

8 UN CAMBIO DE DIRECCIÓN CARA AO USO SUSTENTABLE DA AUGA NA SOCIEDADE DO CAMBIO CLIMÁTICO

Responde co que sabes agora

- Que respostas propós para conseguir que a agricultura sexa máis respectuosa coa calidade e coa cantidade de auga?
- Que medidas podemos adoptar para diminuír os conflitos pola auga?
- Que aspectos cómpre coidar na xestión das cuncas hidrográficas para manter a cantidade e calidade de auga necesaria?
- Que medidas propós para aumentar a potabilidade e o aforro da auga para a mitigación e adaptación ao cambio climático?

Cuantificar para solucionar

A ciencia e técnica para entender os problemas e buscar solucións necesitan da toma de datos e de métodos de análise. Por iso diante dun reto tan complexo como é a escaseza e perda de calidade da auga na sociedade do cambio climático, necesítanse conceptos que permitan cuantificar e clasificar os problemas máis vinculados á auga, en especial no sector agrícola, como sector que, como vimos, está máis vinculado á escaseza da auga e á súa perda de calidade. Entre estes conceptos destacan a auga virtual e a pegada hidrolóxica.



Custos ambientais e principio de recuperación de custos

O feito de que sexa necesario dispoñer de auga suficiente para satisfacer as necesidades básicas non significa que non deba ter un custo para o usuario final. Actualmente a auga sae proporcionalmente máis cara nas rexións máis pobres, tendo moitas veces que dedicar horas dun día das persoas e facer duros traballos para conseguila.





Por iso os gobernos deben proporcionar auga suficiente a todas aquelas comunidades que se atopan en situacións de pobreza e non poden pagar a auga que consumen. Pola mesma razón, deben ter unha avaliación de custos ambientais e sistemas de cobro eficientes para que recaian sobre os usuarios, na medida das súas responsabilidades no uso do recurso. Estes custos teñen que contemplar o custo ambiental directo e o indirecto.

Enténdese por custo ambiental directo dun uso e dunha masa de auga o custo mínimo para evitar ou repoñer as perdas de cantidade e calidade da auga nun ámbito concreto, polo menos ata que se acaden uns obxectivos mínimos de calidade.

Porén, o custo ambiental indirecto propónse para os ecosistemas, e refírese aos efectos que a degradación da calidade ten para os organismos, ecosistemas e paisaxes vinculados a unha ou varias masas de auga.

Estes custos ambientais poden referirse tanto á conservación e restauración dos organismos e das paisaxes interiores dunha masa de auga ou cunca fluvial, ou ben aos custos de restauración da deterioración ecolóxica ocasionada noutros territorios relacionados coa deterioración nesa cunca ou territorio.



Figura 1. Lagoa de Antela

- As patacas cultivadas nun acuífero que se desecou con ese fin e que hai que regar durante o verán, teñen o mesmo custo de produción que aquelas que se desenvolven só con augas da choiva? Xustifica a resposta.

A diminución dos custos ambientais é o camiño a seguir para acadar a xestión sustentable da auga, e iso supón que se debe reducir a demanda, e polo tanto hai que impulsar o fomento do aforro. Para conseguilo hai que universalizar os contadores e afinar os datos reais de

consumo e adoptar políticas de prezos que permitan recuperar os gastos dos servizos prestados.

Tal e como se enuncia neste apartado, para solucionar calquera problema necesitamos datos. Sen contadores xeneralizados para medirmos o consumo da auga non temos datos, e sen datos non é posible xestionar a demanda dun xeito racional. Por iso os organismos encargados da xestión necesitan dispoñer de datos para poderen facturar os metros cúbicos consumidos. O problema da ausencia de contadores podemos dicir que é un problema dos países ricos, porque para os países pobres a súa prioridade é teren billas.

Na actualidade, os países ricos estamos instalados nunha cultura do consumo compulsivo e no dispendio da auga. Isto é unha herdanza das estratexias de oferta, que ata o de agora foron moi populares, e por iso os gobernos se apuntaron a propiciar un consumo abusivo da auga. Nos últimos anos as políticas de xestión de custos da auga nos países da Unión Europea estiveron orientadas polo artigo 9 da Directiva Marco da Auga (DMA), que establece o principio de recuperación de custos, e cuxa aplicación fíxose de obrigado cumprimento no ano 2010.

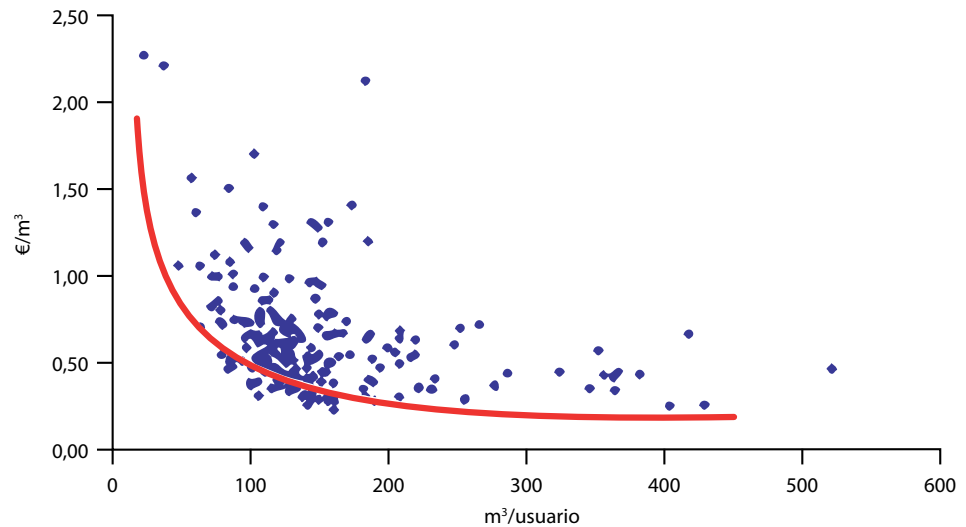
Este principio supón a aplicación de políticas de prezos que impliquen pagar os prezos reais da auga, en relación ao que custa producila e poñela a disposición dos cidadáns, integrando na factura os custos ambientais. Obviamente, este é un principio para os países ricos, porque nos países pobres teñen que dedicar unha parte considerable dos seus ingresos á compra de auga nos mercados, porque as redes de abastecemento só chegan ás clases sociais máis favorecidas economicamente. Por iso os pobres son cada vez máis pobres e están a dedicar á compra da auga uns recursos económicos cos que poderían atender outras necesidades.



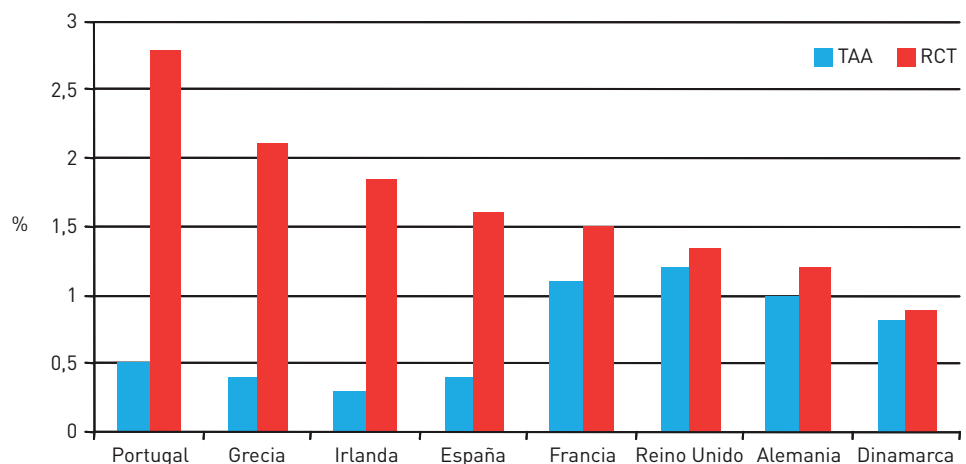


- Segundo o Instituto Nacional de Estadística (INE), o prezo medio da auga na Comunidade Valenciana era de $0,71 \text{ €/m}^3$ no ano 2001 e $0,83 \text{ €/m}^3$ no ano 2003. Os prezos medios correspondentes en España eran de $0,77 \text{ €/m}^3$ e $0,86 \text{ €/m}^3$ respectivamente. Á vista destes datos, cres que eses prezos están a transmitir unha aplicación de recuperación de custos?
- Os prezos medios de Galicia neses dous anos, segundo a mesma fonte de información, foron $0,6 \text{ €/m}^3$ e $0,62 \text{ €/m}^3$. Cales están máis próximos ao principio de recuperación de custos? Xustifica a resposta.
- As tarifas de Valencia inclúen o gasto de persoal, do consumo de enerxía e da amortización das instalacións urbanas. Nos últimos anos fixéronse grandes infraestruturas hidráulicas como a presa de Tous, a canle Júcar-Turía, a planta depuradora de Picassent e a depuradora de Pinedo. Segundo o dito, están contempladas nas tarifas? En que medida haberá que tomar en consideración estas obras?
- O prezo de auga de Murcia, no no 2003, era de $1,08 \text{ €/m}^3$, xusto cando se estaban a poñer en marcha proxectos urbanísticos moi vinculados a campos de golf. Sobre este contexto responde:
 - En que porcentaxe superaba no 2003 o prezo da auga de Murcia ao da auga de Galicia?
 - Cres que, nese contexto urbanístico, as urbanizacións con campos de golf contribuían a unha recuperación de custos? Xustifica a resposta.

Cando os custos da auga son moi baixos para o consumidor, o consumo diario por persoa supera 1 m³ por persoa e día, unha cantidade que sen dúbida ningunha está fóra das necesidades racionais. Isto é moi evidente na seguinte figura, que mostra como a suba de prezos que se está a experimentar na Comunidade Valenciana dende o 2003 está a repercutir na diminución do volume de auga consumido por cada persoa.



Unha vez que se pon en marcha a aplicación do artigo 9 da DMA, os aumentos do prezo por encima da inflación prodúcense en estados do norte de Europa, coma o Reino Unido. Esta tendencia debemos seguila todos os países se queremos achegarnos ao principio de recuperación de custos. Resulta cando menos curioso que os estados con menos estrés hídrico recuperen mellor os custos que os que estamos en rexións onde a dispoñibilidade de auga é menor. Estas diferenzas aprécianse con claridade na gráfica na que se representan as tarifas actuais fronte as calculadas na recuperación total de custos, expresadas como valor porcentual da renda per capita do estado.

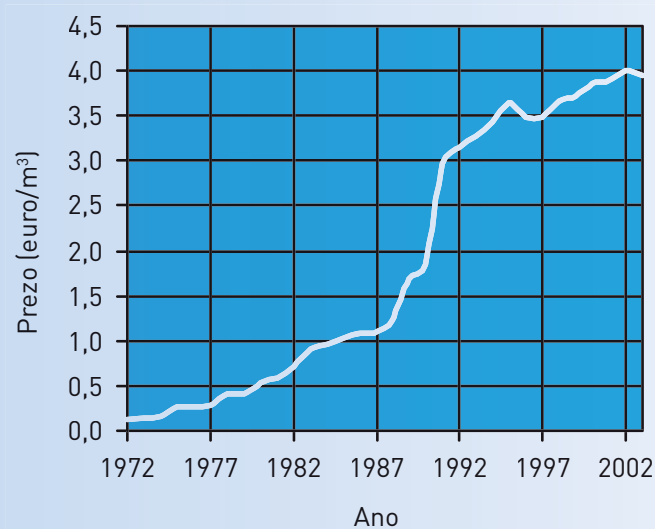


● Á vista da gráfica, cales son os 3 Estados que máis se aproximan en recuperación de custos?, cales son os 4 países? En que rexión están situados os dous grupos?



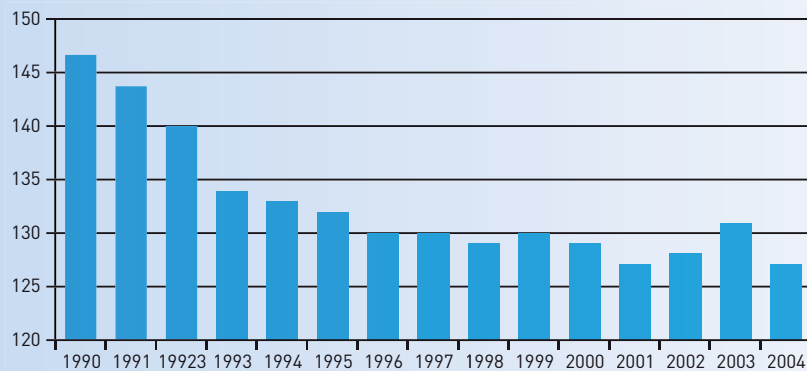


- Á vista da evolución do prezo da auga potable en Copenhague, en que proporción subiu o prezo da auga na década 1982-1992 en relación á década anterior?



- ● Á vista da evolución dos consumos unitarios medios en Alemaña:

- Que conclusións extraes da gráfica para xustificar que os alemáns nos últimos anos aumentasen de xeito significativo a instalación de dispositivos e estratexias de aforro de auga?
- Por que en España non se están a facer os mesmos investimentos que se fixeron en Alemaña?
- Dende a última década do século pasado ata o ano 2004 houbo un ano moi seco en Alemaña, cal foi?
- En Galicia no ano 2004 consumíamos 155 litros por habitante e por día de media, e no conxunto de España 171. Segundo estes datos, é correcto afirmar que canta máis auga ten un Estado, máis elevado é o consumo dos seus cidadáns? Xustifica a resposta.



España ten por tradición subsidiar os custos da auga nun 75 % na auga urbana e moito máis na agrícola. Isto explica que os consumos unitarios sexan moi superiores aos de outros países que recuperan custos.

A aplicación do principio de recuperación de custos, que deben incluír sempre os ambientais, incentivan dobremente o aforro. Polo prezo que ten a auga, o usuario sente a necesidade de non malgastala. A aplicación deste principio non ten por que ser máis custosa para o cidadán, porque o 75 % que está subsidiando o Estado pagámolo dos nosos impostos. A aplicación do artigo 9 da DMA vai tomando forma, polo que a recuperación de custos xa empeza a evidenciarse, e paralelamente haberá que adoptar dispositivos, estratexias e hábitos de aforro, entre os que se poden destacar:

- Aireadores que, inxectando aire, diminúen o consumo de auga sen que o usuario a penas o perciba; podendo acadarse aforros de ata o 40 %.
- Billas con reguladores de caudal que limiten o fluxo, independentemente da presión que se subministre; e con temporizador e sensores incorporados que garantan que, cando non sexan necesarios, o seu consumo sexa cero.
- Inodoros de baixo consumo de auga.
- Dispositivos de redución do caudal da ducha, coma os cabezais eficientes.
- Lavadoras ecolóxicas.
- Lavalouzas ecolóxicos.

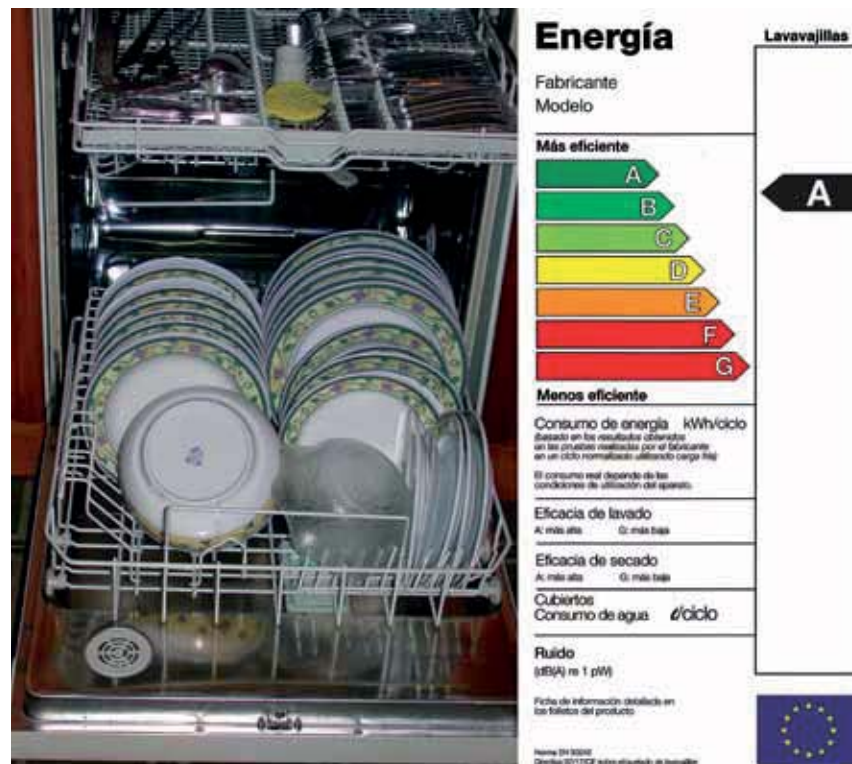


Figura 2.





Cores de auga para medir

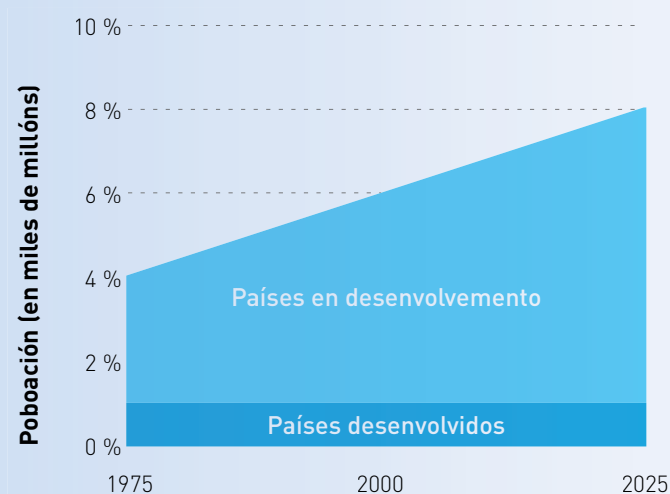
Aínda que a nivel mundial só se rega a quinta parte da superficie de cultivo, o regadío produce o 40 % das colleitas. Logo as terras en regadío producen entre dúas e tres veces máis que as terras non regadas.

Actualmente, do total da superficie emerxida do planeta, o ser humano utiliza para labrar o 11 %, como pastos o 24 % e outro 31 % para forestar. O resto da superficie emerxida do planeta, sobre un terzo restante, ou é demasiado frío, ou con demasiada pendente, ou demasiado árido para o cultivo de plantas.

Xa se está a utilizar practicamente toda a terra cultivable, e de aquí ao ano 2050 as previsións demográficas da ONU son que dos máis de 6.500 millóns de habitantes actuais do planeta, pasemos case a 10.000 millóns de persoas. Como alimentar entón a poboación mundial? Pois ou ben aumentando a superficie cultivada ou ben aumentando a produtividade das terras de cultivo, é dicir, producindo máis en cada parcela cultivada. Para iso, a dispoñibilidade de auga e a posibilidade de utilizar novas terras en regadío aparece como unha necesidade de cara ao futuro inmediato.

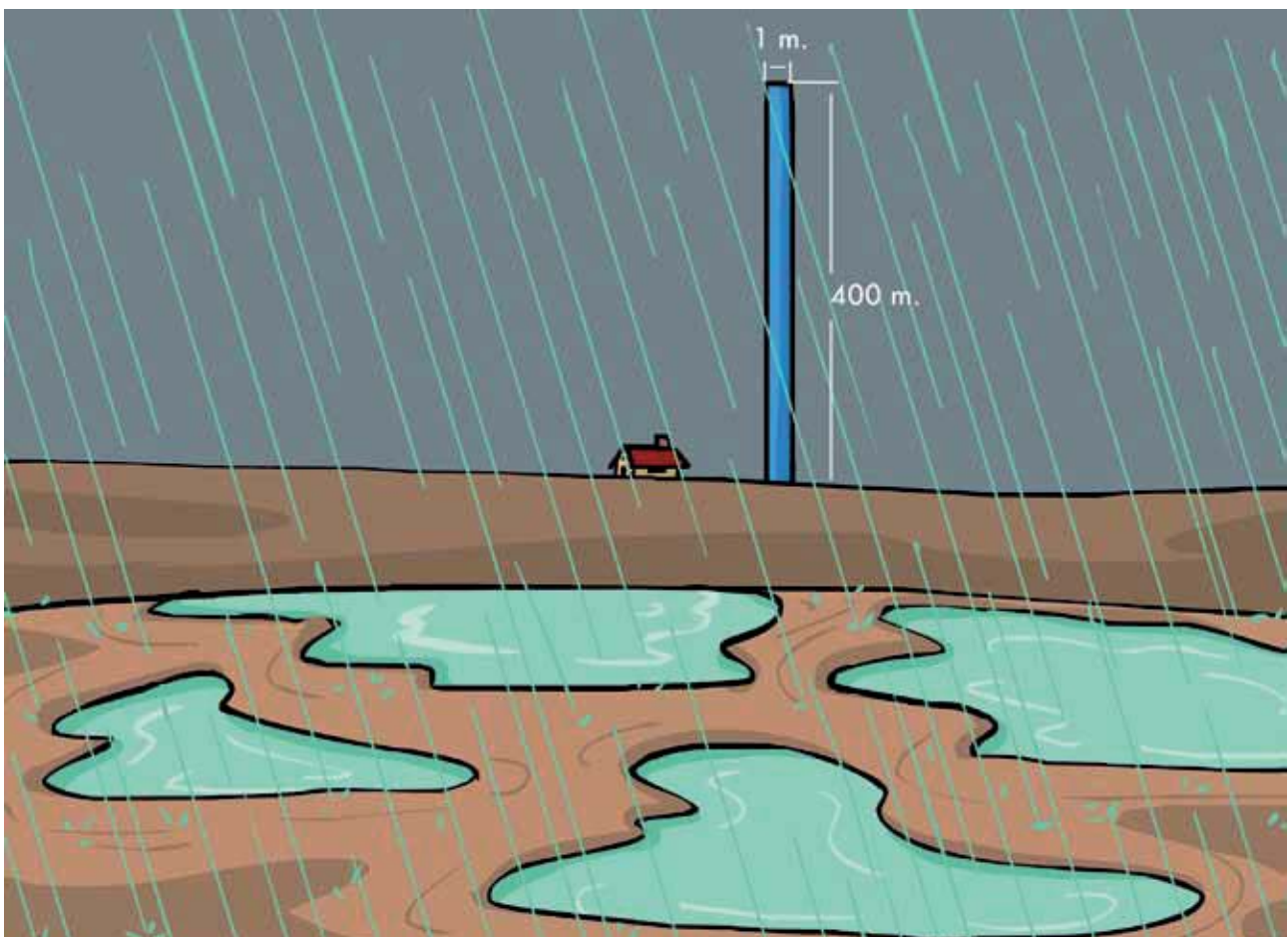
O regadío é, pois, altamente produtivo. Non obstante, esta tendencia de expandir o regadío non se pode manter indefinidamente, xa que non hai auga dispoñible en moitas áreas. Os expertos, a día de hoxe, pensan que a auga será o recurso máis limitador para estender a produción de alimentos no século XXI.

- Que relación existe entre auga e produción de alimentos?
- Á vista desta gráfica, responde:
 - Que diferenzas existen entre o crecemento da poboación dos países desenvolvidos e a dos países en desenvolvemento?
 - Que relación ten cos datos de previsión de aumento de poboación para o 2050?
 - Que posibles problemas nos anuncia e cales cres que serán as políticas que impulsará?



Os cultivos teñen dúas fontes de auga para o seu desenvolvemento. A primeira correspóndese coas precipitacións que acontecen de forma natural, que almacenan auga no solo e que logo, a través da súa absorción polas raíces, é evapotranspirada polos cultivos a través das follas. É a que se vén denominando **“augas verdes”**. Esta é a auga que está no solo de forma natural e permite o desenvolvemento dos bosques, das praderías, das devesas, das sabanas e demais ecosistemas naturais. Coñécese tamén como a auga do solo ou da zona saturada e, polo tanto, tal e como vimos no capítulo 2, vólvese evaporar directamente dende o solo e por transpiración das plantas.

A estimación da auga que se necesita para obter a biomasa dos cultivos é un reto actual para a agricultura sustentable. Esa cantidade coñécese como **auga virtual**, concepto que se refire, xa que logo, á auga que, sen intervención humana, era necesaria para producir alimentos noutro sitio diferente ao do consumo. Por outro lado, a suma de toda a auga virtual que necesitan consumir os cidadáns dun país ou dunha rexión para atender as necesidades de bens e servizos é o que se coñece como **pegada hidrolóxica**.



Así e todo, as colleitas tamén se poden regar artificialmente, denominándose o conxunto de augas de rega como **“augas azuis”**, en contraposición ás “augas verdes”. É a parte do ciclo hidrolóxico que modificamos mediante encoros e canais. As augas azuis, á súa vez, poden ter dúas orixes diferentes: augas superficiais (como a procedente de lagos, encoros ou pantanos), e augas subterráneas ou dos aquíferos, que son bombeadas á superficie para o seu posterior uso no regadío. A nivel global e anual úsanse para regar uns 400 millóns de hectáreas, do orde de 2.000 a 2.500 km³/ano.





Por iso é moi importante introducir o aforro nos usos de augas azuis e verdes, polo que se están a desenvolver e mellorar estratexias e dispositivos, entre os que destacan:

- Rega gota a gota.
- Sistemas de rega por aspersión deseñados para o tipo de cultivo.
- Agrupación de especies no xardín baseada na cantidade de auga que precisan.
- Axuste dos tempos de rega ás necesidades de cada época do ano.
- Plantación de plantas autóctonas.
- Instalación de interruptores automáticos de corte de auga de rega en canto se detecte que empeza a chover.

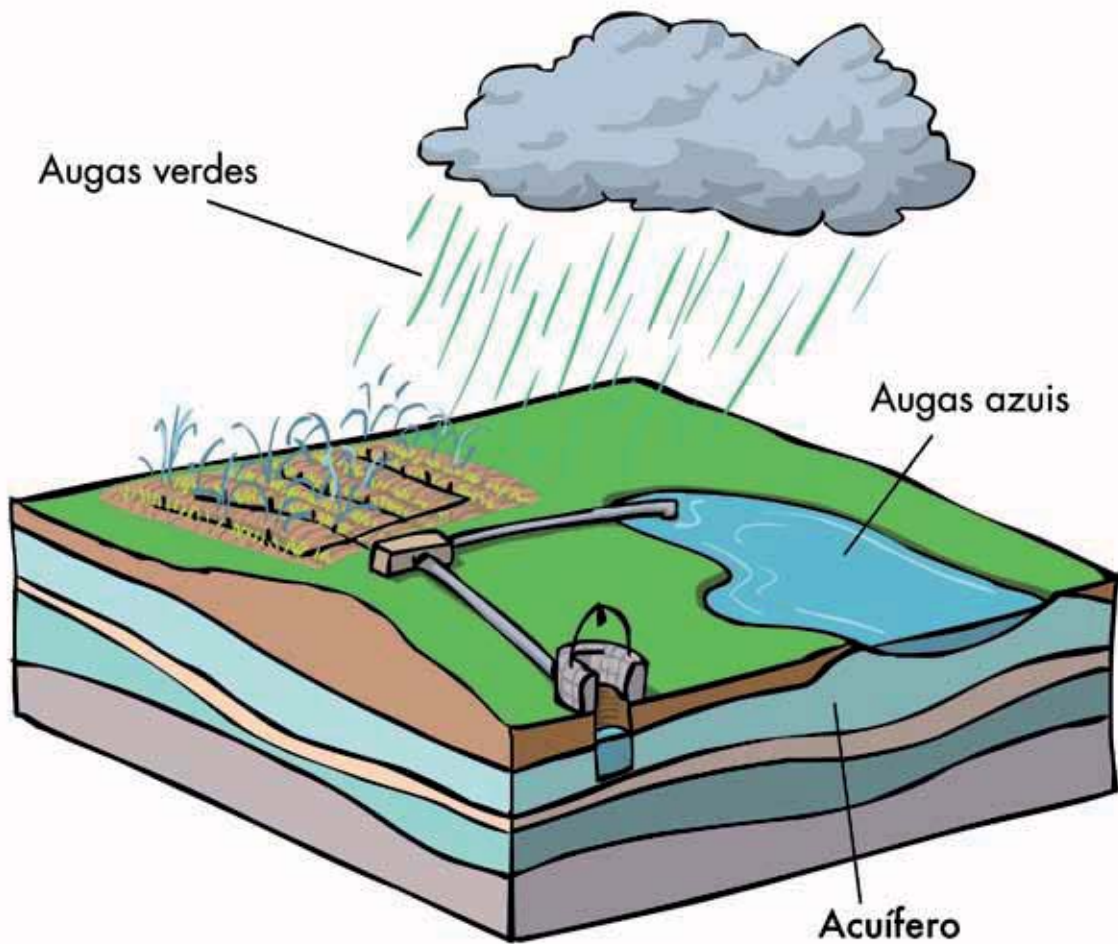




Figura 3.

- Indica cultivos e plantacións que se manteñen en Galicia con augas verdes sempre, os que requiren sempre augas azuis.

Outras categorías de tipos de cores fan referencia non ao tipo de orixe no ciclo hidrolóxico, senón á contaminación. Así, falase de “augas amarelas” para referirse a augas de salinidades elevadas, de “augas negras” para referirse a augas residuais con contaminantes fecais e de “augas grises” para augas residuais non fecais.

O cómputo da cantidade de augas contaminadas dos tres tipos é tan importante como o da concentración dos contaminantes que conteñen. Deste xeito, cabe a posibilidade de propoñer a transformación dun tipo de auga contaminada noutra de contaminación menor, incorporando auga non contaminada. O volume de auga non contaminada que hai que engadir para diluír convértese nunha medida da contaminación.



Figura 3.





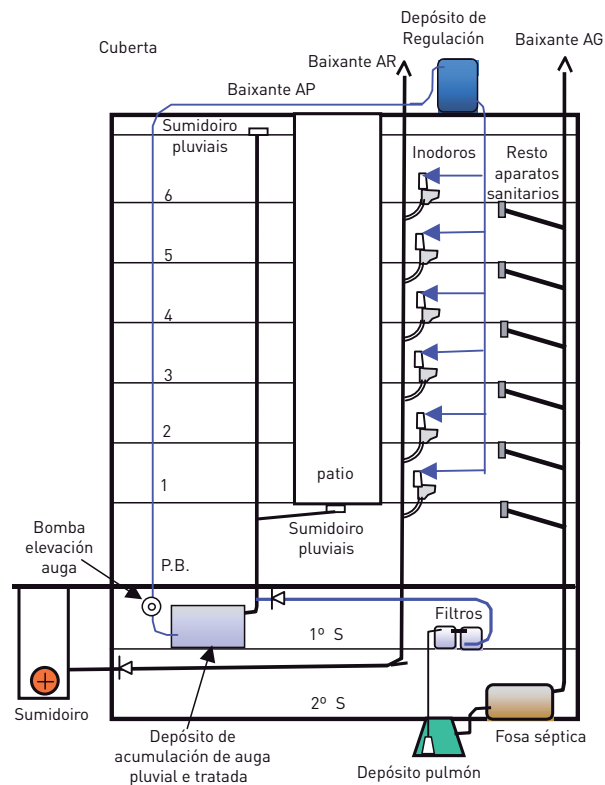
As augas negras e grises difiren bastante na súa composición e perigosidade, xa que as augas negras son moito máis perigosas, polo seu contido en microorganismos que poden producir graves enfermidades se entran en contacto coa auga de abastecemento para consumo humano e a contaminan. Isto é moi frecuente en países do terceiro mundo. Como xa se comentou, estes países atópanse sen infraestruturas de saneamento en condicións, co que hai moitas filtracións que contaminan pozos de abastecemento, ou as correntes de auga das que se obtén a auga para consumo humano.

As augas grises non teñen esa compoñente biolóxica, pero si teñen en disolución outro tipo de contaminantes como produtos de limpeza, deterxentes, xabóns e materia orgánica diversa. Nos países desenvolvidos hai unha tendencia a crear dúas redes de saneamento diferenciadas, para as augas negras e as grises, de xeito que poidan seguir tratamentos de depuración distintos; se ben o máis normal, a día de hoxe, é un único sistema de saneamento onde se verten as augas negras e grises, e se conducen posteriormente cara a algún sistema de depuración.

- Pon dous exemplos da vida cotiá que xeren augas negras e dous exemplos que xeren augas grises. Propón medidas para tratalas.

As augas grises poden reutilizarse a nivel doméstico, sobre todo na descarga de inodoros, que se poden asociar con augas da choiva que se recollen en depósitos. Este tipo de instalacións cobran especial relevancia de cara a proxectos de bloques de vivendas. Nos planos dos bloques que queiran incorporar estes sistemas de aforro de auga mediante a reutilización de augas grises, as cisternas dos inodoros están deseñadas para se alimentaren da auga procedente de duchas e lavabos, que se xunta coa auga da choiva recollida dos tellados. Estas augas deben ser tratadas para lles retirar escumas e graxas antes de ser reutilizadas nos inodoros.





- En Alemaña a reutilización de augas grises e a captura das augas da choiva son máis frecuentes que en España; ten que ver co clima? De non ser así, busca outras posibles explicacións.
- A medida que aumentan as urbanizacións en Alemaña con estes sistemas de xestión de auga, están a diminuír os vertidos á rede de sumidoiros, diminuindo a escorrentía. En Alemaña diferencian as facturas da drenaxe da auga en dous bloques, un corresponde ás augas negras e outro ás augas da choiva. Que obxectivo cres que persegue esta diferenciación?

Auga virtual

Este concepto foi acuñado por Allan en 1998, quen denominou auga virtual dun produto á auga que foi necesario consumir durante a elaboración deste, ben sexa un produto agrario, industrial, ou un servizo. Por exemplo, para producir un quilo de millo son necesarios 1.500 litros de auga, e para fabricar unha camiseta de algodón consúmense uns 4.100 litros de auga. Na táboa que se achega van máis exemplos de auga virtual calculados e comunicados en 2004 por Chapagain e Hoekstra.

Botella de cervexa (250 ml)	75
Vaso de leite (200 ml)	200
Rebanda de pan (30 g)	40
Camiseta de algodón (500 g)	4.100
Folio de papel A-4	10





Hamburguesa (150 g)	2.400
Un par de zapatos (de pel de vaca)	8.000
Carne de vaca (1 kg)	15.000
Carne de cordeiro (1kg)	10.000
Carne de polo (1 kg)	6.000
Cereais (1 kg)	1.500
Aceite de palma (1 kg)	2.000
Cítricos (1 kg)	1.000

Cando os habitantes dunha rexión ou dun país importan bens e servizos doutra parte, están a importar a auga virtual que foi necesaria para producir ese ben ou servizo. Por exemplo, cando un habitante de España importa un quilo de trigo de Arxentina, dalgunha forma podemos considerar que con ese quilo de trigo se importan virtualmente os 1.500 litros de auga que foron precisos para produci-lo na Arxentina. Desta forma, o habitante de España neste caso beneficiaríase do recurso da auga que foi necesario consumir noutro continente e noutro hemisferio, como sería este caso concreto de Arxentina.



Polo tanto, se un país exporta produtos cuxa produción esixiu moita auga, é equivalente a estar exportando auga, porque deste xeito o país importador non necesita utilizar auga nacional para producir ese produto, que podería dedicar a outros fins. Por iso é importante esta cuantificación, e sobre ela poñer en marcha políticas a nivel internacional que posibiliten que os países pobres importen produtos que lles permitan destinar os seus limitados recursos hídricos a outros usos, e conseguir así máis seguridade alimentaria e hidrolóxica.

O comercio de auga virtual estase a incrementar na actualidade, sobre todo polo abaratamento e pola mellora da rapidez do transporte, en especial do marítimo e ferroviario, que permite desprazamentos de grandes cargas. Así, por exemplo, o transporte marítimo dunha tonelada é da orde dun euro, o que supón un aumento do prezo do produto nunha cantidade bastante inferior a un céntimo de euro por quilo, sendo esta cantidade bastante independente da distancia. Isto explica, por exemplo, que os cultivos de kiwi en Galicia poidan producir kiwis que teñan dificultade para competir cos de Nova Zelandia, ou que poidamos estar comendo a finais do inverno mazás que veñen de países do hemisferio sur, como é o caso de Chile.

Todos os países exportan e importan auga virtual. É interesante que na balanza comercial os países teñan en conta a balanza de auga virtual, para que os países pobres aumenten as súas importacións e diminúan as súas exportacións, para centralas noutros produtos con baixa ou nula auga virtual.

- É o comercio de auga virtual unha boa medida para a mitigación do cambio climático? Xustifica a túa posición.

Pegada hídrica.

A pegada hídrica xorde do concepto anterior, se ben en vez de asociarse a produtos, asóciase a persoas ou grupos de persoas, e defínese como o volume de auga que é necesario para a produción dos bens e servizos que consumen esas persoas. Por iso podemos falar da pegada hídrica dun individuo, dos habitantes dunha cidade, ou da pegada hídrica dos habitantes dun país.

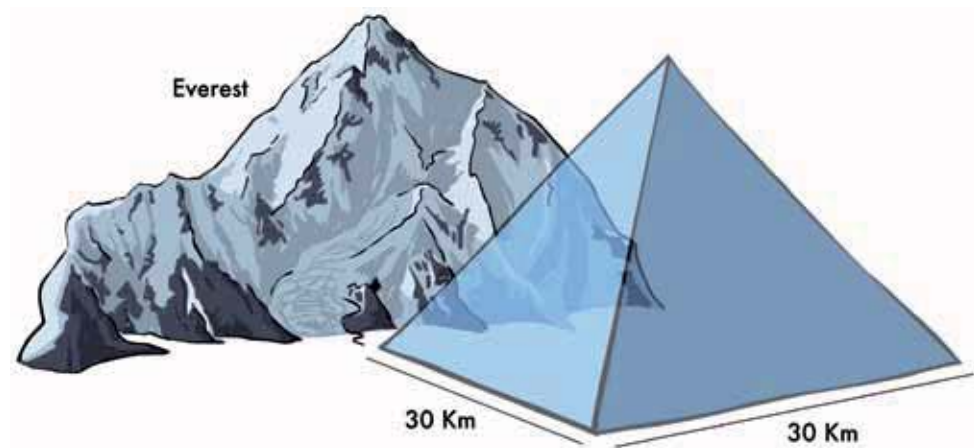




Este concepto foi acuñado por Hoekstra e Hung en 2002 co obxectivo de ter un indicador que relacione o uso da auga co consumo humano. Por iso pasa a ser un indicador moi interesante no cálculo da sustentabilidade, permitindo distinguir entre pegada hidrolóxica azul e pegada hidrolóxica verde.

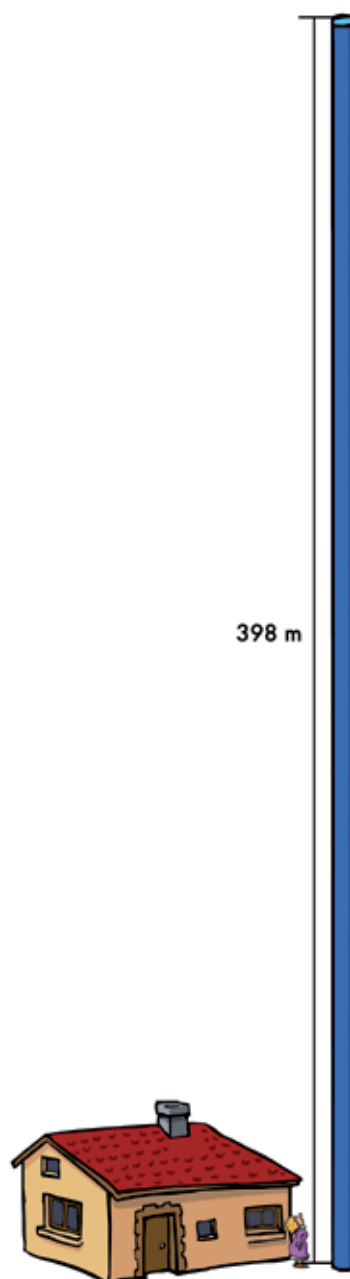
- Poderían usar os opositores aos transvasamentos o concepto de pegada hídrica para se opoñeren aos transvasamentos? Xustifica a resposta.

Diversos científicos estudaron a pegada hídrica total da humanidade, sumando a auga precisa para producir o conxunto de alimentos, produtos e servizos consumidos no planeta nun ano, despois de calcular un valor próximo a $7.500 \text{ km}^3/\text{ano}$. Sería como a auga acumulada nun xigantesco depósito que tivese a altura do monte Everest e de planta un cadrado duns 30 km de lado.



- Tendo en conta a poboación de Galicia e de España, calcula o volume do depósito da pegada hidrolóxica que corresponde á Comunidade e ao Estado e débúxao en escala e da mesma forma cuadrangular que o correspondente ao mundo, mantendo o mesmo lado de 30 km.
- O valor obtido deste xeito comparativo, correspóndese coas verdadeiras pegadas hídricas de Galicia e de España?

Na actualidade habitamos o planeta máis de 6.500 millóns de persoas, o que supón unha pegada hídrica media por habitante do planeta de 1.250 m^3 ao ano; ou o que é o mesmo, 1.250.000 litros ao ano, ou o volume de auga contida nun depósito cilíndrico que tivese un metro de diámetro e 398 metros de altura; ou 62 camións cisterna de 20.000 litros. Enténdese como pegada hídrica o consumo anual de auga para cada habitante do planeta.



- Busca os datos relativos ao aumento da poboación e, tendo en conta as previsións do cambio climático para o 2100, razoa sobre a comparación da pegada hídrica por habitante do planeta no 2100 en relación á actual.

Obviamente, a pegada hídrica é moi distinta entre países, e depende do tipo de agricultura que teña, da dieta dos seus habitantes (especialmente do consumo de carne fronte a alimentos de orixe vexetal), e do tipo de industria, e mesmo da orixe da enerxía primaria que se consume no devandito país. Por suposto, o clima é outro dos factores de importancia, pois nos climas calorosos as plantas necesitan transpirar máis auga para elaboraren unha mesma cantidade de materia orgánica.





A modo comparativo, a pegada hídrica de EE UU é de 2.500 m³/habitante e ano, moi parecida á de España, que é duns 2.300 m³/habitante e ano, e moi superior á de China, que é duns 900 m³/habitante e ano.

- Á vista das pegadas hídricas de EE UU, España e China, que cambios cres que son previsibles para o ano 2050? Xustifica a resposta.

Como nos pode axudar a pegada hídrica a racionalizar a xestión da auga na agricultura?

Os diversos autores que estudaron a pegada hídrica a nivel mundial están de acordo en asignar un valor próximo ao 20 % para a produción de bens e servizos, e un 80 % para a agricultura. Isto é un dato de extraordinaria importancia, pois permite coñecer con seguridade o que se estableceu no capítulo anterior, constatando así que é na agricultura onde están concentradas as maiores necesidades de consumo da auga, e que serán os esforzos que se realicen na agricultura os que permitan un maior aforro e sustentabilidade dos usos da auga.

O cadro dos valores da auga virtual indícanos que, por exemplo, para producir un quilo de carne fai falta 10 veces máis auga que para producir un quilo de cereal. A carne, polo tanto, ten un consumo virtual de auga importante. É dicir, fai falta moita auga para producir un quilo de carne con respecto a alimentos derivados dos cereais ou de produtos vexetais. Por que? Pois porque para producir un quilo de carne fan falta uns dez quilos de cereais ou de forraxe para alimentar o gando, co cal o consumo de auga para producir o alimento para o gando se acumula na pegada hídrica final da carne. É unha das razóns polas cales fai falta dez veces máis superficie de cultivo para alimentar unha mesma poboación humana con derivados da carne que con derivados dos vexetais.

A eficiencia da produción de carne no que á utilización de auga se refire é moi inferior á da produción directa de vexetais para o consumo na dieta humana. A medida que a dieta humana evoluciona cara a un maior consumo *per capita* de alimentos derivados da carne, aumenta a pegada hídrica das persoas. Normalmente, a maior nivel de desenvolvemento, maior presenza de alimentos de orixe animal na dieta. Por exemplo, en España son do 28 %, ou do 21 % en Xapón, fronte a só un 8 % na India, ou un 6 % en Haití.



● Á vista do gráfico, responde:

- Explica as relacións que hai entre nivel de desenvolvemento e consumo de carne.
- Que implicación terá esta diferenza na pegada hídrica?
- De seguíren as tendencias actuais, como variarán estes datos no 2050?

A maiores problemas, maior urxencia de solucións: o reto da auga agrícola

Unha vez iniciamos a asimilación e a concienciación sobre a sociedade do cambio climático na que estamos a entrar dende as últimas décadas do século XX, empezamos a percibir a necesidade de ordenar os recursos hídricos de maneira sustentable. Só así evitaremos que a confluencia do aumento da poboación, co abuso da auga e dos impactos do cambio climático, nos leve a unha escaseza da auga en moitas zonas que nos aboque a un progresivo aumento de máis conflitos pola auga.

Como xa se comentou, a agricultura é o sector máis problemático, xa que a agricultura usa case o 70 % da auga extraída en todo o planeta de ríos, lagos e acuíferos. Por iso o aumento da eficiencia da rega na agricultura é o que ten maior potencial para a conservación da auga.



Figura 4.

Por razóns obvias, os países situados en rexións con tensións hídricas están introducindo mellores mecanismos dende diversos puntos de vista como a xestión agrícola, o establecemento de prezos, a ordenación das cuncas hidrográficas e fluviais.

O reto da agricultura no século XXI é xusto compatibilizar a satisfacción das necesidades humanas de produción de alimentos coa sustentabilidade dos recursos. E ademais, facelo nun mundo de poboación crecente, que probablemente teña entre 9.000 e 10.000 millóns de habitantes nos próximos 50 anos, mentres que a superficie de cultivo non se pode duplicar,





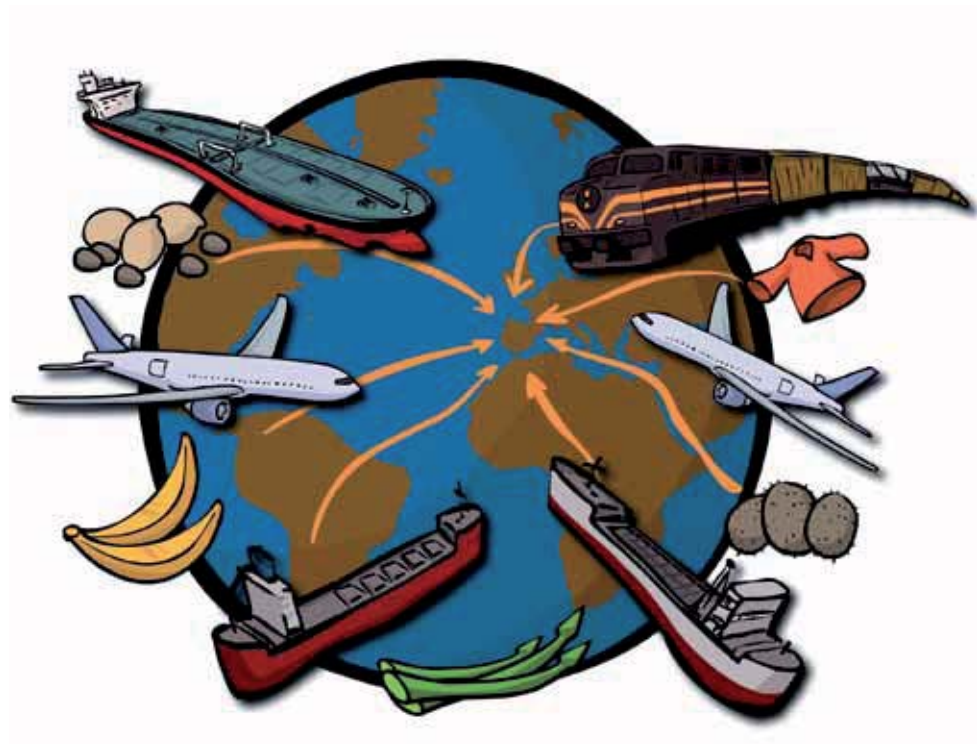
pois xa vimos que se está a utilizar a práctica totalidade do solo cultivable do planeta. Xa que logo, só poderemos producir eses alimentos se somos capaces de que as terras de cultivo das que dispoñemos hoxe en día poidan chegar a producir o dobre para esa data; e facelo cos recursos hídricos dispoñibles, de forma sustentable, sen danar o ambiente, evitando a degradación do solo, a erosión, e a contaminación.

Isto só se pode lograr a través da aplicación do coñecemento, do uso asinado da ciencia e da tecnoloxía, que son as que teñen as respostas ao desafío de como producir sen danar os solos nin as augas. Ademais da ciencia e da tecnoloxía, fai falta tamén compromiso ético e boa vontade para emprender accións de colaboración e desenvolvemento entre os distintos países, sociedades e civilizacións que compartimos un mesmo planeta e uns mesmos desafíos globais.

- Ocorrrenseche fórmulas para producir o dobre na mesma superficie e gastando menos auga?
- Que medidas haberá que adoptar para que o aumento de produción agrícola que require o aumento da poboación non poña en compromiso a cantidade e calidade da auga?

O comercio de auga virtual nun mundo sedento

No apartado anterior estudáronse os conceptos de auga virtual e de pegada hídrica. Estes conceptos son importantes para entender a importancia da planificación dos cultivos nun país ou zona, e a importancia do comercio global dos alimentos para distribuír auga virtual das zonas nas que a auga para o cultivo é abundante cara ás zonas nas que é un ben escaso.



Así, sería un erro que un país con problemas de abastecemento e de acceso á auga dedicase os seus escasos recursos hídricos a producir colleitas con alta demanda de auga. Sería máis lóxico que a planificación dos recursos tivese en conta primeiro as necesidades de abastecemento de auga potable e urbana, e logo os cultivos se centrasen na produción de alimentos de baixo consumo virtual de auga, de xeito que aqueles que precisasen máis auga poderían importala dende outras zonas.

- Explica a frase: “Con máis desprazamento os alimentos poden custar menos”.
- É a auga virtual un concepto totalmente compatible coa mitigación do cambio climático?

O comercio de auga virtual pode permitir que os países con escasos recursos de auga eviten crises alimentarias relacionadas coas secas catastróficas, como acontece con moitas zonas áridas e semiáridas do planeta, que sofren secas recorrentes de forma cíclica. Pero para isto fai falta que eses países teñan un desenvolvemento económico suficiente para adquirir os alimentos portadores de auga virtual no mercado internacional, e ademais unha rede adecuada de transporte, dende portos a estradas ou ferrocarrís, suficientemente desenvolvida para que permita a súa axeitada distribución á poboación en caso de emerxencia alimentaria, o cal non sempre sucede, especialmente en África, que, a día de hoxe, é o único continente que produce menos alimentos dos que necesita a súa poboación. Novamente constatamos que as posibilidades de poñer en marcha mecanismos de sustentabilidade pasan pola loita contra a pobreza en moitas rexións do mundo.

Outra das solucións para reducir a pegada hídrica dun país asociada ao consumo de alimentos é o cambio de dieta dos seus habitantes, de xeito que se consuman menos produtos cárnicos e máis derivados dos vexetais; pois, como vimos, a produción de carne ten asociados uns altos niveis de auga virtual, pois a cada quilo de carne haille que imputar a auga virtual dos polo menos dez quilos de gran e forraxe que foron precisos para produci-la.



- Como se poden aproveitar os conceptos de auga virtual e pegada hidrolóxica para mellorar o uso sustentable da auga na agricultura?





Tecnoloxías para reducir o consumo de auga virtual da agricultura

Unha acción obvia para reducir o consumo das que denominamos augas azuis, ou augas de rega, é a modernización dos regadíos e a substitución de sistemas de rega a manta, ou por aspersion (que teñen altas taxas de evaporación antes de ser absorbida polas plantas), por sistemas de rega localizadas, que levan a auga xusto ás raíces. Así, calcúlase que menos da metade da auga dunha rega por aspersion é absorbida polas raíces, mentres que a taxa de absorción da rega localizada é do 90 %. Do mesmo xeito, a monitorización dos parámetros climáticos en tempo real aumenta a eficacia da rega localizada, xa que se lle aplica ao solo en función das necesidades de transpiración da planta en cada momento.



Figura 5.

A rega por goteo é unha técnica que consiste nunha rede de tubos porosos ou perforados, instalados polo xeral na superficie e baixo terra, que levan a auga directamente ás zonas das raíces dos cultivos. Deste xeito redúcense as perdas por evaporación e conséguese así unha eficiencia do 95 %. Estímase que nos sistemas de rega por goteo o uso da auga redúcese dun 40 % a un 60 %, en comparación cos sistemas de rega tradicionais por gravidade. Estes sistemas comezaron a implantarse a mediados do século pasado e é agora cando están tomando forza; sendo Israel o país líder nesta tecnoloxía, cun 50 % de toda a área de regadío.

A fertilización á carta das necesidades de cada cultivo tamén reduce as necesidades de auga, posto que a planta necesita transpirar menos litros para almacenar nos seus tecidos a cantidade de nutrientes que precisa para o seu crecemento. Basicamente trátase de determinar as doses exactas de cada nutriente que precisa cada variedade de cultivo en cada unha das súas fases de produción (xerminación, crecemento, floración, maduración), e proporcionarllas ao chan ou directamente disolto na auga na dose exacta con formulacións altamente solubles, técnica que se coñece como fertirrigación.



Figura 6.

- Que opinas sobre as demandas de transvasamentos en zonas da España seca que regan a manta ou por aspersión?
- Propón unha normativa para a rega nas zonas secas ricas.
- Como podemos apoiar aos países que non dispoñen dos medios para investir en técnicas como a rega por goteo?

O mantemento dunha proporción alta de humus ou materia orgánica no solo é outra medida que axuda a mellorar a fertilidade do solo e a aumentar a súa capacidade para reter a auga, evitando que drene cara aos acuíferos e manténdose na parte do solo accesible ás raíces. Isto é posible grazas a unhas moléculas presentes no humus, chamadas coloides orgánicos, que teñen a capacidade de manter pegadas a estas as moléculas de auga, interaccionando con elas a través de forzas electrostáticas que forman enlaces de hidróxeno (pontes H) coas moléculas de auga, reténdoo no solo ata que son absorbidas polas raíces.

- En que medida o compost pode axudar a diminuír o consumo de auga virtual?

Outras tecnoloxías para reducir o impacto da agricultura sobre a calidade da auga

A loita contra a erosión pasa por unha axeitada ordenación dos usos do solo, mantendo a cuberta forestal nas zonas altas e en pendente, onde ofrecen unha cobertura constante do chan. Igualmente, os pastos e os cultivos deben limitarse aos terreos que non teñan excesivas pendentes e que teñan suficiente profundidade e fertilidade. A medida que pastos e cultivos se van desprazando a zonas de maior pendente, débense empregar as técnicas de labra e cultivo axeitadas, como as terrazas, os sucos segundo as curvas de nivel, ou as técnicas de mínima labra. En canto ao uso gandeiro, hai que evitar o excesivo pastoreo que provoca a perda da cuberta permanente de herba e matogueira sobre o chan, deixándoo exposto en





época de chuvias. Todas elas son medidas que evitan que as chuvias erosionen o chan de forma irreversible e permiten practicar un tipo de agricultura adaptada ás circunstancias de cada terreo, e sustentable dende o punto de vista da conservación física do solo.



Figura 6.

A contaminación difusa pódese evitar coa posta en marcha dos códigos de boas prácticas agrarias, que establecen os máximos de materia orgánica que cómpre aplicar aos solos para que non existan problemas de contaminación por compostos nitrogenados. Igualmente, marcan as épocas adecuadas para aplicar a materia orgánica, de xeito que non haxa problemas de arrastres polas chuvias e que se descompoña rapidamente no chan, liberando os seus compoñentes minerais que serven de fertilizante e xerando o humus que enriquece o solo e mellora a súa estrutura física.

- Explica técnicas para diminuír o efecto erosivo da auga sobre os terreos de cultivo.
- En que medida as épocas anuais das diferentes labores no campo contribúen á contaminación difusa?

Tamén está a práctica da chamada agricultura integrada, que é aquela que establece os produtos que cómpre aplicar ás colleitas, as doses e os momentos de aplicación, que permiten a súa maior efectividade, de forma que a súa cantidade se reduce, á vez que os impactos no medio e a contaminación das augas. Por exemplo, un agricultor cunha praga pode aplicar un insecticida de amplo espectro varias veces durante o período de cultivo, o que provocaría un impacto sobre insectos beneficiosos ademais de sobre aquel que provoca os danos, e podería contaminar as augas por exceso de concentración deste. Ou ben pode recorrer aos científicos e estudar exactamente que especie de insecto lle afecta, cal é o seu ciclo de reprodución, e aplicar un insecticida específico para esa especie de insecto, pero non para outras, no momento en que o insecto non está enterrado e, polo tanto, vai entrar en contacto co produto insecticida. Desta forma non se matan outros insectos beneficiosos, como as abellas, e se utiliza unha soa dose en lugar de varias indiscriminadas.



Figura 7.

Os mesmos exemplos se poderían poñer para establecer as necesidades de fertilización con fertilizantes minerais, de forma que a agricultura integrada analizaría primeiro o cultivo concreto que queremos producir, as súas necesidades, as carencias do solo onde se cultiva e se fertilizaría coa dose adecuada para que o fertilizante fose absorbido pola colleita, sen contaminar os acuíferos nin chegar aos ríos, co que novamente evitamos que ese cultivo sexa un punto de contaminación difusa.

Outra forma de reducir a contaminación difusa é a obtención e o emprego de variedades de plantas resistentes a pragas e enfermidades, de xeito que se precise aplicar menos produtos fitosanitarios para combatelas. A menor aplicación de produto, menos residuos que chegan a afectar a calidade das augas.

- En que medida o asesoramento dos agricultores sobre a loita biolóxica lles pode axudar a diminuír a contaminación e seren máis eficientes?
- Sinala os estudos que fan posible reducir a contaminación da auga por fertilizante químico.

Depuración e purificación da auga

A depuración das augas consiste nunha serie de procesos físicos, químicos ou biolóxicos, que nos permiten eliminar da auga as substancias contaminantes flotantes, disoltas ou en suspensión, ata reducilas a un nivel que as fai aceptables para vertelas no medio sen causar danos, ou ben darlles algún outro uso útil ao ser humano, como a acuicultura, a rega ou un uso industrial.





Figura 8.

Cando a auga se depura para que alcance un nivel de calidade abondo para facela apta para o consumo humano, aplícase o termo de purificación da auga, que é un caso particular da depuración, se ben cuns parámetros de calidade final da auga depurada moito máis estritos que os normais, o que require unhas técnicas específicas de desinfección.



- Le o texto que fai referencia á contaminación do Támesis (Londres) e que é continuidade da lectura do capítulo anterior, e responde ás cuestións:

“A partir dese momento, debido á presión cidadá, é cando por fin se instalaron as depuradoras precisas para que as augas fecais se devolvesen ao río Támesis xa depuradas e sen capacidade para contaminaren nin remataren co osíxeno disolto da auga. No ano 2010 contábanse 125 as especies de peixes que volveran ao río, xa coa súa saúde plenamente recuperada.”

- De que cor se podían clasificar as augas do Támesis en 1858?
- Por que en 1950 non había peixes? Cal é motivo de que agora vivan 125 especies?
- Que ensinanza se podería sacar desta contaminación de Londres para os países en desenvolvemento? Que se necesitaría para aplicala?

Métodos de depuración de augas residuais urbanas:

A auga residual urbana, no seu caso máis xeral, será unha mestura de augas grises e negras, e levará substancias en flotación, como graxas, plásticos e papeis, substancias orgánicas e inorgánicas disoltas, substancias en suspensión, e microorganismos máis ou menos nocivos.



Figura 9.

Os procesos de depuración que se apliquen deberán conseguir eliminar da auga as substancias contaminantes, ata un nivel suficientemente baixo, como para poder vertelas ao medio sen producir ningún tipo de dano. Para iso, aplicaráselle á auga residual uns tratamentos primarios, secundarios e terciarios de forma secuencial.

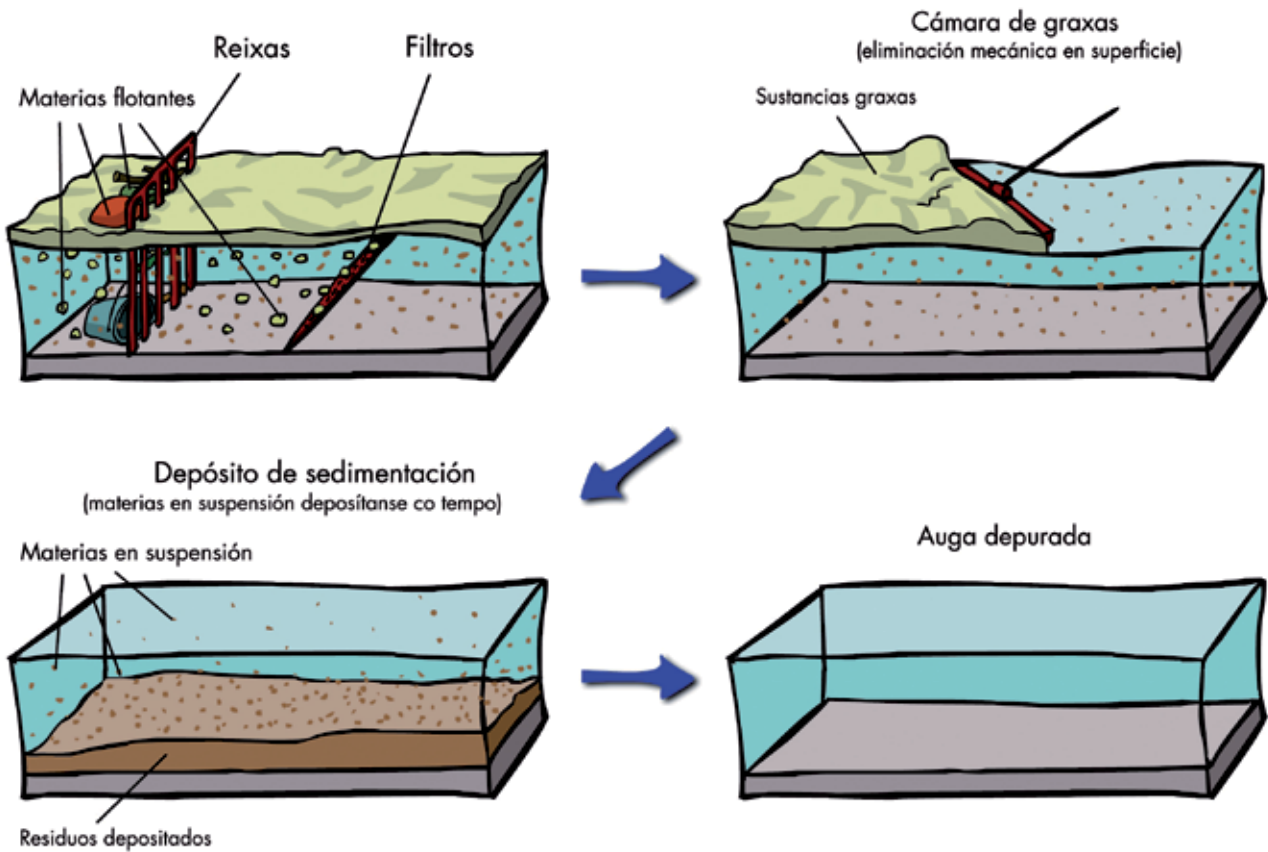
O tratamento primario ten por finalidade eliminar os residuos flotantes, o que se consegue a través de reixas, filtros, e a chamada cámara de graxas, onde se deixa repousar a auga e



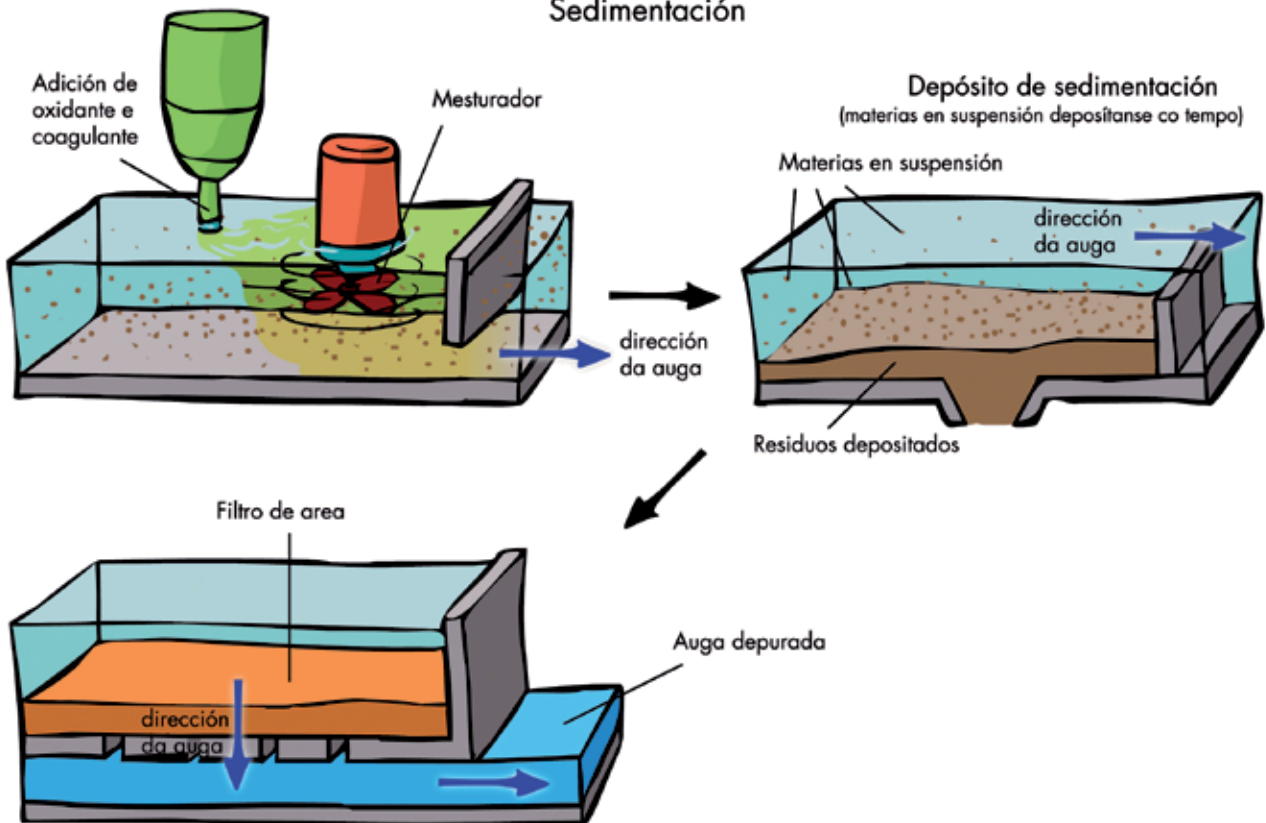


se retiran da súa superficie, manual ou mecanicamente, todas as substancias flotantes que non quedasen previamente atrapadas en reixas ou filtros.

Logo esta auga lévase a un depósito ou cámara onde sufrirá a fase de tratamento secundario. Nela preténdese eliminar os contaminantes disoltos, orgánicos e inorgánicos, así como sedimentar as materias en suspensión. Como se logra? A sedimentación das substancias en suspensión é moi sinxela, pois só precisa que a auga estea en repouso un determinado tempo, e polo seu propio peso se irán afundindo e depositando no fondo da cámara, onde forman unha lama.

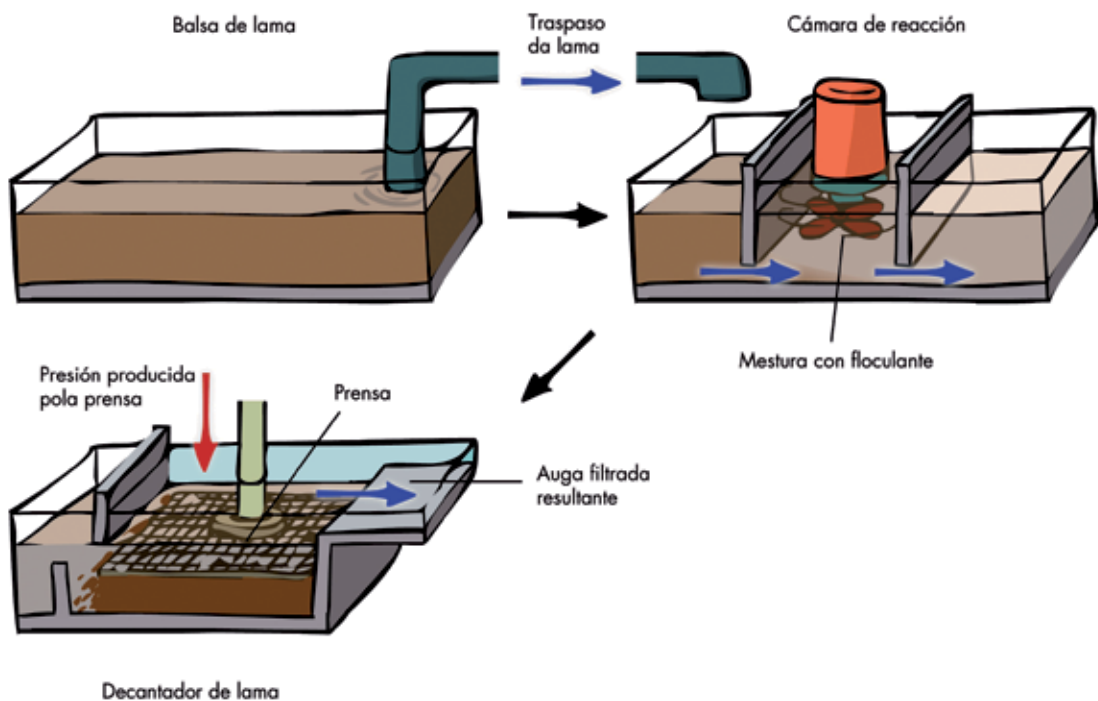


Sedimentación



As materias inorgánicas disoltas pódense “flocular”, é dicir, precipitar engadindo unha substancia química que impida que sigan disoltas e que tendan a pegarse unhas a outras ou á substancia floculante por forzas electrostáticas. Desta forma tamén precipitan cara ao fondo, onde se engaden á lama anterior.

Tratamento de lama





- Constrúe unha depuradora caseira de acordo coa figura.



Ten presente que vas necesitar o seguinte material:

- Silicona, para selar as unións entre botellas e gomas.
- Tubos de goma que conectarán as botellas entre si e permitirán a saída de auga.
- Pinzas, para regular a saída da auga de cada botella.
- Rede metálica, para poñer debaixo do filtro.
- Tubo cilíndrico aberto polo extremo para meter as areas e gravas (filtro).
- Alume (sulfato de aluminio e potasio). Será o floculante.
- Grava, area grossa e area fina, para facer de filtro.
- Tres botellas de plástico de 5 litros, para facer o papel dos estanques de depuración.

Con estes materiais realízase a montaxe dos distintos materiais, selando con silicona as unións do tubo aos tres recipientes. Utilízanse as pinzas para regular a circulación da auga. Logo bótase auga sucia, con restos de terra e materia orgánica, no primeiro recipiente e engádese o alume e reméxese. A seguir, abre a pinza para deixar que a auga pase ao segundo recipiente, onde se producirá a sedimentación. Posteriormente, abre a pinza para deixar pasar a auga á cámara de filtración, atravesando o filtro formado por capas de grava e areas, que reteñen as partículas en suspensión máis finas. Por último, recolle a auga filtrada e responde:

- Que se forma despois de remexer e cal é a súa orixe?
- Explica o funcionamento da depuradora.
- É o mesmo depurar que potabilizar? Explica a resposta.

As substancias orgánicas disoltas son descompostas por microorganismos que se alimentan delas. Se estes microorganismos necesitan osíxeno para o seu desenvolvemento, dise que o tratamento é aerobio (do grego, "con aire"), e se se descompoñen en ausencia de osíxeno, dise que o tratamento é anaerobio (do grego, "sen aire").

Que se obtén da acción dos microorganismos? Obtéñense gases como o CO_2 e compostos oxidados de nitróxeno e xofre no caso do ambiente aerobio, e CO_2 , CH_4 ou metano, e compostos reducidos do nitróxeno como o amoníaco NH_3 e do xofre SH_2 no caso do ambiente anaerobio. Ademais dos gases, obtéñense substancias insolubles, que xa os microorganismos non poden degradar máis, parecidas ao humus do solo, que novamente tenden a precipitar e a engadirse á lama do fondo do depósito. E, por suposto, obtéñense microorganismos, xa que se reproducen e alimentan destas substancias orgánicas ás que degradan. Estes microorganismos tamén hai que decantalos cara ao fondo do estanque, cara á lama. Finalmente quedan na auga sales disoltos, especialmente das familias de N e P, os dous elementos fundamentais para a vida, xunto co carbono e a auga.

- Esquematiza os procesos primarios e secundarios da depuración de augas que se expuxeron.
- Se tes oportunidade, fai unha visita á depuradora máis próxima ao centro educativo.

Recapitulando, despois deste tratamento secundario temos unha auga xa máis ou menos clara e unha lama sedimentada no fondo do estanque. Cales son os seguintes pasos? Se o proceso se desenvolveu de forma correcta, teremos unha auga que xa se poderá verter ao medio acuático sen xerar problemas, pois carecerá de elementos contaminantes en altas concentracións. A excepción acontece se na auga quedan altas concentracións de compostos nitrogenados e de fósforo, xa que poden causar problemas de eutrofización nas masas de auga, superficiais ou subterráneas, nas que se verta a auga. E, nese caso, a auga deberá de sufrir un tratamento adicional que sería o tratamento terciario.



Figura 10.

En canto ás lamas, estas deben retirarse periodicamente do fondo dos estanques e débese dar un tratamento que pode ser a incineración ou o enterramento en vertedoiros (pouco frecuentes ambos os dous hoxe en día), ou ben tratalos con microorganismos en ambiente aerobio ou anaerobio, en instalacións adecuadas, de xeito que se transformen novamente en gases emitidos á atmosfera pola respiración dos microorganismos, e un residuo xa moi estable, similar ao humus do solo, tipo compost, e que pode ser utilizado como fertilizante





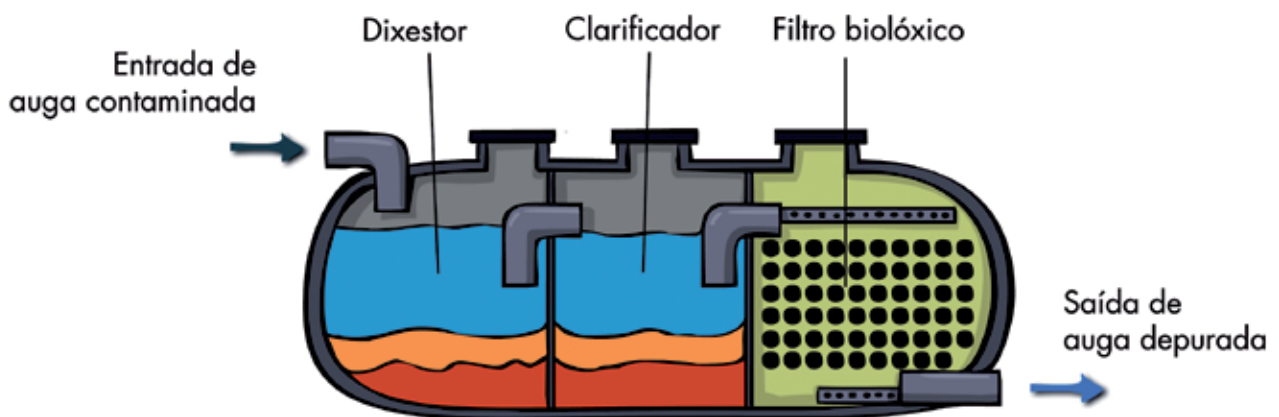
orgánico nos solos degradados que se queiran recuperar e precisen de materia orgánica, ou mesmo como fertilizante orgánico de cultivos (nese caso serán sometidos a rigorosas análises para comprobar que non levan substancias nocivas ou tóxicas na súa composición, especialmente restos de metais pesados).

- Indica as vantaxes e inconvenientes das formas de tratar os lodos que se propoñen.

En canto aos tratamentos terciarios, como se dixo, pretenden eliminar da auga que xa pasou polos tratamentos primario e secundario principalmente o nitróxeno e o fósforo.

A eliminación do nitróxeno da auga realízase mediante procesos que logran converter os compostos nitroxenados na molécula de gas nitróxeno N_2 , que é un gas inocuo que vai á atmosfera (o N_2 forma o 79 % da composición do aire que respiramos) e, polo tanto, se elimina da auga. Efectúase a través da oxidación biolóxica de nitróxeno de amoníaco a nitrato (nitrificación en ambiente aerobio), seguida da redución do nitrato obtido no paso anterior (desnitrificación, que, ao contrario que antes, se realiza agora en ambiente anaerobio), a gas nitróxeno, que é liberado á atmosfera.

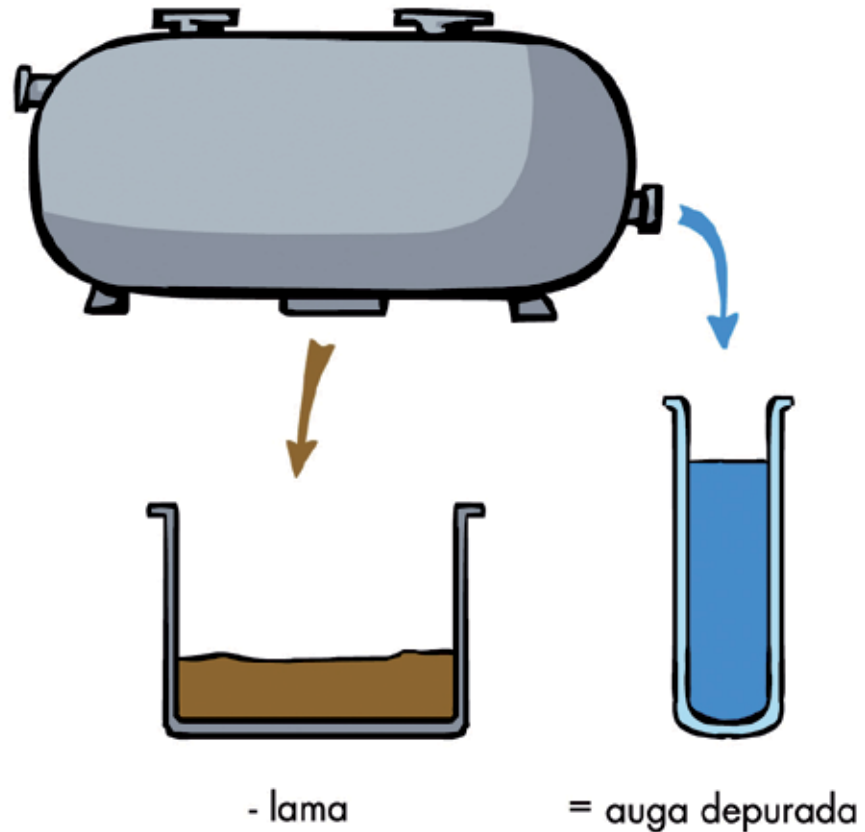
En canto ao fósforo, pode ser eliminado da auga nun proceso chamado eliminación biolóxica de fósforo. Para iso créanse unhas condicións no tanque da auga para que se desenvolvan unhas bacterias específicas chamadas bacterias de acumulación de polifosfatos, capaces de almacenar ata un 20 % do seu peso en fósforo. Cando esta biomasa enriquecida en fósforo se separa da auga tratada, elimínase o fósforo que estaba solubilizado. Os restos destas bacterias tan ricas en fósforo teñen un alto valor fertilizante. A eliminación de fósforo tamén se pode lograr por precipitación química, polo xeral con sales de ferro (por exemplo, cloruro férrico), aluminio ou cal.



- Fai un esquema dos procesos terciarios.

Para o tratamento de augas residuais a pequena escala adoita utilizarse a fosa séptica. Consiste nun depósito pechado, en condicións anaerobias, cun sifón de entrada das augas residuais e un sifón de saída para a auga depurada. Está dividido en dous por un tabique que

non é completo e que non permite o paso da auga pola parte superior, pero si pola inferior (así asegúrase o tempo de residencia da auga). A sedimentación de partículas ten lugar na primeira cámara, así como parte das reaccións anaerobias que producen o metano e outros gases. No fondo da primeira cámara vaise acumulando a lama dos materiais sedimentados e da propia biomasa bacteriana, e á segunda cámara chega auga xa clara e con poucas substancias a precipitar como lamas. Cando o nivel da auga chega ao tope na segunda cámara, actívase o sifón de saída e prodúcese unha descarga de auga xa depurada cara ao exterior.



Periodicamente hai que baleirar as lamas do fondo e darlles un tratamento posterior, ou utilízalas como fertilizante orgánico aplicado ao solo. Nese caso, é importante xestionar a produción de malos olores mentres a lama se degrada no solo.

Ás veces á saída de augas da foxa colócaselle outra foxa máis pequena, aireada, para que a auga se osixene antes da súa vertedura ao solo ou a un curso de auga.

- Sinala as vantaxes e inconvenientes da depuración de augas en fosas sépticas.





Métodos microbiolóxicos: aerobios e anaerobios en tratamentos terciarios.

Como vimos, os microorganismos teñen un papel fundamental nos procesos de depuración das augas residuais. Aliméntanse das substancias orgánicas presentes na auga, e transfórmanas en gases que se liberan á atmosfera, nutrientes minerais que quedan disoltos na auga e que poderán ser utilizados polas algas para o seu crecemento e propagación (salvo que os devanditos nutrientes se retiren da auga por un tratamento terciario), e residuos orgánicos, estables que xa non se descompoñen por ataques de microorganismos e, polo tanto, xa non consumen o osíxeno disolto da auga. Como xa se mencionou na eliminación das lamas producidas nos procesos primarios e secundarios, isto pódese facer en ámbitos aerobios ou anaerobios, é dicir, en presenza ou ausencia de osíxeno.

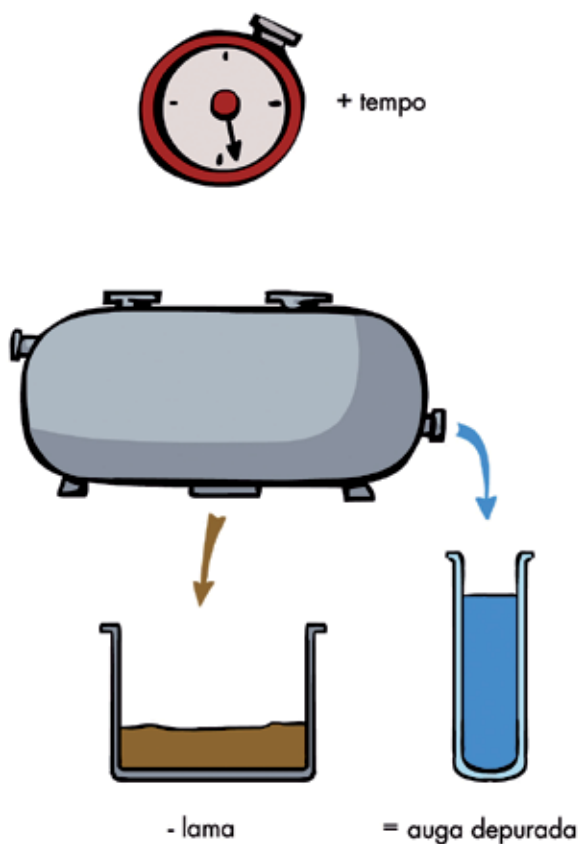
Os reactores anaerobios adoitan ser pechados para evitar a entrada de aire con osíxeno, aínda que as lagoas anaerobias e facultativas son unha excepción, pois están abertos pero o aire non penetra debido á estratificación da auga, que permite o establecemento de condicións anaerobias. Outra razón para pechar os reactores anaerobios é o olor nauseabundo que desprenden as reaccións en condicións de anaerobiose.

Os reactores aerobios, pola contra, precisan de gran cantidade de osíxeno, polo que é frecuente que conten con aireadores ou axitadores que rompen as burbullas de aire para xerar unha grande interfase aire-auga e permitir a saturación de osíxeno na auga, dispositivos que supoñen un consumo enerxético considerable. A excepción son as lagoas aerobias, onde parte do osíxeno disolto na auga é proporcionado pola fotosíntese de algas microscópicas que flotan na auga residual.

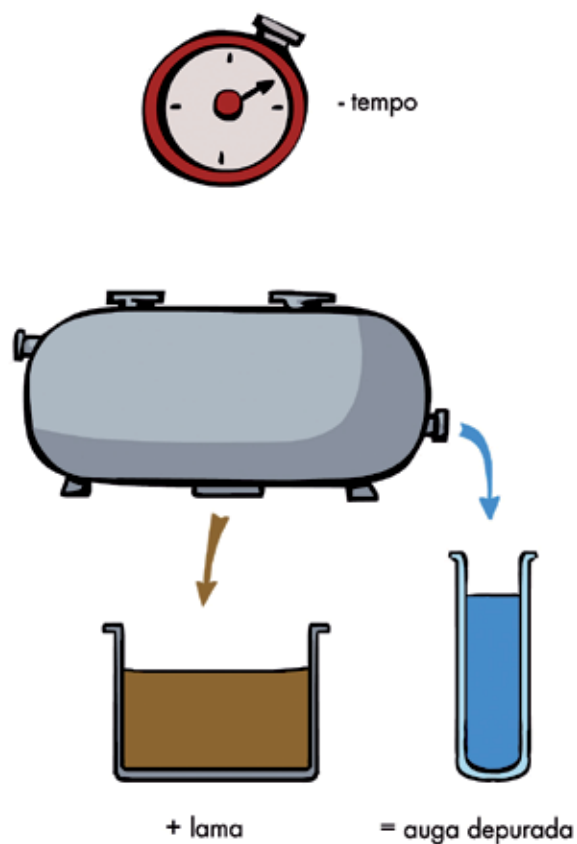
- Que tipo de procesos metabólicos predominarán nos reactores anaerobios e nos aerobios?

Nos birreactores aerobios, as reaccións microbiolóxicas son rápidas, en xeral 10 veces máis rápidas que nos reactores anaerobios. Pero como desvantaxe teñen o gran volume de lamas que xera a biomasa celular que se engade ás lamas, 4 veces maior que no caso dos reactores anaerobios. Ademais, os procesos anaerobios permiten producir gas metano (durante a metanoxénese), que se pode aproveitar como recurso enerxético.

Reactor Anaerobio



Reactor Aerobio



Ás veces úsase un proceso aerobio seguido doutro anaerobio en serie para lograr a desnitrificación dos nitratos disoltos na auga, pasándoos a gas nitróxeno, que volve á atmosfera (como se explicou no apartado anterior). Os procedementos anaerobios son máis eficaces para degradar moléculas tóxicas procedentes de distintos tipos de industrias, así como a contaminación de hidrocarburos na auga.

● Indica as vantaxes e inconvenientes dos reactores aerobios e dos anaerobios.

Existen variantes diferentes de deseño de reactores microbiolóxicos:

1. Reactor aerobio de lamas activadas:

É o máis común nas depuradoras de augas residuais. Hai varios deseños, pero baséanse sempre nun depósito, xeralmente aberto ao aire, e cun sistema de aireación que produza abundantes burbullas de aire, do menor tamaño posible, para aumentar o seu contacto coa auga residual. Desesta forma créanse as condicións aerobias que van degradando as substancias orgánicas disoltas, á vez que sedimentan as lamas no fondo do estanque.





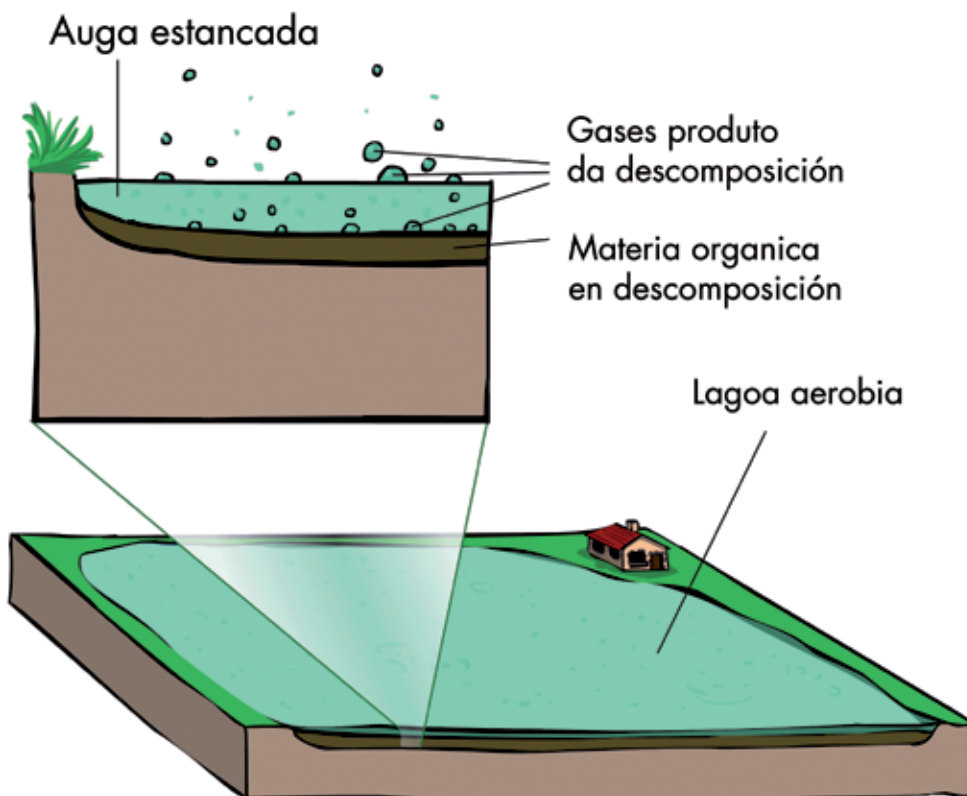
- Explica o fundamento da aireación mediante burbullas moi pequenas neste tipo de reactores aerobios.

2. Lagoa aerobia.

Neste caso, como o seu nome indica, trátase simplemente de verter as augas residuais a unha lagoa ou estanque onde as condicións son aerobias. Como se logra que haxa osíxeno permanentemente disolto na auga? Basicamente cun deseño de pouca profundidade, de xeito que mesmo o fondo está relativamente preto da atmosfera, e mantendo a claridade das augas, de forma que a luz do sol chegue ata o fondo do estanque. Desta maneira lógrase que as algas poidan vivir e reproducirse no estanque, o que xera osíxeno adicional disolto na auga e dispoñible para oxidar os contaminantes presentes na auga.

Os nutrientes orgánicos e a luz inducen o desenvolvemento de microalgas que liberan osíxeno que vai degradar a materia orgánica. O crecemento destes microorganismos tamén retira sales minerais do medio no seu crecemento, en especial nitróxeno e fósforo. Pero, neste caso, estas células almacén hai que retiralas da auga con sistemas de filtrado, sécanse e utilízanse como fonte de fertilizante enriquecido en N e P.

As vantaxes son o baixo custo de mantemento, a ausencia de malos olores cando se operan correctamente, e que producen moi poucas lamas. Os inconvenientes son o grande espazo que precisan en comparación con outros sistemas, e que o proceso é moi lento, debendo estar a auga retida por períodos de meses.



- Cal é o interese de que o sol chegue ata o fondo? Que relación ten este feito coa degradación da materia orgánica?

3. Lagoa anaerobia e facultativas.

Este tipo de lagoas son máis profundas que as aerobias, polo que o osíxeno non alcanza o fondo da lagoa, onde se dan reaccións anaerobias. Adoitan empregarse con augas residuais de moi alta carga de residuos, e non para producir un efluente de alta calidade, senón unha auga que posteriormente sufrirá outras operacións de depuración, moitas veces con outra lagoa en serie, onde as condicións son aerobias.

Ten a vantaxe de ocupar menos terreo que as aerobias (porque son máis profundas) e tardar menos tempo en descompoñer unha carga dada de materia orgánica (ao redor de 5 días), pero como inconvenientes ten a produción de olores (que obriga a separalas das zonas habitadas), que xeran grandes cantidades de lamas, e que o efluente final precisa dun paso máis de depuración mediante aireación antes de vertelo a unha canle.

As lagoas facultativas caracterízanse por posuír dentro da columna de auga unha zona aerobia, próxima á superficie, e unha zona anaerobia no fondo. A extensión relativa destas dúas zonas varía durante o ano en función da carga aplicada e da eficacia dos dous mecanismos de adición de osíxeno ao medio: a fotosíntese levada a cabo polas algas e a reaireación a través da superficie. A finalidade destas lagoas é a estabilización da materia orgánica nun medio osixenado proporcionado principalmente polas algas presentes.

- Compara as lagoas aerobias coas anaerobias e facultativas.

4. Sistemas de lagoas combinadas.

Neste tipo de instalación, o que se fai é combinar os tres tipos de lagoa estudadas. Primeiro, a auga residual pasa a unha lagoa anaerobia, onde sedimenta a maior parte dos sólidos e sofre unhas primeiras reaccións de descomposición da materia orgánica en condicións anaerobias. A seguir, pásase a unha lagoa facultativa, e posteriormente a unha aerobia, onde se mineraliza a pouca materia orgánica que quedaba nas augas, á vez que se destrúen a maior parte dos microorganismos patóxenos, polo que esta terceira fase é equivalente na práctica a unha desinfección da auga, pola calidade que se alcanza no proceso. Pódese considerar cada unha das lagoas como un tratamento primario, secundario e terciario.





Lagoa anaerobia

Sedimentación de lama e fermentación de materia orgánica

Lagoa facultativa

Combinación de procesos aerobios e anaerobios

Laguna aerobia

Estabilización da materia orgánica



● Cales son as vantaxes e os inconvenientes dos métodos microbiolóxicos?

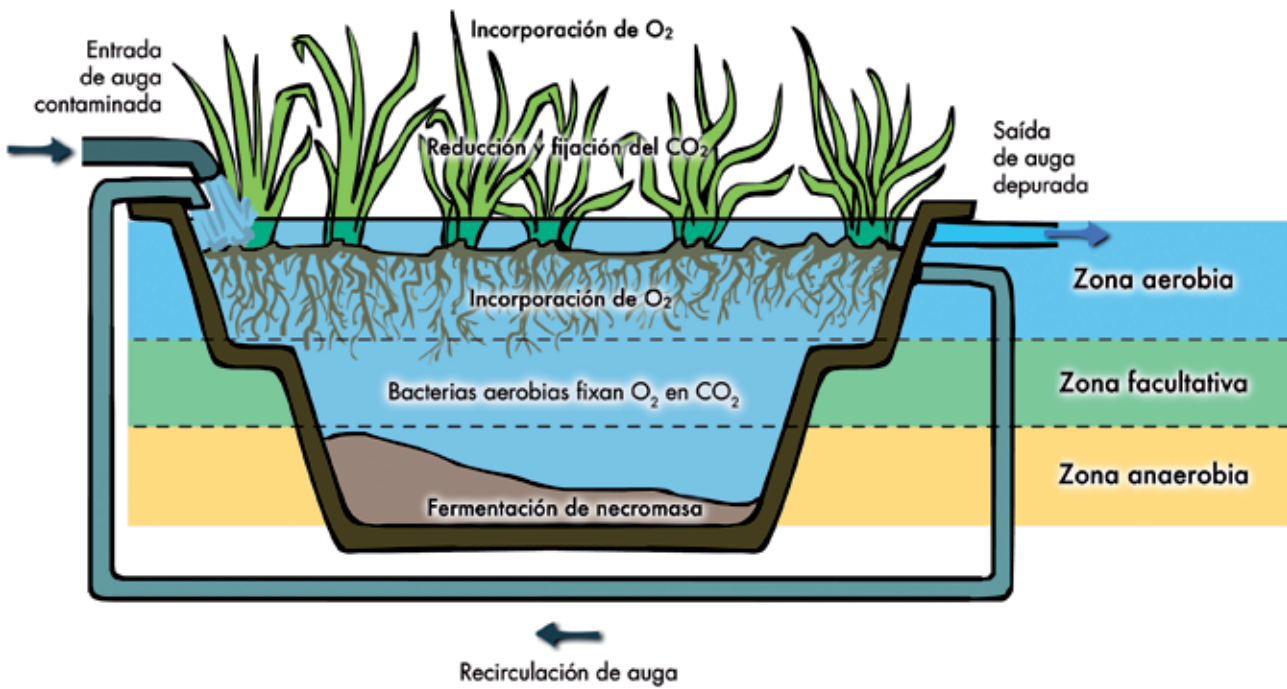
Recreación de ecosistemas para a depuración biolóxica da auga

Como xa se comentou, ás veces úlzense as algas e outros organismos microscópicos para tratamentos terciarios da auga. Pero, pódense utilizar as plantas superiores de forma similar? A resposta é afirmativa. Hai plantas terrestres especializadas en crecer no medio acuoso.

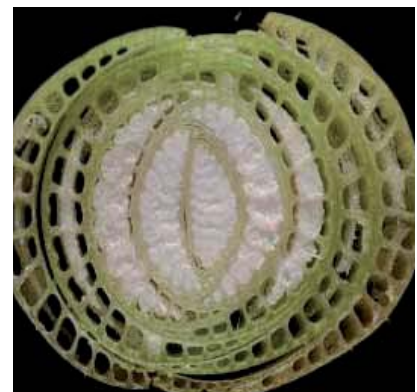
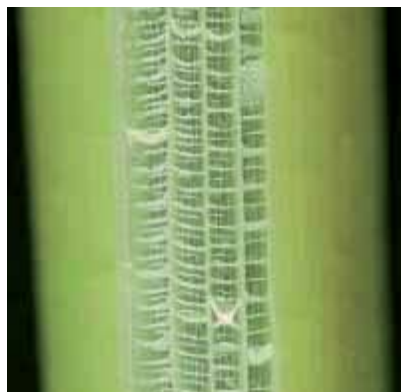


Figura 11.

Estas macrofitas, ao igual que as microscópicas, reteñen nos seus tecidos os nutrientes que obteñen da auga e utilizan para o seu crecemento. Posteriormente obtéñense, desécense e utilízanse como fonte de nutrientes.



Hai outro uso menos coñecido que é a aireación das augas nos estanques de tratamentos de auga, ben ao aire libre ou baixo condicións de invernadoiro. Neste caso utilízanse especies de plantas acuáticas, que teñen a capacidade especial de bombear osíxeno das follas cara ás raíces, co cal as raíces teñen osíxeno para respirar e poden crecer mesmo en condicións anaerobias (pois, neste caso, a diferenza do caso xeral, as células das raíces non obteñen o osíxeno do chan, ou da auga, senón que é bombeado dende as follas). Este é o caso das plantas palustres.



Unha planta capaz de crecer nestas condicións e moi coñecida pola súa utilidade é o arroz, que, como todos sabemos, se cultiva en campos permanentemente encharcados e de augas estancadas (anaerobias, ou facultativas).





Figura 12.

Apoiándose nestes fundamentos da depuración biolóxica, na actualidade estase a dar un desenvolvemento moi rápido de novas tecnoloxías de depuración de augas residuais, baseadas na recreación do funcionamento dos ecosistemas na natureza. Estas tecnoloxías buscan combinar os efectos dos microorganismos, plantas superiores e mesmo peixes, para recrear de forma reforzada a capacidade das brañas naturais para depurar as augas.



Figura 13.

Estes sistemas pódense poñer en marcha en lagoas de depuración como as estudadas ou en canles abertas por onde circulan os residuos (moi frecuente en China e cidades asiáticas). Sobre o estanque ou a canle dispóñense unhas illas flotantes, nas que se sitúan as comunidades de plantas acuáticas con capacidade para vivir coas súas raíces permanentemente encharcadas e en contacto coa auga.



Figura 14.

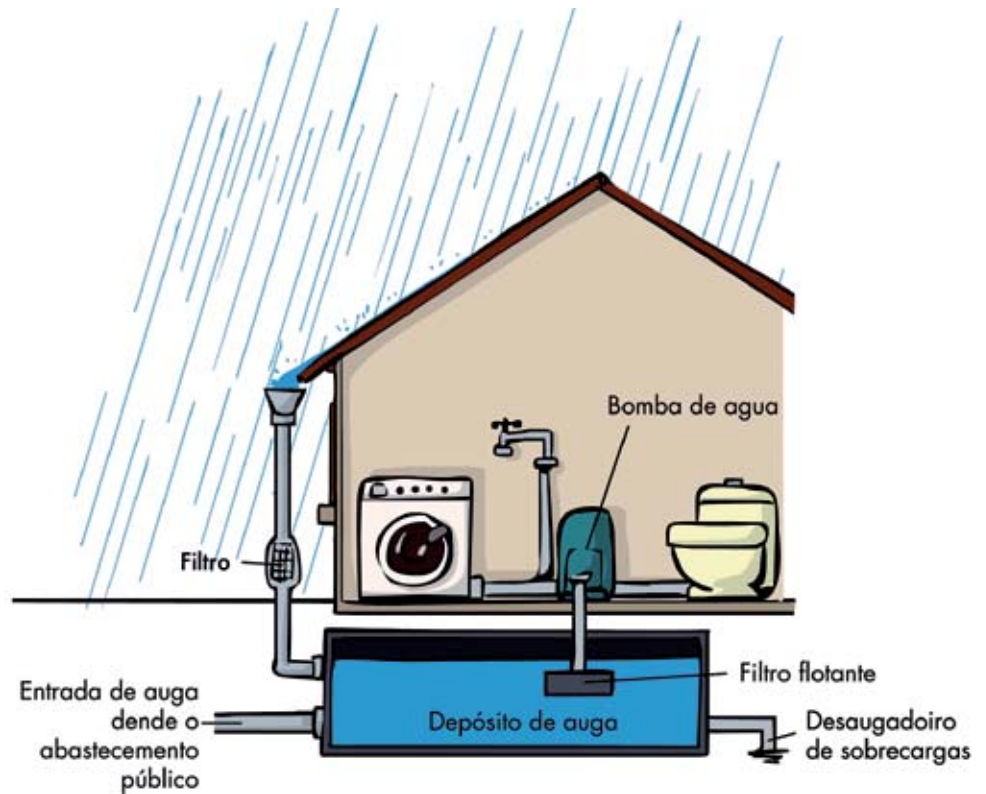
As raíces introdúcense na auga, creando unha maraña cunha gran superficie para albergar un ambiente moi propicio para o desenvolvemento de microorganismos descompoñedores de materia orgánica.



Figura 15.

Á súa vez, estas raíces reciben osíxeno da propia planta (xa que son especies capaces de bombear osíxeno das follas ás raíces), das algas fotosintéticas, que libera O_2 á auga, e en ocasións tamén se pode reforzar con canalizacións perforadas que inxectan aire na zona da rizosfera.





Ademais pódense engadir peixes detritívoros como as carpas (que se adaptan a ambientes con pouco osíxeno e se alimentan de materia orgánica, que descompoñen na súa dixestión de forma moi eficaz), e especies de plantas especializadas, por exemplo, en retirar determinados compostos tóxicos, como os metais pesados (pois hai plantas que poden absorber e acumular nos seus tecidos grandes cantidades de metais pesados sen que afecte ao seu metabolismo).



Entre as macrofitas máis interesantes para a depuración atópanse as espadanas (*Typha sp.*), os xuncos (*Schoenus sp.*, *Scirpus sp.*), os *Sparginum*, as carrizas (*Phragmites sp.*) e o lirio de auga (*Iris Pseudacorus*).

Estas plantas axudan a degradar a materia orgánica na contorna das súas raíces debido a acción de microorganismos que viven asociados ao seu sistema radicular, e grazas tamén ao osíxeno que estas raíces bombeian. Tamén fan unha depuración directa pola absorción de ións contaminantes, tanto metais pesados como anións eutrofizados (nitratos e fosfatos, principalmente).



Aínda que son plantas que viven enraizadas nos fondos lacustres, como teñen menor densidade que a auga e os seus sistemas radiculares en flotación se entrelazan, chegan a flotar sen dificultade cando os seus sistemas radiculares se entrelazan, formando así unha illa flotante sobre a superficie de lagoas e canais, facendo un filtro natural sobre o afluente que pasa entre a maraña radicular. Unha vez se formou esa alfombra flotante, ao seu redor aumenta o osíxeno que procede do bombeo dende as follas ao sistema radicular.

Desta maneira, combinando a disposición destas illas ou plantacións flotantes, a composición de especies en función das súas capacidades para airear a auga e reter microorganismos na maraña de raíces, ou de absorber determinados nutrientes ou compostos tóxicos, e combinando distintas clases de peixes, lógrase un ecosistema altamente eficaz, que multiplica a capacidade de depuración da auga dunha lagoa convencional sen estes sistemas ecolóxicos de reforzo.



A función das plantas non é tanto retirar nutrientes da auga —que tamén— como propiciar o ambiente axeitado (vía aireación e substrato de maraña de raíces) para que se desenvolva a totalidade dos microorganismos que si teñen capacidade de descompoñer os residuos.

- Explica as vantaxes que lle ves a este tipo de métodos e tamén posibles riscos que intúes.

A reutilización das augas residuais depuradas

Unha vez que a auga está depurada, pode verterse a un curso de auga superficial ou infiltrarse no terreo para recargar un acuífero, ou ben se somete a un proceso de potabilización para que quede á disposición do noso consumo.

Trátase de devolver a calidade da auga antes de volvela integrar ao ciclo hidrolóxico, co obxectivo de que se poida reincorporar ao ambiente sen causar problemas. Para conseguilo, en cada caso, a vertedura ten que cumprir uns requisitos de calidade relativos ao nivel de depuración. A lexislación de cada país establece os límites de DBO, sólidos en suspensión e nivel de microorganismos que pode ter a auga que se verte en cada caso.

Tamén se pode pensar en reutilizala. Os usos máis frecuentes de reutilización de auga que sae das depuradoras de augas residuais urbanas son:

- Rega de parques e xardíns nas cidades.
- Rega para agricultura.
- Uso en acuicultura.
- Usos domésticos non potables (incendios, W.C.)
- Industria (refrixeración, caldeiras, procesos).





Figura 16.

Nos usos de rega avalíase sempre a capacidade do solo para recibir os posibles sales, metais pesados ou outras substancias tóxicas que poida levar a auga, mesmo depurada. Se a rega é para agricultura de alimentos que se consumirán en fresco, como as hortalizas, ten que asegurarse un alto nivel de desinfección e pureza, co fin de evitar o contaxio de enfermidades graves relacionadas con bacterias, virus, e parasitos intestinais.

Adóitase descartar o uso da auga depurada para o consumo humano, pois requiriría niveis adicionais de desinfección moi restritivos.

- Expón o que pensas sobre a necesidade de control na reintegración da auga aos ecosistemas, indicando os factores que se deben controlar antes.

Para facilitar este proceso de integración axeitada desta auga depurada nos ecosistemas, xorden estratexias como a dos filtros verdes. Estes consisten en aplicar a auga residual sobre un terreo, de forma que os microorganismos do solo se encarguen da descomposición dos contaminantes que leva a auga, á vez que as raíces das plantas toman nutrientes da auga, reducindo a súa carga contaminante.

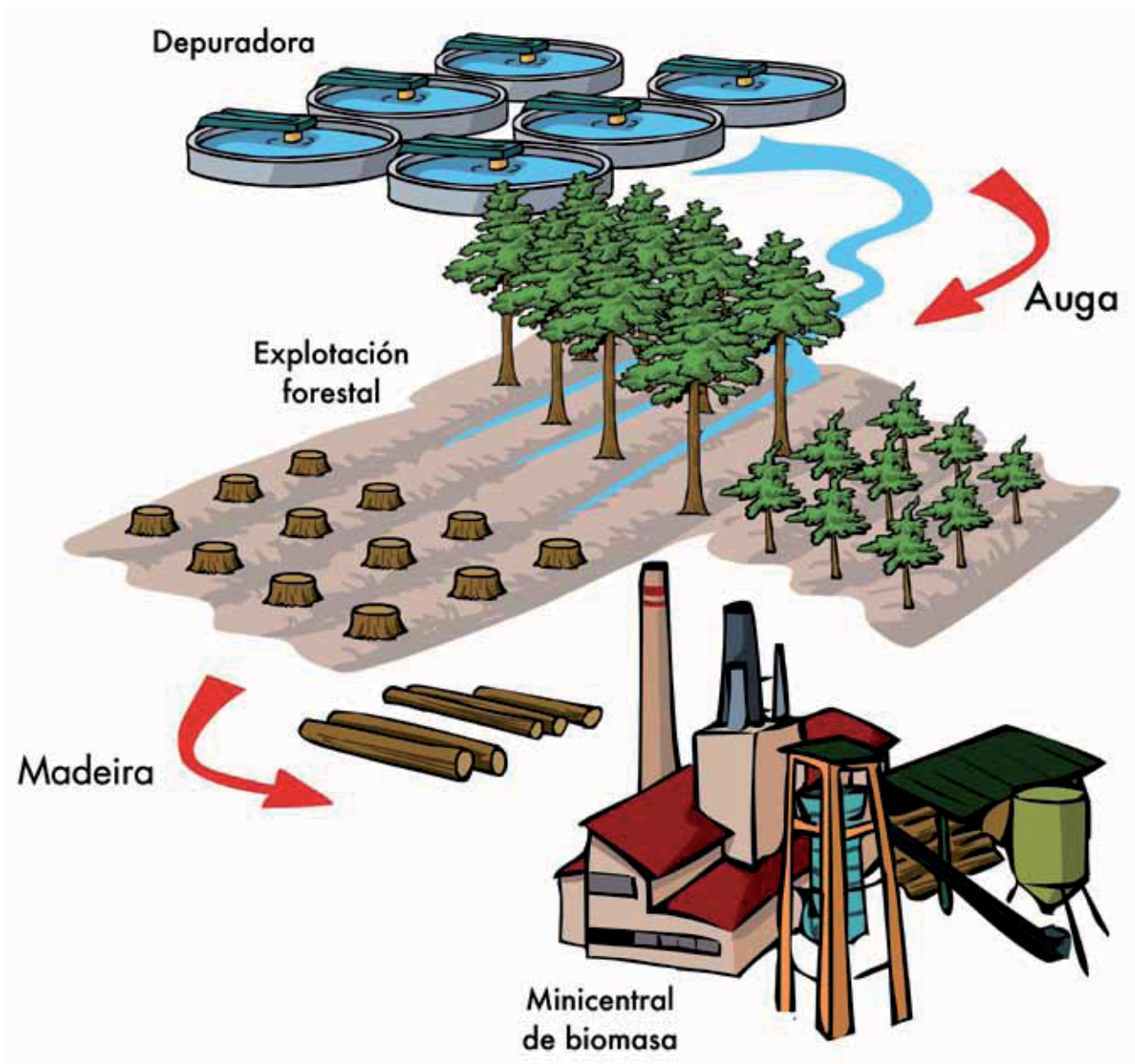
O que non se adoita facer nunca é verter directamente sobre o filtro verde, porque daría problemas sanitarios e malos olores, pero si que os filtros verdes se adoitan empregar como complemento doutros sistemas de depuración. Por exemplo, emprégase unha foxa séptica para depurar a auga, e o efluente que sae desta se aplica sobre un cultivo de árbores para biomasa.

É un sistema cada vez máis utilizado. Depúrase a auga nunha instalación convencional, e logo úsase para a rega dun cultivo que despois se obtén para producir enerxía queimándoo nunha caldeira para xerar vapor e despois, mediante unha turbina, producir electricidade.

O solo serve de proceso complementario da depuración, xa que as raíces das árbores promoven un ecosistema moi axeitado para o desenvolvemento dos organismos descompoñedores en

condicións aerobias. É importante salientar que quen depura realmente no filtro verde son os microorganismos do solo, para os que as plantas superiores crean un ambiente idóneo, dando estrutura e aireación ao solo.

Pero o papel do arboredo é secundario, só como provedor das condicións de “bo reactor” para os microorganismos, e de xeito secundario absorbendo unha parte do N e do P e outros nutrientes nunha sorte de tratamento terciario. Unha parte da auga residual aplicada é evapotranspirada polas plantas e outra parte reincorpórase ao ciclo hidrolóxico por escorrentía (superficial ou subterránea) nunhas condicións melloradas na súa calidade tras o seu paso polo solo.



Varios países canalizan as augas das depuradoras urbanas das vilas e cidades cara a fincas próximas onde se cultivan hortalizas e árbores froiteiras. Estas augas, que se coñecen como pardas, regan máis de medio millón de hectáreas de 15 países, sendo de novo Israel o país líder nesta técnica.





- Que vantaxes lle ves a este sistema de tratamento de augas pardas?
- Fai unha relación de riscos.

Sistemas de potabilización da auga: o exemplo da ETAP A Telva

Ata agora estivemos a analizar sistemas de depuración de augas residuais ás que se trataba de devolver a calidade antes de volver integralas ao ciclo hidrolóxico, sendo o obxectivo que se puidesen reutilizar ou reincorporar ao medio sen causaren problemas.

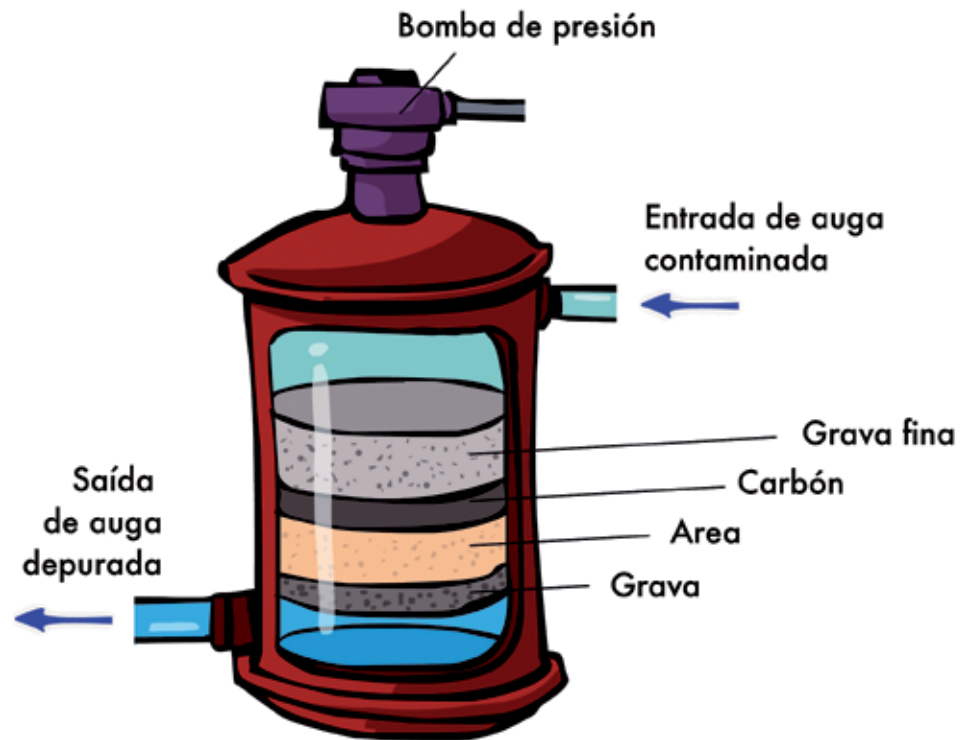


Figura 17.

Queda analizar a potabilización, que sería o caso de lograr a calidade da auga para o seu uso como bebida polo ser humano. Neste caso, trátase de garantir a calidade sanitaria da auga. Pode haber varias fontes de problemas que causan que unha auga non sexa potable:

- Turbidez por elementos en suspensión.
- Presenza de sales ou compostos químicos tóxicos.
- Presenza de organismos nocivos: microorganismos e parasitos intestinais.

A turbidez resólvese mediante procesos de filtración, onde se define un determinado tamaño de partícula capaz de pasar por un determinado filtro. Os filtros poden ser de area, ou máis sofisticados, con moito menor tamaño de partícula. Nese caso requiren grandes presións de traballo para seren eficaces e render caudais útiles, o que implica consumo enerxético para bombas ou grupos de presión. Cando a filtración alcanza un nivel de microns, é considerado xa un proceso de desinfección, pois o filtro logra eliminar ata bacterias e virus da auga.



A presenza de sales ou compostos químicos lógrase reducir utilizando filtros de carbón activo ou intercambiadores catiónicos, que son sistemas nos que se forza o paso da auga a través de filtros destas substancias, que reteñen os contaminantes non debido a impedimentos físicos coma nun filtro convencional, senón a que se retiran por adsorción, é dicir, quedan “pegados” ás substancias do filtro por forzas electrostáticas que deixan pasar as moléculas de auga, pero non así os contaminantes.

● Cales son as semellanzas e cales as diferenzas entre depuración e potabilización?

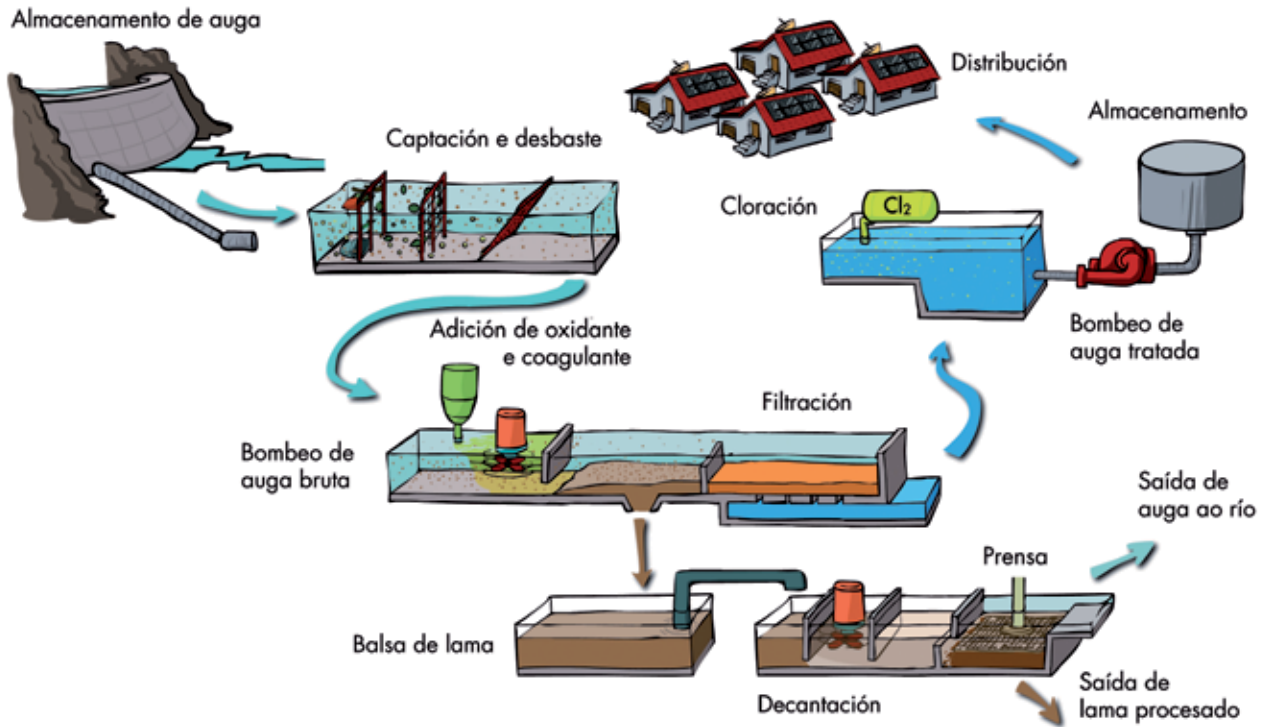
As poboacións teñen sistemas de potabilización adaptados ás calidades das augas das concas fluviais que as abastecen e as necesidades e dimensións das poboacións. Nese sentido non ten nada que ver a potabilización dunha gran cidade mediterránea, como pode ser o caso de Barcelona, coa dunha cidade de Galicia.

Na comunidade autónoma de Galicia a cidade de A Coruña foi un dos primeiros municipios en ofrecer un abastecemento domiciliario. Este iniciouse no ano 1908 con unha toma situada en Cañás (Carral). A auga enviábase por gravidade e sen ningún tipo de tratamento. É en 1915 cando se introduce por un leito de area e en 1925 cando aparece por primeira vez a esterilización por hiperclorito de sosa. Esta planta na actualidade está adaptada para o subministro de auga potable para Carral e Cambre. En 1941, ao ser as instalacións insuficientes, púxose en marcha a planta de tratamento Telva 1 que se vería completada coa Telva 2 en 1976 e coa Telva 3 en 1996.





O sistema de tratamento na ETAP A Telva capta a auga do río Mero e faise pasar por unha reixa de grosos , outra de medios e a finalmente unha de finos. Deste xeito impídese o ingreso de ramas, follas e de calquera outro tipo de sólidos. Unha vez filtrada a auga é bombeada cara a planta.



Unha vez que auga ingresa por bombeo na cámara de mestura, alí engádense os produtos necesarios para provocar a oxidación, a coagulación – floculación da materia orgánica. A oxidación conséguese con permanganato potásico e con cloro e a coagulación-floculación mediante afato de aluminio. Para oxidar a materia orgánica engádense permanganato potásico e para provocar a coagulación – floculación que facilite a decantación, sulfato ou hidróxido de aluminio.

O obxecto desta decantación é a eliminación de sólidos presentes na auga pola acción da gravidade. Aquelas partículas que por si mesmo non sedimentan, como é caso dos coloides, agrúpanse formando flóculos mediante reactivos. Neste caso concreto é o catión aluminio o que atrae ás arxilas de cargas negativas favorecendo a formación así estruturas máis voluminosas que se coñecen como flóculos.

● Colle auga con arxilas e engádelle sulfato de aluminio. A continuación axita e espera o tempo necesario, para obter un cambio coma o que se ilustra.



- Describe o cambio
- Cal é fundamento físico – químico do cambio que observas
- Que utilidade ten este proceso no tratamento de augas para o consumo humano?



Figura 18.

A auga decantada distribúese a filtros de area, nos que remata o proceso de clarificación. Este proceso de filtración fai que co tempo os filtros precisen dun proceso de limpeza que se fai inxectando aire e auga a contracorrente.



Figura 19.





O proceso remata coa desinfección que neste caso se fai por cloración, aínda que na actualidade hai procesos máis custosos e moito menos implantados, como é o uso de ozono. O obxectivo final deste proceso de tratamento, usando cloro en estado gasoso que se dissolve na auga, é a eliminación de microorganismos patóxenos que poida levar a auga. O cloro engádese nunha dose tal que se manteña como cloro residual ao longo de toda a rede de distribución, pero que non represente toxicidade algunha cando a auga se consuma.).

Neste exemplo concreto, a auga tratada é bombeada cara o depósito de Alvedro, onde se fai a distribución por gravidade cara a cidade. Todo o proceso de tratamento é controlado rigorosamente medindo parámetros físico – químicos á entrada e á saída da planta e nas etapas intermedias así como ao longo da rede de distribución

- Para limpar os matracas que se usaron en experiencias de laboratorio relacionadas coa dixestión de proteínas úsase permanganato potásico. Cal cres que é motivo de selección deste produto para ese tipo de limpeza.
- Que sentido ten usar produtos químicos que disoltos xeran o catión aluminio para a precipitación das arxilas de carga negativa?
- Actualmente tende a substituírse o uso de sulfato de aluminio polo do hidróxido de aluminio. Cal cres que pode ser o motivo
- Se o cloro mata aos microorganismos, ¿pode chegar a afectar á nosa saúde? Que precaucións se deben adoptar para que non sexa así?
- Que vantaxes ten ozono fronte ao cloro? Cales son os inconvenientes que impiden que o seu uso substitúa ao cloro?
- Colle auga con arxilas e engádelle sulfato de aluminio e axita para observar o que se ve.

O exemplo de tratamento descrito deixa como residuos lamas que deben xestionarse dende o punto de vista ambiental. As lamas recóllense nun pozo situado na parte inferior dos tanque de decantación e proceden da decantación directa ou ben da auga con aire que se usou para a limpeza dos filtros.



Figura 20.

(foto _MG_5981 A Telva)

Do pozo pasan a unha cámara de mestura e reactor onde se xera un proceso de formación de fólculos. Unha vez rematado o proceso de decantación, a auga devólvese ao río e as lamas espesas pasan a outro pozo de lamas, onde se vai a deshidratar por medio dun proceso de centrifugación. A lama deshidratada así obtida queda almacenada e vai retirándose de xeito periódico mediante camións que a levan a un vertedoiro controlada.

- Por que as lamas que secas que se obteñen mediante este sistema de potabilización non teñen practicamente olor?
- Poderían usarse estas lamas para o enriquecemento do solo agrícola? Xustifica a resposta.

Gotas de solidariedade, equidade e participación para a sociedade do cambio climático



Figura 20.

Nun mundo onde a poboación e o consumo están a medrar de xeito exponencial, os escenarios derivados do cambio climático e dos crecentes problemas de abastecemento e calidade da auga, en apoio mutuo, requiren que coa máxima urxencia se incremente o compromiso público fronte a estes retos asociados do século XXI. Se non se acada ese compromiso, os custos económicos e humanos serían incalculables, dado que, como xa se viu, se destruírían ecosistemas de xeito irremediabile e aumentarían progresivamente os conflitos sociais.





Un compromiso coa auga que ten que superar fronteiras

O compromiso público que se precisa para facer fronte a estes dous retos que se nos presentan da man no século XXI é de tal magnitude que non é posible afrontalos dende o goberno individual de cada país.

Por iso é necesario impulsar relacións internacionais para facer fronte aos dous retos e que se sustenten sobre unha serie de valores que sexan indiscutibles para os Estados, asumidos baixo o paraugas da responsabilidade común e que se fundamenten na defensa da liberdade, da igualdade, da solidariedade e da participación dos cidadáns no coidado da natureza.

A auga pasa así a ser un tema central para aglutinar esforzos comúns na dirección marcada polos devanditos principios de carácter ético, porque a súa escaseza e falta de calidade está ligada á pobreza, á fame, á miseria, ao aumento de conflitos, á necesidade de emigrar e ás enfermidades.

Con esa orientación apareceu a meta 7.C dos Obxectivos de Desenvolvemento do Milenio (ODM) promulgados no ano 2000. Esta orientación resultou clave ao propoñer reducir á metade, para o 2015, a proporción de persoas sen acceso sustentable á auga e a servizos básicos de saneamento.

Pero como xa levamos máis da metade do tempo percorrido dende que se promulgou, a consecución desa meta preséntasenos bastante escura, pois agás algunhas rexións, entre as que destacan India ou China, a maioría dos países non avanzaron cara a meta e, en moitos casos, nese período de tempo agravaron máis a situación dos seus ecosistemas, debido moitas veces a un avance alarmante da contaminación. Na avaliación do cumprimento dos ODM que se fixo no 2008 evidenciouse a imposibilidade de acadar estes obxectivos por parte da maioría dos países, en especial os do continente africano.



A mellor forma de acadar eses obxectivos é a cooperación internacional en materia de auga e saneamento, e para iso interesa o seu recoñecemento como dereitos básicos en todo o mundo. Nese sentido, o 28 de xuño do 2010 as Nacións Unidas recoñecían o dereito humano á auga, que debe ser suficiente, salubre, aceptable, alcanzable e accesible para o uso persoal e doméstico de todas as persoas. Tamén recoñece o dereito ao saneamento, como ferramenta imprescindible para evitar numerosas mortes que cada ano provoca a auga contaminada.

- Redacta as túas ideas sobre as medidas que aínda podemos estar a tempo de tomar para acadar a meta 7.C dos ODM no ano 2015.
- Por que cres que o 28 de xuño do 2010 pode pasar á historia?

A auga á que todos temos dereito, segundo a ONU, debe ser suficiente polo menos para previr a morte por sede, non debe ser insalubre nin repugnante en cor, olor e sabor, debe estar ao alcance de calquera fogar ou lugar de traballo. Tamén debe presentar prezos razoables para non comprometer outros dereitos.



Figura 21.

Por iso hai que considerar a auga como un ben social e non só como un ben económico, porque obviamente este dereito humano ten que prevalecer sobre o dereito económico comercial. Porque transformar aos cidadáns en simples clientes da compra da auga xa sabemos que supón marxinar aos máis pobres no que se refire aos seus dereitos cidadáns.

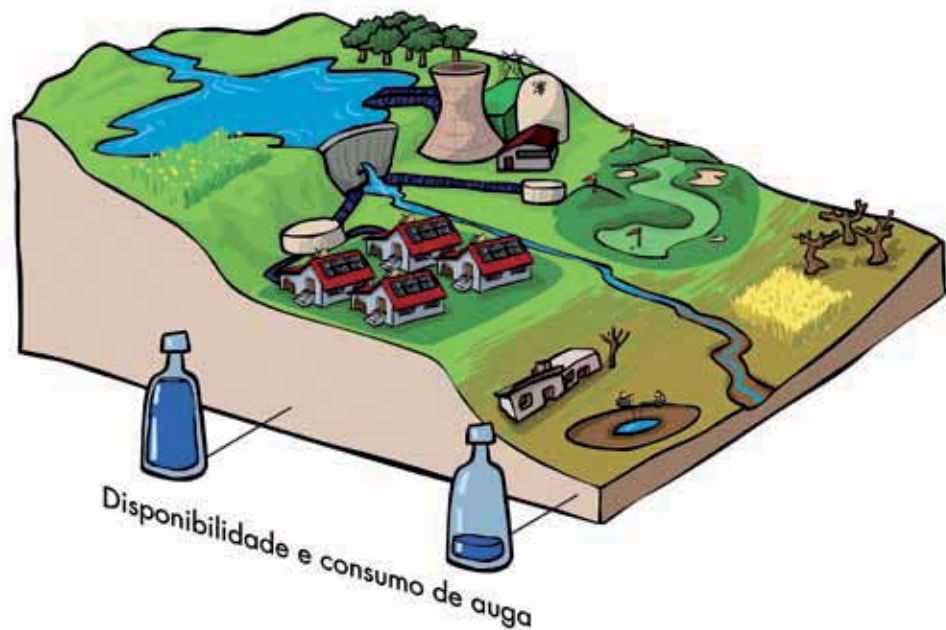




Este dereito humano xa está a demandar que os Estados se poñan de acordo para que os países máis ricos garantan os recursos hídricos e a asistencia financeira que a calidade destes require, e que polo menos se centrarán na protección ambiental, na depuración da auga, no tratamento dos residuos, nas redes de distribución e nas tecnoloxías a pequena escala.

Da xestión da auga como recurso á xestión da demanda da auga

Debemos aproveitar o recente recoñecemento deste dereito humano para superar definitivamente a eiva que para a sociedade do cambio climático está a supoñer o denominado estruturalismo hidráulico, que foi o responsable de distribuír grandes cantidades de auga e poñelas a disposición dos grupos sociais que máis rendibilidade lle puidesen sacar, xa sexa na rega, na obtención de enerxía hidroeléctrica ou no abastecemento.



Os valores emanados do estruturalismo hidráulico converteron a auga nun simple recurso económico ao servizo da produción, degradando os ecosistemas acuáticos ata chegar en moitos casos a situacións irreversibles.

Entre os detonantes que levaron á ONU a facer explícito este dereito, cabe destacar os escenarios de cambio climático apuntados polo informe do panel de expertos da ONU sobre o cambio climático do ano 2007, e tamén o cuarto informe sobre o medio ambiente da ONU, no que se apuntaba que as demandas de auga no mundo poderían incrementarse nun 50 % nos países en desenvolvemento e nun 18 % nos países desenvolvidos.

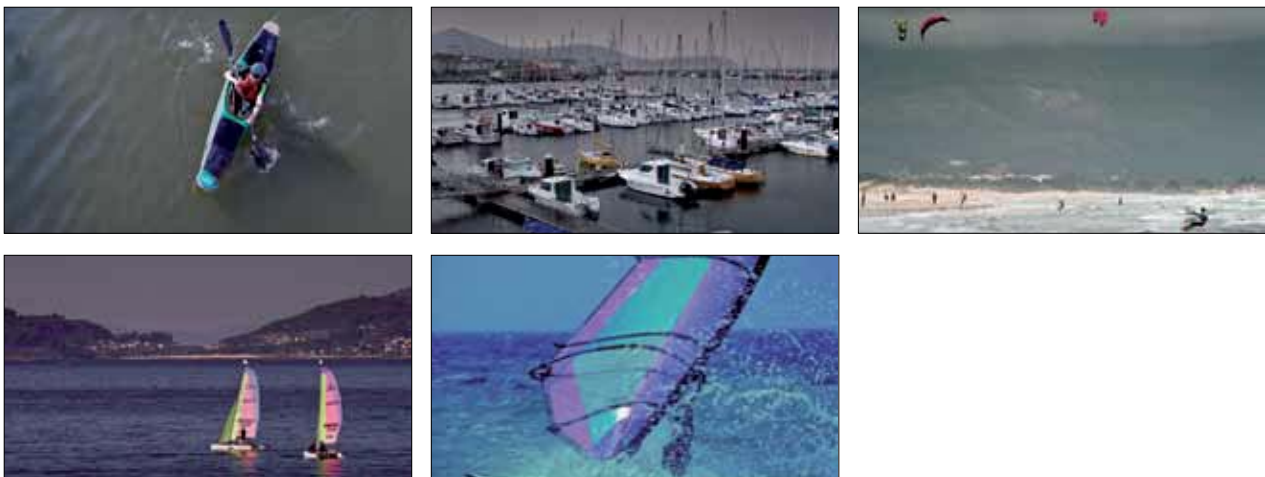
A suma desta previsión de aumento de demanda da auga ata uns niveis intolerables nos países onde escasea, coa incerteza dos efectos do cambio climático e o preocupante deterioro da saúde dos ecosistemas fluviais de auga doce; vai supoñer unha importante barreira para poder garantir a seguridade alimentaria e a estabilidade política e social en moitas rexións do mundo.

Por iso a auga na sociedade do cambio climático ten que ser moito máis que un recurso ou un ben produtivo e pasar a ser considerada e xestionada como un valor patrimonial, cultural, con dimensións escénicas e lúdicas incorporadas ao binomio recursoDterritorio. É por iso que, aplicando o concepto de balance hídrico ás cuncas hidrográficas, estas deben deixar de verse como simples almacéns de auga para pasar a ser visualizadas como auténticos ecosistemas vivos e complexos, de cuxa saúde depende tamén a nosa e a das xeracións vindeiras.



Figura 22.

Por iso debemos pasar das estratexias de oferta do recurso ata agora predominantes a outras nas que preveza a oferta da demanda, co obxectivo de incentivar a eficiencia, a conservación e o aforro; con estratexias como as tratadas ao longo deste capítulo, e tendo presente que a saúde deses ecosistemas non só nos proporciona recursos, senón tamén paisaxes e contextos que estimulan os nosos sentimentos, o noso benestar, gozo, deporte e ocio.



A xestión da demanda é a mellor forma de xestionar a escaseza e garantir o acceso a augas potables e ao saneamento de calidade, como premisa do desenvolvemento humano. Para iso





é necesario ter en conta catro principios básicos que se deben impoñer como os catro piares que soporten unha nova cultura da auga que necesitamos con urxencia: eficiencia, aforro, equidade e participación na conservación. Esta nova xestión da demanda da auga, que se coñece como Nova Cultura da Auga, fundaméntase en tres grandes principios: equidade, solidariedade e participación.

- Busca exemplos nos que auga xestionada como recurso empobreceu as poboacións das ribeiras dos ríos explotados.
- Idea unha breve proposta de xestión da demanda da auga.
- Compara as dúas modalidades de xestión.

Equidade, solidariedade e participación na xestión da demanda da auga

O modelo da xestión da auga como recurso conduciunos cara á situación actual de inequidade na distribución do que se produce e na destrución de tecidos rurais e formas tradicionais de vida e de produción. Esta inequidade acentuou máis aínda a dificultade de acceso aos alimentos por parte dos sectores máis pobres e socialmente desvertebrados. Isto explica o feito de que a fame no mundo non radique tanto na capacidade produtiva de alimentos, senón máis ben na dificultade de acceder a eles.

Por equidade enténdese a igualdade de condicións e oportunidades no acceso á auga, independentemente da raza e do Estado onde se viva. Este acceso igualitario ao uso e gozo da auga é unha cuestión de xustiza social, polo que os Estados deben velar polo seu cumprimento. Este principio comprende tamén a dimensión ética de equidade interxeracional, que supón que os ecosistemas acuáticos, igual que toda a natureza, son patrimonio en usufruto das xeracións actuais, co compromiso de conservalo para as xeracións futuras, porque estas terán os mesmos dereitos e oportunidades de uso.



A solidariedade entre persoas e pobos na xestión da auga debe estar orientada a acadar o reto de ter unha fonte pública de auga potable en todas as prazas e aldeas de mundo, que non falte auga salubre en ningún fogar, onde tampouco deberán estar ausentes as medidas sanitarias de saneamento.



Figura 23.

O enfoque solidario que se necesita na xestión da demanda da auga na sociedade do cambio climático ten que ser radical e, xa que logo, entendido non como un reto económico-financeiro, senón como unha obriga humana que as institucións públicas deben afrontar, tanto a nivel local como de cooperación internacional.

Nese reto, os mercados deben quedar totalmente á marxe e débese facer valer o dereito humano recentemente aprobado, porque os dereitos humanos non se mercan nin se venden, senón que se garanten como unha prioridade máxima en calquera tipo de xestión das institucións públicas.

Por iso, o dereito humano á auga debe recoller os valores e principios de solidariedade, equidade e cohesión social nun marco onde a participación dos cidadáns ten que ter un papel relevante.

- Pon dous exemplos de xestión da auga, un que sexa equitativo e outro que non o sexa.
- Investiga sobre as medidas equitativas que se propuxeron na xestión da auga.

A participación cidadá

Como xa se comentou, á hora de repartir a auga hai moitos intereses en xogo que moitas veces van chocar de xeito frontal cunha xestión da auga centrada na demanda. Cando hai intereses económicos relativos a sectores económicos importantes, como poden ser o enerxético ou o da construción, estes defenden os seus intereses creando *lobbies*.





Figura 24.

Estas prácticas, independentemente da súa lexitimidade e profesionalidade, supoñen certos riscos para o peche do diálogo doutros sectores implicados coa xestión, que, no caso da auga —como xa se viu— sempre teñen moito en xogo.

De feito, a situación actual reflicte que en case todos os lugares do mundo a auga non se xestionou moitas veces pensando no interese colectivo; sobre todo no relativo ás augas subterráneas, que están explotadas por infinidade de pozos ilegais.

Cando as medidas que se toman evidencian no proxecto a súa falta de sustentabilidade e/ou inequidade, aparece unha oposición dos grupos afectados, sendo máis virulenta e frontal canto maiores sexan os intereses afectados.

Por iso a Nova Cultura da Auga propugna unha xestión pública participativa baixo control social. Este novo enfoque ten as súas raíces nos contextos da carencia da auga de calidade e no cambio climático. Isto amplifica e sensibiliza a opinión pública sobre o contido das denuncias sobre xestión da auga expostas por grupos ecoloxistas, entidades cívicas de afectados e grupos profesionais. Isto vai ocasionando unha perda progresiva das formas de goberno e xestión da auga que se vían como fortemente consolidadas no século pasado.

A suma dos retos do cambio climático e da escaseza e perda de calidade da auga está chamando a atención sobre a urxencia dunha nova forma de gobernar e xestionar que trate as persoas como xente intelixente, comprometida e implicada. Iso permitirá que o poder da xestión da auga se diversifique e gañe en compromiso e responsabilidade social. Obviamente, iso vai requirir que os gobernantes superen as tentacións de manter vellas inercias institucionais, visión a curto prazo e medos a asumiren riscos.

Así mesmo, as alternativas participativas van contextualizar máis os problemas e atopar solucións diversas, directas e eficientes ao implicar na súa solución as comunidades locais sobre un tema que é vital para a súa supervivencia. Por iso entre os piares da Nova Cultura da Auga está o principio da subsidiariedade, segundo o cal as decisións relativas á auga débense tomar ao nivel máis próximo posible aos lugares onde é usada e onde se degradará o medio.

As medidas tomadas deste xeito participativo das partes interesadas sairán con máis lexitimidade e aceptación social. Ademais, esta forma de xestión que a crise da auga e do cambio climático están a demandar, e que as TIC e a sociedade global da comunicación facilita, abre un escenario atractivo onde todos os cidadáns poden contribuír co seu gran de area á xestión colectiva da auga, como ben básico e vital, ao tempo que se educan no cambio de hábitos de cada día e se forman para a participación nas loitas sociais.

Deste xeito a participación cidadá na xestión da auga vai espallar e facer fortes os valores emanados da Nova Cultura da Auga, valores que cómpre impulsar dende unha sensibilización e unha Educación Ambiental da cidadanía. Por iso necesitamos que a Educación Ambiental se exprese a favor desa Nova Cultura da Auga na sociedade do cambio climático, e que o faga plenamente orientada polos obxectivos que se configuraron na década dos setenta do século pasado.



Figura 25.

Urxe entón que a Educación Ambiental aborde con rigor e sen complexos a crise da auga na sociedade do cambio climático, e debe facelo seleccionando e organizando de xeito interdisciplinar os seus contidos, propoñendo actividades e metodoloxías xunto cos recursos precisos para conseguir a participación educativa. Con eses ingredientes debe perseguir sen complexos e con axilidade os obxectivos de informar, sensibilizar e educar a cidadanía para a súa participación activa e responsable na xestión da auga dende a demanda no marco da Nova Cultura da Auga.





- Ponte na situación de que te convocaron a unha reunión para decidir un aproveitamento da auga do río máis próximo á túa casa en aplicación do principio de subsidiariedade da Nova Cultura da Auga. Debes expresarte sobre a elección entre os seguintes usos, coa condición de impulsar o desenvolvemento da túa zona, vetando de xeito xustificable os que non admitas, proponendo consideracións para os non vetados e abrindo necesariamente outras alternativas de considerares que todos teñen o teu veto:
 - Instalación dunha central nuclear que se refrixere dende o río.
 - Posta en marcha dunha minicentral.
 - Instalación dunha piscifactoría.
 - Instalación dunha industria aberta de acordo coas propostas dos convocados á reunión.
 - Desenvolvemento dunha explotación agropecuaria de acordo coas propostas dos convocados á reunión.
 - Posta en marcha dun complexo de turismo rural de acordo coas propostas dos asistentes á reunión.
 - Outras propostas fundamentadas feitas por cada asistente.
- Estás convocada/o pola Unión Europea para estudar sistemas para apoiar os Gobernos subsaharianos fronte ás secas que lles está ocasionando o cambio climático. Elixe o grupo de expertos que queres representar (banca, sector enerxético, sector industrial e sector agropecuario, sector do turismo, construtores), coa única limitación de que non pode estar completo o grupo ao que te apuntes, podendo propoñer ti novos sectores. Estuda as propostas que cres que é razoable propoñer dende o sector que representas e que límites cres que hai que establecer para defender os intereses do sector que representas. Cando se abra a quenda de debate, pensa que a túa implicación e participación vai contribuír de forma determinante aos obxectivos educativos que esta actividade persegue.

UNIDADE 3 BIBLIOGRAFÍA

LIBROS:

Alberts B. et al. (1996). Biología molecular de la célula (3ª ed.). Ed. Ediciones Omega 1.387 pp.

Anguita, F. (2002). Biografía de la Tierra. Historia de un planeta singular. Ed. Aguilar, 350 pp

Anguita, F. & Castilla, G. (2003). Crónicas del sistema solar. Ed. Equipo Sirius, 247 pp.

Catalá, J. (1979). Física. Ed. Cometa, 767 pp.

Curtis, H. & Barnes, N.S. (1995). Invitación a la Biología (5ª ed.). Editorial médica Panamericana, 862 pp.

Gore, Al (2007). Una verdad incómoda: la crisis planetaria del calentamiento global y cómo afrontarla. Ed. Gedisa, 328 pp.

Sóñora (coord.) & Lires, J. (2007). Cambia o clima? Ed. Xunta de Galicia, pp. 136

Sóñora et al. (2009). Se queimamos quentamos. Ed. Xunta de Galicia, pp. 190

VV.AA. (2008). Plan Galego de Acción fronte ao Cambio Climático 2008-2012. Ed. Xunta de Galicia, pp. 147

REVISTAS:

Arrojo, P. (2006). Los retos éticos de la nueva cultura del agua. Polis: revista académica de la Universidad Bolivariana, nº. 14.

Arrojo, P. (2008). Principios éticos para una movilización mundial frente a la crisis del agua. En Carta firmada durante el Foro "Ética en la Gestión de Aguas y Ecosistemas Acuáticos", proyecto realizado dentro de la Tribuna del Agua, en la Expo Zaragoza 2008 "Agua y Desarrollo Sustentable".

De Miguel, et al (2009). El ciclo hidrológico: experiencias prácticas para su comprensión. Enseñanza de las ciencias, 17.1, 78-85.

Escriu, J. (2008). Cálculo termo-económico de los costes ambientales del agua. Aplicación a los costes de la Directiva Marco del Agua. Revista Tecnología del Agua, abril 2008; 36-50.

González, J. A., Montes, C. & Santos (2008). Capital natural y desarrollo: por una base ecológica en el análisis de las relaciones Norte-Sur. Papeles de Cuestiones Ecosociales y Cambio Global, 100, 63-78.

Llamas, M. R. (2005). Los coleros del agua, el agua virtual y los conflictos hídricos. Revista de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas, Naturales, vol. 99, nº 2, 369-385

Orsi, A. (2008). Desplazados ambientales. Revista Futuros, nº 120, Vol. VI 2008

Panyella, J. (2005). La equidad. Opciones. Sep-nov 2005, 17-33.

Pernía, J. M. & Fornés, J.M. (2009): Cambio climático y agua subterránea. Enseñanza de las Ciencias de la Tierra, vol. 17, nº2, 172-178.





Rodriguez, R. et al 2009. La huella hidrológica de la agricultura española. Ingeniería del Agua, 27-40.

Sóñora, F., Rodriguez, M. & Troitiño, R. (2009). Un modelo activo de Educación Ambiental: prácticas sobre cambio climático. Enseñanza de las Ciencias de la Tierra, 196-206.

Subirats, J. (2006). ¿Por qué es importante la participación ciudadana en la gestión sostenible del agua? En Martínez, J. & Brufano, P. Aguas limpias, manos limpias: corrupción e irregularidades en la gestión del agua en España, 83-91.

Vargas R. (2006). Cultura y democracia del agua. Polis: revista académica de la Universidad Bolivariana, nº 14.

FONTES ELECTRÓNICAS:

http://hercules.cedex.es/Informes/Planificacion/2000-Libro_Blanco_del_Agua_en_Espana/

<http://www.infoforhealth.org>

LIBROS DE TEXTO:

Brañas (coord..) et al.(1998) Ciencias da Natureza. 3º ESO. Ed. Galaxia, 237 pp.

Brañas, M. , Pizarro, I. & Sóñora, F. (2000). Os cambios na Terra. 4º ESO. Ed. Cesoga edicións.