

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.

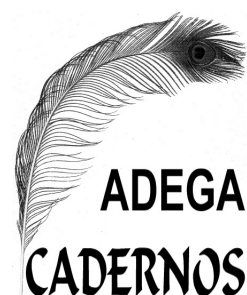
A base para a ineficiencia está, por tanto, asentada na mecanística da tomada de decisións dentro do actual modelo de saneamento, xa que non se optimizan as actuacións no seu conxunto, en función dos obxectivos ambientais globais, ao tempo que adquiren peso excesivo necesidades conxunturais xunto coa 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 percatare 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 dalgunhas tecnoloxías en particular. A descrición mais 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 conseguente 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 medio 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 incumpría 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(Tui), 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 dicir 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 vertederos 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 per-
soas vense afectadas
por diversas enfermi-
dades 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 impide 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.

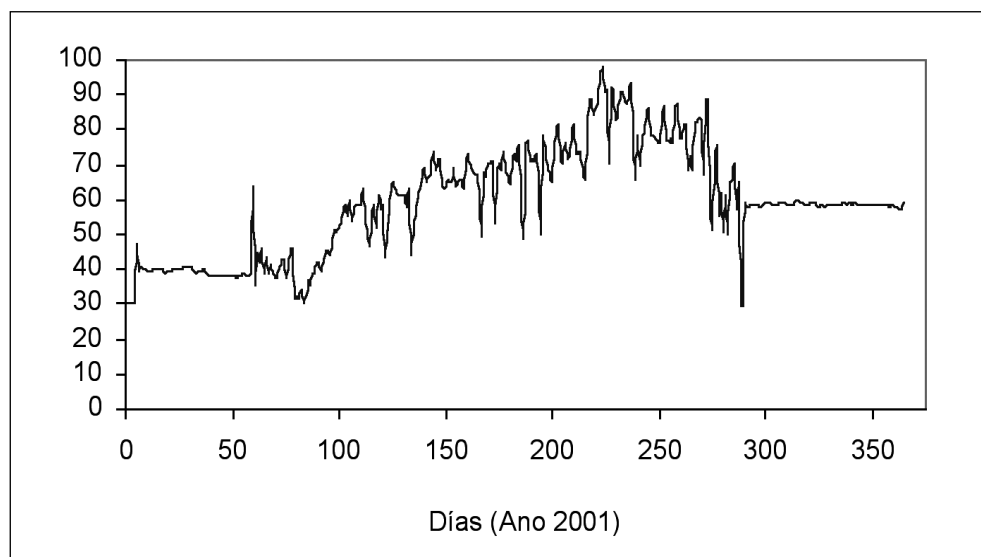


Figura 1. Caudal tratado na estación depuradora de Santiago de Compostela durante o ano 2001 (% do caudal total)

- A tecnoloxía de depuración mais extendida 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.

Táboa 2. Eficacia de depuración das principais tecnoloxías de tratamento de efluentes residuais				
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

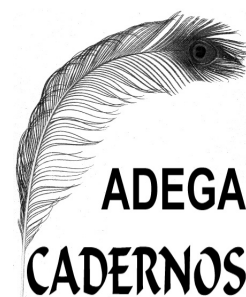
DBO: Demanda bioquímica de oxíxeno. UASB: upflow anaerobic sludge bed (Dixestor anaerobio en fluxo ascendente). Zonas húmidas construídas: depuración mediante macrófitas.

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)

Táboa 3. Custos e outros aspectos relativos á operación das principais tecnoloxías de tratamento de efluentes residuais				
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.



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 mais económico e con un menor consumo enerxético. Porén, moitas alternativas de prevención en orixe, aproveitamento de recursos e aplicación dos tratamentos mais axeitados a cada tipo de residuo 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.

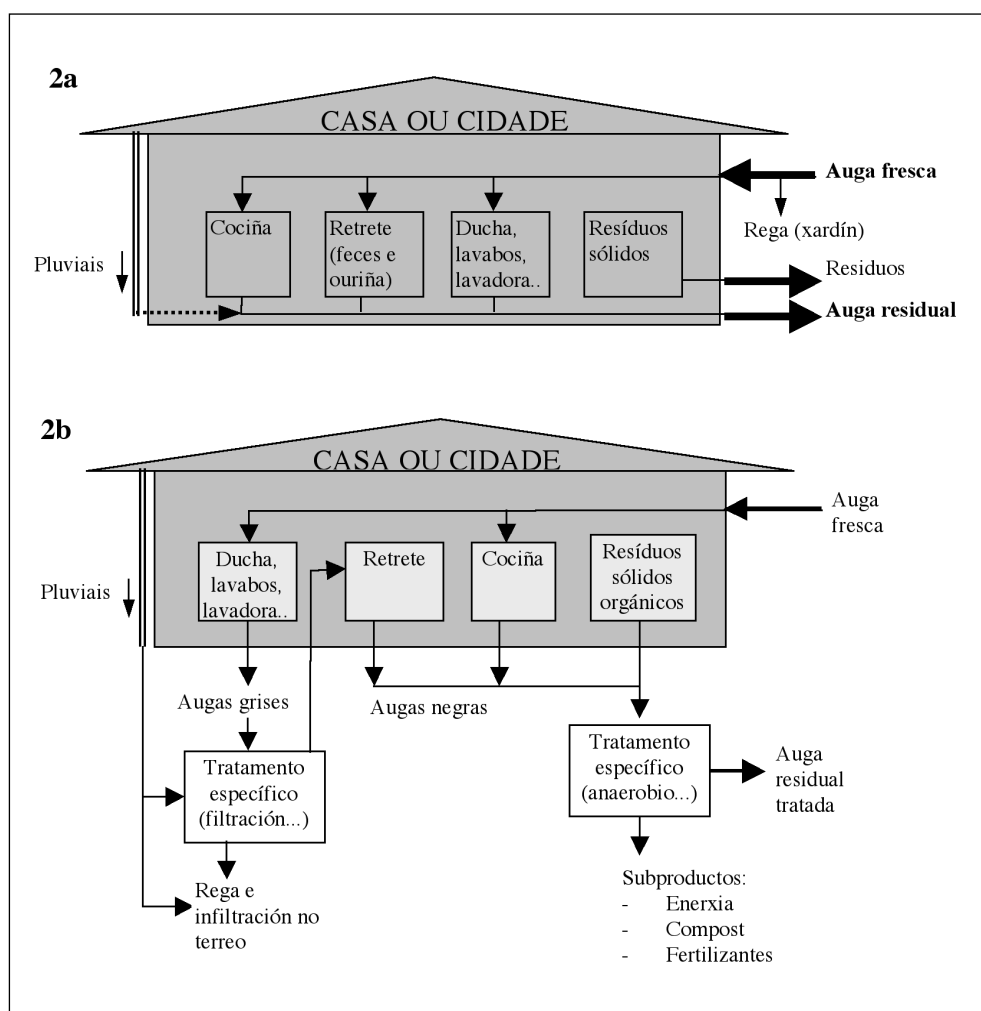


Figura 2. Orixe das augas residuais nas actividades domésticas e modelos de saneamento

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:

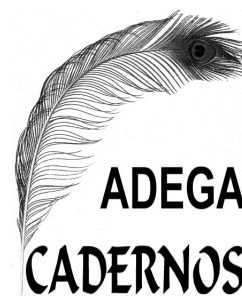
- A modificación dos hábitos cotidianos de uso da auga
- Os equipamentos domésticos de baixo consumo de auga fresca
- O aproveitamento dos recursos contidos nos residuos e nas augas residuais
- A recollida separada e tratamento específico de diferentes correntes residuais
- As tecnoloxías de depuración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

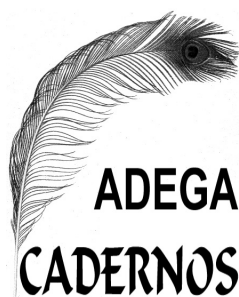
^aConsumo de auga con equipamentos convencionais.

^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/persoas até só 105 l/persoas, 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%

Táboa 5. Xeración de augas residuais e cargas contaminantes por fontes nos fogares

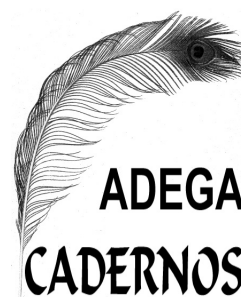
	Retrete		Cociña	Baño e lavadora	Total	Rango*
	Feces	Ouriña				
Caudal (m ³ /ano)	8	11	18	18	55	-
DBO (kg/ano)	7.3	1.8	11	1.8	21.9	10-35
DQO (kg/ano)	22.0	5.5	16	3.7	47.2	20-80
Nitróxeno (kg/ano)	0.4	4.0	0.3	0.4	5.1	3-7
Fósforo (kg/ano)	0.2	0.5	0.07	0.1	0.87	0.4-2
Potasio (kg/ano)	0.4	0.9	0.15	0.15	1.6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

*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

¹Tratamento terciario convencional (centralizado).

²Tratamento 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 chuvia.

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.

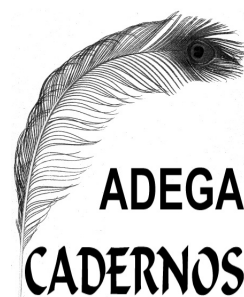
Os custos dun sistema deste tipo, altamente tecnificado polo sistema de vacío en retretes e vacío e triturador en cociñas, son competitivos coas tecnoloxías convencionais. Os resultados ambientais móstranse na táboa 6. Melloras similares ou superiores pódense conseguir con alternativas menos tecnificadas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

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

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.



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.