.700, 2.300 e 4.300 t/ano de nitróxeno, fósforo e potasio, respectivamente. A actividade industrial incrementa considerabelmente estas cifras. Todo este potencial nutriente non só se está a perder, senon que acaba alí onde menos necesario é, causando graves problemas ecolóxicos de eutrofización nos ríos e rías.

- Elevado consumo de enerxía, que se ven a sumar á perda da enerxía contida nos residuos domésticos. Os procesos de arexamento requiren un alto consumo de enerxía eléctrica destinada ao bombeo de ar, o que se traduce nun importante custo de operación e nunha contribución ao alto consumo enerxético das sociedades industrializadas. A dilución previa dos residuos orgánicos nas augas residuais dificulta ou impede o aproveitamento da enerxía que conteñen.

- As tecnoloxías de depuración convencionais non se adaptan aos incrementos de caudal que se orixinan durante as fortes chúvias, que mostran unha maior incidencia nos sistemas de saneamento centralizado. Nesta situación, elevadas porcentaxes dos caudais residuais son vertidos sen tratamento. No caso de Santiago de Compostela, no inverno, a metade do caudal vértese directamente sen depuración, como consecuencia da entrada de auga de chuvia e a infiltración na rede de sumidoiros (Soto, 1994). Esta situación vense arrastando desde hai décadas e mantense na actualidade, segundo mostran os gráficos da figura 1. Pódese apreciar nesta figura que, incluso no verán, apenas se supera a depuración do 80% das augas residuais.

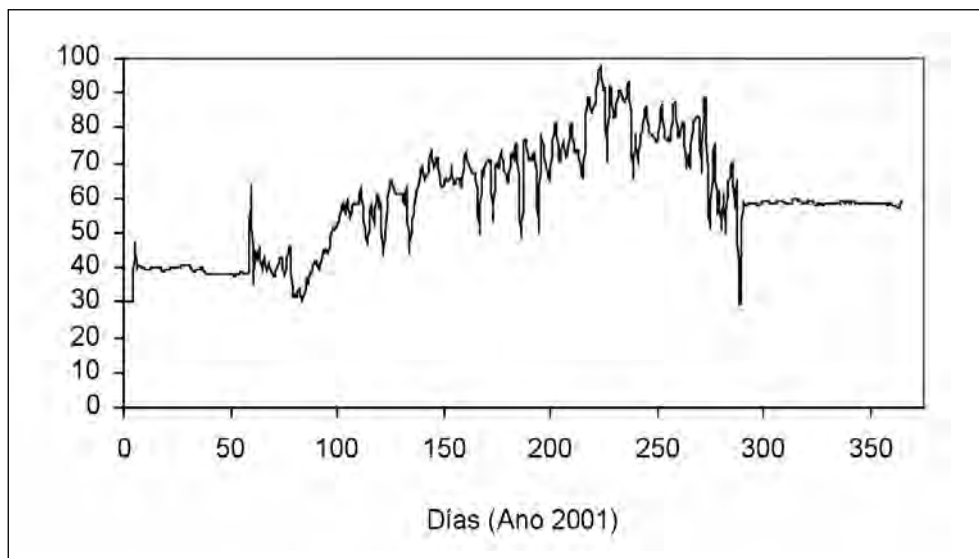


Figura 1. Caudal tratado na estación depuradora de Santiago de Compostela durante o ano 2001 (% do caudal total)

- A tecnoloxía de depuración mais estendida nos sistemas de saneamento centralizado é o proceso de lodos activos, xuntamente con outros procesos de arexamento. Nestes sistemas pérdense á atmosfera moitos contaminantes perigosos, maiormente compostos orgánicos volátiles e amoniaco.

O saneamento descentralizado alternativo baséase na satisfacción das necesidades de saneamento dentro da comunidade, de forma que non se trata só de actuacións e instalación de pequena escala, senon que pode abórdarse a calquera escala. Baséase igualmente na preferencia de solucións de baixa tecnoloxía e baixo custo, aínda que non desbota alternativas de alta tecnoloxía cando se xusguen necesarias e convenientes para os obxectivos globais.

As táboas 2 e 3 permítenos analizar algunhas das principais características dos diferentes tratamentos de augas residuais urbanas, no que se refere á parte de depuración (é dicir, excluindo o sistema de recollida e transporte ou centralización dos efluentes residuais) (Ruiz et al, 2001, Lens et al, 2001, Soto et al, 2001). Ademais da eficacia, o consumo enerxético, a xeración de lodo e o custo de instalación e operación son parámetros de grande importancia a termos en conta.

TECNOLOXÍAS DE TRATAMENTO	Eficacia de eliminación (%)			
	DBO	Nitróxeno	Fósforo	Coliformes
Tratamento primario	35-40	10-25	10-20	30-40
Lodos activados	85-98	15-40	10-45	60-90
Filtros bacterianos	80-93	30-40	30-45	60-90
Lagoaxe	75-90	30-50	20-60	60-99.9
Zonas húmidas construídas	90-95	25-90	30-90	90-99.99
Dixestor anaerobio UASB	60-80	10-25	10-20	60-90

DBO: Demanda bioquímica de oxíxeno. UASB: upflow anaerobic sludge bed (Dixestor anaerobio en fluxo ascendente). Zonas húmidas construídas: depuración mediante macrófitas.

TECNOLOXÍAS DE TRATAMENTO	Construción \$ US/capita	Potencia W/capita	Lodo m ³ /capita.ano	Terreo m ² /capita
Tratamento primario	20-30	0	0.6-1.3	0.03-0.05
Lodos activados	40-120	1.5-4.0	0.7-1.5	0.2-0.35
Filtros bacterianos	40-90	0.2-1.0	0.4-1.5	0.3-0.7
Lagoaxe	10-30	0	-	1.5-5
Zonas húmidas construídas	90-170*	0	0	2-19
Dixestor anaerobio UASB	20-40	0	0.07-0.1	0.05-0.1

TRH: tempo de retención hidráulica. *Custo unitario para instalacións duns 500 habitantes equivalentes; os restantes custos corresponden a instalacións de tamaño medio, no rango de 20.000 a 100.000 habitantes equivalentes, polo que non son comparábeis directamente

Aínda que non abundaremos nisto aquí, xa que será obxecto dun novo número de Adegas-Cadernos, a depuración mediante macrófitas, en zonas húmidas construídas móstrase especialmente competitiva no caso de pequenas poboacións e en modelos de saneamento descentralizados. A combinación destas cun pretratamento en dixestores anaerobios tipo UASB ofrece unha das alternativas máis viábeis desde o punto de vista económico e ambientalmente sustentábeis.

A industria da auga tamen debe ser sustentábel, minimizando o uso de recursos naturais e garantindo a súa renovabilidade e o vertido cero de contaminantes, a través de fluxos circulares de materiais (Axenda 21 de Rio)



5.4. ALTERNATIVAS PARA UN SANEAMENTO E DEPURACIÓN SUSTENTÁBEIS

Nun sistema de saneamento centralizado pódense introducir algunhas melloras que reducen parte dos inconvenientes que vimos de mencionar, nomeadamente a elección dun tratamento máis económico e con un menor consumo enerxético. Porén, moitas alternativas de prevención en orixen, aproveitamento de recursos e aplicación dos tratamentos máis axeitados a cada tipo de resíduo xa non son de aplicación unha vez que os residuos foron diluídos e mesturados nun efluente conxunto como os típicos dos sistemas centralizados.

As medidas de saneamento e depuración sustentábel poden abordarse en función da redución do caudal, aforrando auga limpa procedente do medio natural, e da redución da contaminación e recuperación de nutrientes, aforrando enerxía e materias primas. Entre estas medidas, unhas son compatíbeis cos actuais sistemas de saneamento mentres que a aplicación doutras require unha reformulación de todo o sistema desde o inicio.

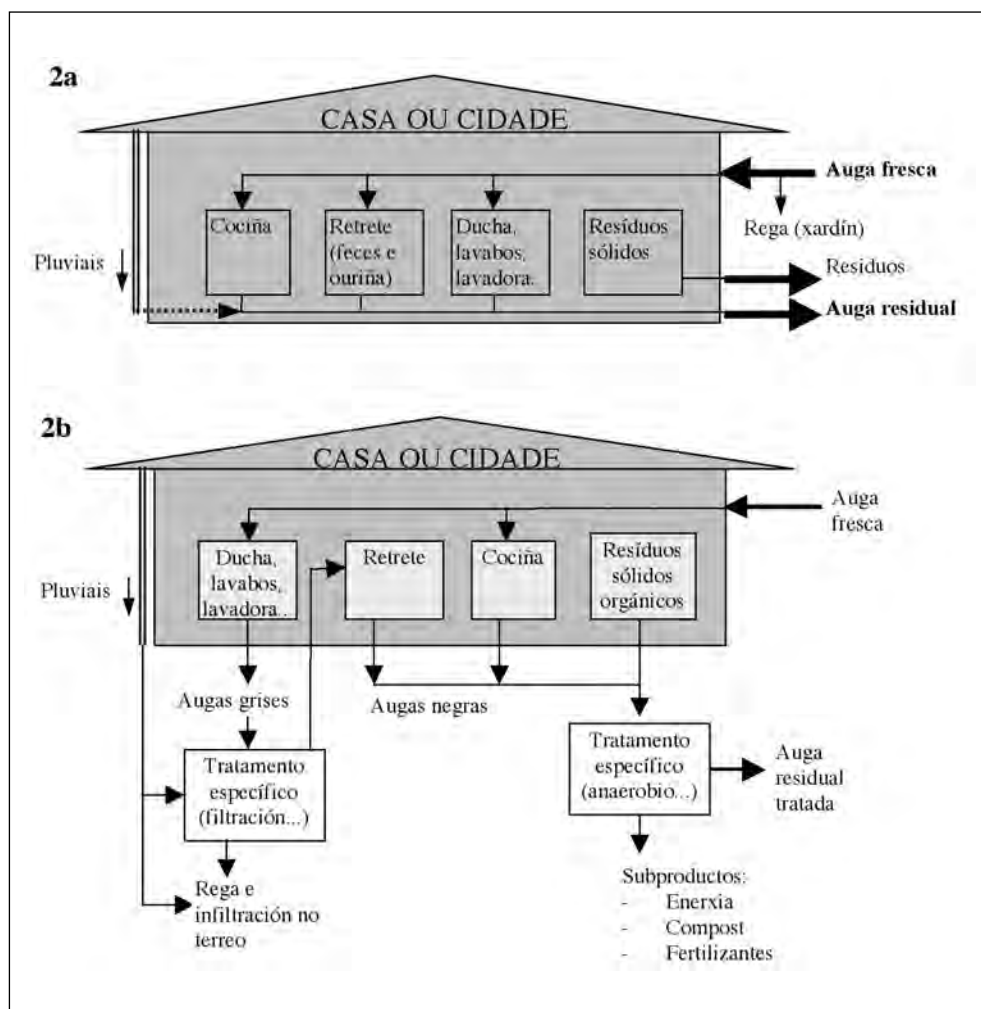


Figura 2. Orixen das augas residuais nas actividades domésticas e modelos de saneamento

As alternativas sustentábeis deben observar, entre outras, as seguintes características:

- Ser economicamente viábeis: alternativas de baixo custo
- Ofrecer un tratamento avanzado e unha eficiencia real: baixa xeración de lodo e prevención da transferencia de contaminantes á atmosfera e ao solo

- Prevenir o consumo de auga e a dilución dos residuos
- Facilitar o aproveitamento dos recursos contidos nos residuos (nitróxeno, fósforo, potasio)
- Facilitar o aforro enerxético: baixo consumo de enerxía nas operacións de saneamento e depuración
- Facer un uso reducido de materiais de construción
- Presentar flexibilidade fronte ás variacións estacionais

Mais adiante comentaremos brevemente algunhas das accións e enfoques que nos permiten achegarnos a un saneamento sustentábel, pero previamente convén indicar que a análise das fontes ou actividades nas que se orixinan os residuos e das posibilidades e do interese da súa recollida segregada será necesaria para descubriremos diferentes alternativas de tratamento e aproveitamento específico que conduzan a unha optimización ambiental e económica global.

Neste sentido, a figura 2a móstranos o esquema actual do saneamento, no que a vivenda ou a cidade son consideradas como caixas negras, sistemas aos que entra auga fresca e dos que sae auga residual, pero sobre os que non podemos actuar. Alternativamente, o esquema da figura 2b mostra unha situación posíbel na que se identifican as fontes e as características de cada tipo de auga residual ou residuo xerado e as posibilidades de prevención en orixen e de reutilizacións, xuntamente coa aplicación de tratamentos específicos optimizados.

É de salientar, seguindo os esquemas da figura 2, que o saneamento comeza sempre no fogar e continua co transporte dos residuos e o seu tratamento nas instalacións de depuración. Calquera alternativa sustentábel deberá considerar todas as fases do proceso, desde a orixen ou lugar onde se xeneran os residuos, e por tanto comezará no momento mesmo do uso da auga no fogar. Entre as medidas de redución do caudal e da contaminación das augas, así como de saneamento e depuración sustentábel, podemos considerar as seguintes:

- A modificación dos hábitos cotidianos de uso da auga
- Os equipamentos domésticos de baixo consumo de auga fresca
- O aproveitamento dos recursos contidos nos residuos e nas augas residuais
- A recollida separada e tratamento específico de diferentes correntes residuais
- As tecnoloxías de depuración naturais e de baixo custo.

Abondará coa adopción de medidas do tipo das dúas primeiras indicadas para podermos atinxir unha redución no consumo de auga fresca de até o 80%. Á continuación repasaremos algo mais polo miúdo en que consisten e como se xustifican cada unha destas medidas.

5.4.1. A modificación dos hábitos cotidianos de uso da auga

Trátase de trocar as prácticas despilfarradoras por outras que impliquen un aforro importante do consumo de auga nos fogares e, por tanto, dos caudais de auga residual xerados. Trátase de comportamentos individuais que teñen sido amplamente divulgados en ámbitos ecoloxistas pero aínda non alcanzaron o estamento planificador das políticas da auga, como se comproba polo feito de que a actual planificación hidrolóxica prevé incrementos nas dotacións urbanas que se están a

O saneamento non comeza na depuradora, nen no sumidoiro que pasa por diante da nosa porta, senon nos mesmos actos e equipamentos de aseo persoal, nas nosas casas



mover dos 200 para os 300 litros por habitante e día, cando sería razoábel unha dotación de 100 litros por habitante e día. Este último obxectivo require a mencionada adopción de hábitos responsábeis por unha parte importante da poboación (ver capítulo 4 deste Caderno), o que se pode acadar cunha educación ambiental e unha política de prezos axeitadas. Isto, ademais, favorecería a substitución progresiva de equipamentos de alto consumo por outros equipamentos enomizadores xa dispoñíbeis no mercado.

5.4.2. Equipamentos domésticos de baixo consumo de auga fresca

Existen equipamentos e técnicas que permiten reducir o consumo de auga fresca no fogar. Entre os primeiros están os equipamentos de baixo consumo, aplicábeis tanto en billas como en electrodomésticos e sanitarios, e que presentan un potencial de redución do consumo que pode atinxir máis do 50% dos consumos actuais (ECODES).

Aliás, algunhas alternativas técnicas, como a separación e recuperación das chamadas augas grises (lavabos e duchas, lavadora) para o seu uso como auga de cisterna permite reducións do 40% do consumo. O mesmo se pode conseguir mediante o uso de retretes secos, coa vantaxe neste caso do posíbel aproveitamento da materia orgánica para biogás e compost. Esta última opción require un saneamento descentralizado ou semidescentralizado, mentres que as medidas anteriores son compatíbeis con calquera tipo de saneamento

A táboa 4 móstranos os consumos de auga en tres cenarios diferentes, no contexto dos países do norte de Europa (Lens et al, 2001). A situación actual convencional indícanos un consumo global promedio de 240 l por habitante e día. En moitos países do sul consúmese máis auga polo abuso da rega de xardíns e prácticas de hixiene diferentes, aínda que a situación galega coincide no promedio cos valores globais indicados para o Norte de Europa.

Táboa 4. Consumo de auga nos fogares do norte de Europa (l/capita.día)

Servizo	Actual ^a	Equipamentos eficientes ^b	Equipamentos eficientes e reutilización ^c
Retrete	50	25	0
Baño	50	25	25
Cociña	50	25	25
Lavadora	10	5	1
Outros (xardín...)	80	25	0
Total	240	105	51

^aConsumo de auga con equipamentos convencionais.

^bConsumo con equipamentos e hábitos aforradores.

^cConsumo de auga fresca con equipamentos aforradores e reutilización interna das augas grises para retretes, lavado e rega.

Diversos autores (Lens et al, 2001) estiman que o uso de equipamentos aforradores permitirá reducir o consumo diario desde os actuais 240 l/persoa até só 105 l/persoa, o que significa un aforro de auga fresca do 56%. Asimesmo, estiman o aforro adicional no uso de auga fresca mediante a depuración das chamadas augas grises (procedentes de lavabos, duchas e lavadoras) e a súa reciclaxe para o retrete e a lavadora de roupa. Desta forma, o consumo global situaríase en só 51 l por persoa e día, cun aforro total do 79%.

As medidas de saneamento e depuración sustentábel poden abordarse en función da redución do caudal, aforrando auga, e da redución da contaminación e recuperación de nutrientes, aforrando enerxía e materias primas



5.4.3. Aproveitamento dos recursos contidos nos residuos e nas augas residuais

A táboa 5 indícanos a orixe dos diferentes componentes e as súas cantidades, para modelos de vida occidentais considerados como “non ecolóxicos” (Lens et al, 2001). Estes datos ilustran o feito de que a maior parte dos elementos nutrientes contéñense na ouriña, xa que esta achega o 78% do nitróxeno total, o 57% do fósforo e o 56 do potasio. De aí o interese das alternativas consistentes na recolla separada da ouriña para o seu uso como fertilizante nos campos de cultivo. A ouriña é un líquido estéril desde o punto de vista microbiano, polo que é fácil que sexa recollido en concentracións axeitadas para o seu transporte e aplicación agrícola.

Por outra banda, as augas negras, que inclúen o retrete e a cociña, achegan non só a maior parte dos nutrientes senon tamén da carga orgánica xerada nos fogares. Se consideramos só a parte correspondente ás feces e á cociña, estas dúas correntes conteñen, de forma concentrada, o 84% da demanda biolóxica de oxíxeno (DBO) e o 81% da demanda química de oxíxeno (DQO), ambos parámetros indicadores do contido orgánico dunha auga residual. O interese do tratamento separado destas fraccións fica claro se temos en conta que o obxectivo principal, se non único, dos tratamentos convencionais (de tipo secundario) de augas residuais teñen por finalidade a eliminación de materia orgánica (DQO e DBO). Esta fracción ten en orixen unha concentración 5 veces superior á que ten a auga residual de Santiago de Compostela cando chega á estación depuradora de A Silvouta, o que significa que neste último caso está a ocorrer unha dilución de cinco veces antes do tratamento, mermándose a eficacia deste.

O uso de equipamentos eficaces permite un aforro de auga fresca do 56%, e mediante a depuración e reutilización das augas grises (lavabos, ducha e lavadora) o aforro total atinxe o 79%

	Retrete		Cociña	Baño e lavadora	Total	Rango*
	Feces	Ouriña				
Caudal (m ³ /ano)	8	11	18	18	55	-
DBO (kg/ano)	7.3	1.8	11	1.8	21.9	10-35
DQO (kg/ano)	22.0	5.5	16	3.7	47.2	20-80
Nitróxeno (kg/ano)	0.4	4.0	0.3	0.4	5.1	3-7
Fósforo (kg/ano)	0.2	0.5	0.07	0.1	0.87	0.4-2
Potasio (kg/ano)	0.4	0.9	0.15	0.15	1.6	-

*Indícase o rango segundo cargas xeradas en diferentes países: Exipto, Turquía, Italia, Brasil, Dinamarca, Suecia e USA, segundo orde crescente da cantidade xerada en cada un deles. O resto dos datos corresponden ao promedio dos países do norte de Europa.

O tratamento específico das augas negras, incluíndo ou non a ouriña, pode acometerse tanto en unidades familiares individualizadas como en formulacións de saneamento semi-descentralizado a nivel de pequena urbanización. A través da dixestión anaerobia pódese eliminar a maior parte da materia orgánica contida nestas correntes residuais e obter unha cantidade importante de biogás para usos enerxéticos. Esta última alternativa tense considerado rendíbel para comunidades de mais de 250 habitantes.

Alternativamente, os retretes secos ou de vacío para os excrementos, e dos sistemas de recolla e almacenamento da ouriña concentrada permiten non só o aproveitamento dos diferentes recursos senon reducir ao mínimo o uso de auga fresca nestas actividades cotidianas.

Outra alternativa de aproveitamento de recursos e prevención da contaminación da auga é a recolla selectiva de aceites vexetais xerados como aceites residuais usa-



dos na cociña. Está prevista a posta en marcha dun proxecto para o aproveitamento deste tipo de residuos no ano 2004 en Santiago de Compostela e Ames. En Portugal levouse á escala piloto primeiro e á escala industrial depois un sistema de recolla, purificación e utilización do aceite usado como combustíbel limpo e renovábel para vehículos a motor, unha acción promovida polo grupo ecoloxista Quercus. No caso do proxecto galego, o destino do aceite será unha planta valenciana onde tamén se transformará en combustíbel ecolóxico.

5.4.4. Recolla separada e tratamento específico de diferentes correntes residuais

O tratamento descentralizado de augas negras (retrete e urinarios) e grises (lavadora, lavaplatos, lavavos e ducha ou baño) pode acometer-se por separado e mediante técnicas axeitadas a cada un destes residuos (os xa mencionados dixestores anaerobios ou as fosas sépticas para os primeiros, e os filtros verdes ou leitos de plantas para os segundos e para o efluente pretratado polos primeiros). Evítase o custo de transporte e o consumo de enerxía típicos do saneamento centralizado, e facilítase o tratamento ao prevenir a dilución e permitir a selección das tecnoloxías mais axeitadas ás características de cada corrente.

5.4.5. Tecnoloxías de depuración naturais e de baixo custo

As tecnoloxías naturais e de baixo custo poden aplicarse tanto a nivel descentralizado como a efluentes centralizados. Sustituíranse os tratamentos ou estacións depuradoras intensivas en materiais e consumo enerxético (lodos activos, arexamento prolongado...) por (pre)tratamentos anaerobios seguidos do uso agrícola do efluente ou de tratamentos naturais extensivos. A combinación dun tratamento anaerobio seguido dunha zona húmida ou filtro verde presenta os máis baixos custos de instalación e operación, non consume enerxía e xera a menor cantidade de lodo posíbel. A compostaxe in situ deste permite unha solución integral ao problema das augas residuais. Ademais, a depuración en zonas húmidas permite a desinfección natural e a eliminación de nutrientes, polo que mediante procesos sinxelos se acada unha depuración terciaria dos efluentes. A alternativa do uso agrícola do efluente pretratado anaerobicamente permite o aproveitamento dos nutrientes en sistemas de saneamento centralizados ou descentralizados, aínda que a súa aplicación é mais doada nestes últimos.

As augas negras (retrete e cociña), achegan de forma concentrada a maior parte dos nutrientes (90%) e da carga orgánica (80%) xerada nos fogares

Táboa 6. Balanzo ambiental global para dúas alternativas de saneamento e depuración		
	Convencional ¹	Alternativo ²
Emisión de contaminantes (kg/hab.ano)		
- Demanda química de oxíxeno (DQO)	3,6	0,8
- Demanda biolóxica de oxíxeno (DBO ₅)	0,4	0,1
- Nitróxeno (N)	0,7	0,2
- Fósforo (P)	0,07	0,01
- Potasio (K)	>1,7	<0,6
Balanzo enerxético (kwh/hab.ano)	-110	+103
Uso de materiais (kg/hab.ano)	3.600	1.300
¹ Tratamento terciario convencional (centralizado).		
² Tratamento alternativo semi-descentralizado (rango óptimo de 200 a 500 habitantes), baseado na dixestión anaerobia das fraccións orgánicas concentradas (augas negras e de cociña recollidas mediante vacío), zonas húmidas para as augas grises e infiltración no terreo das augas de chuva.		

5.5. A MODO DE EXEMPLO: UN BALANZO AMBIENTAL COMPARATIVO

O potencial para a prevención, a redución en orixen a a recuperación é elevadísimo. Veremos como exemplo a avaliación da emisión de contaminantes, balanço de enerxía e consumo de materiais para un sistema alternativo en comparación cun sistema convencional terciario (Lens et al, 2001).

O sistema terciario de tratamento representa as menores emisións que se poden acadar cos sistemas convencionais. O sistema alternativo está constituído polos seguintes elementos:

- a) Retretes de vacío e dixestor anaerobio dos residuos orgánicos concentrados, aos que tamén se incorporan os restos orgánicos da cociña; este sistema require un mínimo de 500 habitantes (urbanizacións...) aínda que se pode reducir o número de habitantes cando o dixestor trata residuos de granxas e outros;
- b) Tratamento descentralizado en zonas húmidas construídas das augas grises (descentralizado, aínda que aplicábel en calquera escala);
- c) Recolla e infiltración no terreo das augas de chuvia.

Os custos dun sistema deste tipo, altamente tecnificado polo sistema de vacío en retretes e vacío e triturador en cociñas, son competitivos coas tecnoloxías convencionais. Os resultados ambientais móstranse na táboa 6. Melloras similares ou superiores pódense conseguir con alternativas menos tecnificadas como algunhas das indicadas máis arriba.

5.6. CONSIDERACIÓNS FINAIS

Vemos pois a necesidade de romper coa categorización clásica do saneamento en tres operacións secuenciais (tratamento primario, secundario e terciario) correspondente a tres niveis de depuración de exixencia crescente. Esta sistematización da depuración non optimiza o emprego dos medios nen permite acadar metas de sustentabilidade. Incluso, en ocasións, ten dado lugar a aberracións ambientais e sanitarias como o emprego masivo de axentes clorados na desinfección de augas, agravando o problema de toxicidade e perigosidade do vertido final. O mesmo poderíamos dicir, nalgúns casos, acerca dos tratamentos terciarios de nitrificación-desnitrificación tan de moda nestes últimos anos. Nestes, aplícase enerxía e medios técnicos e humanos en desfacer o que a natureza fixo para subministrarnos alimento e proteínas: devolver a atmosfera o nitróxeno fixado na forma dun fertilizante de alto valor, como son o amoníaco e o nitrato.

O aforro de auga en orixen, a recolla separada dos distintos residuos para o aproveitamento dos recursos que conteñen, e as tecnoloxías de baixo custo e baseadas en procesos naturais, constitúen pois as chaves dun saneamento e depuración económica e ambientalmente sustentábeis. Os tratamentos naturais presentan moitas vantaxes desde o punto de vista ambiental e económico, se ben requiren maiores extensións de terreo que os procesos convencionais. A dixestión anaerobia permite reducir en parte estes requerimentos de terreo, economizando o tratamento global. O éxito destas alternativas, axeitadamente adaptas a cada realidade, require o compromiso das administracións públicas e das empresas coa sustentabilidade, e unha educación ambiental da poboación. Require, por tanto, unha nova cultura da auga.

A combinación dun tratamento anaerobio seguido dun leito de plantas presenta os máis baixos custos de instalación e operación, non consume enerxía e xera a menor cantidade posíbel de lodo



REFERENCIAS:

- Comisión Europea (2001). Name and Shame Seminar on City Sewage. Informe da Comisión do 19 de marzo de 2001 (<http://europa.eu.int/comm/environment/whatsnew.htm>).
- ECODES. Fundación Ecología y Desarrollo. Diferentes publicacións sobre o uso eficiente da auga. <http://www.ecodes.org>. Zaragoza.
- Lens, P; Zeeman, G. e Lettinga, G. (Ed.) (2001). Decentralised sanitation and reuse; concepts, systems and implementation. IAW Publishing, London.
- Ruiz, I., Álvarez, J.A. e Soto, M. El Potencial de la Digestión Anaerobia en el Tratamiento de Aguas Residuales Urbanas y Efluentes de Baja Carga Orgánica. En GRANDE, Nuno, ARROJO AGUDO, Pedro y MARTÍNEZ GIL, Javier (coords.), Una cita europea con la nueva cultura del agua: la Directiva Marco. Perspectivas en Portugal y España. II Congreso Ibérico sobre Planificación y Gestión del Agua. Junta de Andalucía, Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha, Fundación Calouste Gulbenkian, Universidad de Zaragoza, Institución "Fernando el Católico", Zaragoza, 2001. I.S.B.N. 84-7820-620-5. Libro CD-ROM.
- Soto, M. (1994). Depuración de augas residuais. En Os residuos na Galiza. VV.AA. Baia Ed., A Coruña.
- Soto, M.; Gómez, M. e Presas, J. (2001). Depuración de augas residuais mediante zonas húmidas: proxecto para a sua aplicación nun núcleo rural. <http://www.cepis.ops-oms.org>. 1º Premio do I Concurso Medioambiental do Concello de Santiago - Modalidade Ecoideas.
- UNCED (1992). Declaración de Río sobre Desenvolvemento e Medio Ambiente. Conferencia das Nacións Unidas, Río de Janeiro, 3-14 de xuño de 1992.
- Xunta (1998). Segundo plano de saneamento de Galicia. Xunta de Galicia, Santiago de Compostela.

- Reducción do uso de substancias químicas
- Substitución das substancias químicas
- Reciclaxe/renovación dos baños de tratamento discontinuo
- Reuso da corrente residual
- Recuperación de substancias presentes da corrente residual
- Uso de procesos alternativos
- Tratamento das correntes residuais (independentemente ou de modo integral).

Dacordo con estes principios xerais, o desenrollo de tecnoloxías limpas non é un camiño unívoco senon que en cada caso pode tomar múltiples direccións. A continuación farase referencia a un sector industrial moi característico e de grande importancia en Galiza, como é o da conserva de produtos mariños, e indicaranse algunhas das pautas usadas para minimizar e tratar de forma máis efectiva os seus efluentes líquidos.

3.4. A INDUSTRIA CONSERVEIRA DE PRODUTOS MARIÑOS

A xeración de augas residuais na industria conserveira é moi importante dados os volumes de auga que se utilizan no procesado das materias primas. As características e o caudal de vertido global varían de forma notabel co tempo, dependendo do proceso que se esté a realizar na fábrica. Por exemplo, as augas de cocción e desangrado presentan un elevado contido en materia orgánica, mentres que a corrente xerada na esterilización das latas vértese practicamente limpa e as augas utilizadas nas operacións de lavado e arrastre conteñen unha cantidade importante de sólidos en suspensión. Isto dá lugar a un efluente global con grandes picos de caudal, carga orgánica e sólidos. Tamén hai que ter en conta que hai liñas de produción estacionais, por exemplo, a liña de mexillón, que pode supor ata un 50% do caudal global de vertido, somentes opera durante 4 ou 5 meses ao ano.

Debido á utilización de auga de mar e salmoiras nas distintas etapas do proceso, unha característica importante dos efluentes é a súa alta salinidade así como a presenza de sulfato. A carga contaminante procede basicamente da materia prima principal, o peixe, con aportación limitada doutras materias auxiliares como a sosa cáustica, utilizada para lavar as parrillas de cocción, sal e líquidos de cobertura. Polo tanto, trátase de augas con biodegradabilidade media-alta, condicionada ao seu contido salino, sendo relativamente inocuas en canto a salubridade ao non conter compostos tóxicos nen contaminación bacteriana [2,3].

A busca de tecnoloxías limpas dentro deste sector está sendo axudada por diversos estudos levados a cabo que tentan resumir todas aquelas medidas específicas que supoñen a mellor operación do proceso con menor xeración de residuos. Neste sentido, estanse levando a cabo diversos manuais ou “libros brancos” por parte de diversas administracións como a Xunta de Galicia, o Goberno Vasco, etc. O manual desenrolado polo IHOBE [4] é un claro exemplo destes documentos. En concreto, este manual presenta toda unha serie de indicacións para reducir as emisións de efluentes, sendo a súa grande virtude que é moi específico para este sector industrial indo máis alá das frases xenéricas como as mencionadas no apartado 2 deste artigo. A táboa 1 recolle unha serie de recomendacións presentes neste manual, as cales están encadradas en diversos epígrafes tales como “*Boas prácticas operativas*”, “*Cambio de materias primas*” ou “*Recirculación en fábrica*”, “*Cambios tecnolóxicos*”, “*Cambios en produtos*”, que fan referencia ao tipo de medida e ao tipo de operación implicada.

Na industria conserveira xéranse elevados volumes de augas residuais, de características que varían de forma notábel co tempo, dependendo do proceso que teña lugar na fábrica



ANEXO. RELACIÓN DE BIBLIOGRAFIA E DOCUMENTACIÓN SOBRE AUGA E SUSTENTABILIDADE

Abramovitz, J.N. (1998). Aguas amenazadas, futuro empobrecido. El declive de los sistemas de agua dulce. Ed. Bakeaz, Bilbo.

ADEGA (2001). Os peixes dos rios galegos. Calendario ADEGA 2002, Compostela, decembro 2001.

Aguilera (1998). En La gestión del agua en España y California. Arrojo, P e Naredo, J.M. Ed. Bakeaz, Bilbo.

Aranda, J.L. (2000). O interese xeral en relación cos diferentes usos da auga. Xornada Científica sobre a Auga e os Rios. ADEGA, Santiago de Compostela, xuño de 2000.

Bouza-Brey, F (1973). La Mitología del Agua en el Noroeste Hispánico. Discurso lido o 27 de xullo de 1941 na súa recepción pública por Fermín Bouza-Brey Trillo. Real Academia Galega, Vigo.

Brufao, P. (2002) La Directiva Marco del Agua: Aspectos jurídicos e institucionales. *Xornada de debate e divulgación ambiental, ADEGA, A Coruña, marzo de 2002.*

Díaz-Fierros, F. (Ed) (1996). As Augas de Galicia. Consello da Cultura Galega, Santiago, 1996.

Díaz-Fierros, F (2000). Coñecimento e evolución do medio físico en Galiza. En *25 Anos de Medio Ambiente e Ecoloxismo na Galiza*. Ed. ADEGA, Santiago de Compostela.

Díaz-Fierros, F. (2000b). A calidade das augas subterráneas. Xornada Científica sobre a Auga e os Rios. ADEGA, Santiago de Compostela, xuño de 2000.

ECODES. Fundación Ecología y Desarrollo. . Diferentes publicacións sobre o uso eficiente da auga. Zaragoza.

FEG (2000). Alegación ao plan de explotación hidráulica de Galicia, Revista Cerna, nº 31, pax. 19-29.

Fernández, F. (2000). A saúde ambiental das rias. Xornada Científica sobre a Auga e os Rios. ADEGA, Santiago de Compostela, xuño de 2000.

FNCA (2001). <http://www.us.es/ciberico/manifiestofncaport.html>

Fraguas, A. A mitoloxía da auga. En *As Augas de Galicia*. Díaz-Fierros, F. (Ed). Consello da Cultura Galega, Santiago, 1996.

Garces, A. (2000). Participación e xestión institucional da auga: de Itoiz a Yesa. Xornada Científica sobre a Auga e os Rios. ADEGA, Santiago de Compostela, xuño de 2000.

