

Sección 4

OS SISTEMAS FLUÍDOS (II): A HIDROSFERA

1. Hidrosfera:

- 1.1. Definición de Hidrosfera.
- 1.2. Os recipientes hídricos.
- 1.3. Balance hídrico. Ciclo hidrológico.

2. Recursos hídricos:

- 2.1. Definición de recursos hídricos.
- 2.2. Usos e explotación.
- 2.3. Impactos.
 - 2.3.1. Aumento da carga de materiais en suspensión.
 - 2.3.2. Drenaxe e transformación dos humidaís.
 - 2.3.3. Deforestación.
 - 2.3.4. Cambios no uso das terras agrícolas.
 - 2.3.5. Presas e encoros. Fragmentación e regulación do caudal.
 - 2.3.6. Especies invasivas.
- 2.4. Xestión integrada dos recursos hídricos (GIRH).
- 2.5. Utilización dos recursos hídricos en Galicia.

3. A contaminación hídrica:

- 3.1. Contaminación da auga.
 - 3.1.1. Definición.
 - 3.1.2. Orixe e tipos de contaminación.
 - 3.1.3. Calidade da auga. Parámetros físicos, químicos e biolóxicos.
- 3.2. Contaminación mariña. Mareas negras.
 - 3.2.1. Definición.
 - 3.2.2. Eliminación das verteduras de petróleo.
 - 3.2.3. Medidas de carácter preventivo.
 - 3.2.4. Medidas correctoras.
- 3.3. Sistemas de tratamento e depuración de augas.
 - 3.3.1. Tratamento de augas para consumo (ETAP).
 - 3.3.2. Autodepuración.
 - 3.3.3. Sistemas de depuración de augas residuais.
 - 3.3.3.1. Sistema de depuración natural ou branda.
 - 3.3.3.2. Sistemas de depuración tecnolóxica ou dura (EDAR).

Hidrosfera:

1.1. Definición de Hidrosfera

A **Hidrosfera** é o subsistema da Terra constituído polos mares e océanos, a auga do chan e o subsolo e a auga da atmosfera. Debido a que os valores de presión e temperatura na Terra están próximos aos do punto triplo da auga, ésta pode atoparse nos tres estados: sólido, líquido e vapor, algo que non acontece no resto dos planetas do Sistema Solar.

A natureza polar das moléculas de auga e os enlaces por pontes de hidróxeno que se establecen entre elas, fan que posúa propiedades singulares, tanto dende o punto de vista físico como químico:

- Altos puntos de fusión e ebulición.
- Elevadas entalpías de fusión e evaporización e alta calor específica (1.000 Kcal. /Kg. ° k).
- Baixa condutividade térmica.
- Menor densidade como sólido que como líquido (densidade máxima a 4°C).
- Excelente disolvente de compostos iónicos e de compostos orgánicos polares.

1.2. Os recipientes hídricos

A distribución da auga da hidrosfera non é uniforme, poderíamos considerala en seis sistemas, recipientes ou compartimentos acuáticos: océanos, depósitos de xeo, augas subterráneas, augas superficiais, atmosfera e biosfera .En a seguinte táboa represéntase unha aproximación aos valores en cada compartimento.

Auga almacenada	Volume (km ³)	% sobre o total
Total de auga	1.386 x 10 ⁶	100
Océanos	1.350 x 10 ⁶	97,4
Glaciares	28 x 10 ⁶	2,02
Augas subterráneas	8 x 10 ⁶	0,57
Lagos e ríos	2 x 10 ⁵	0,01
Atmosfera	13 x 10 ³	0,001
Biosfera	6 x 10 ²	0,00004

A cantidade de auga da hidrosfera pódese considerar constante. Existen na alta atmosfera reaccións de fotodisociación provocadas pola radiación solar que destrúe o vapor de auga, tamén hai auga que entra en s meteoritos, pero ambos os dous casos trátase de cantidades desprezables. A cantidade de auga que salgue do interior de ala Terra (volcáns, fontes termais) é compensada pola auga que entra nas zonas de subducción

1.3. Balance hídrico e o ciclo da auga

Os movementos e cambios de fase da auga na hidrosfera constitúen un circuíto practicamente pechado, chamado **ciclo hidrolóxico**, que se mantén en funcionamento grazas á achega de enerxía solar e á forza da gravidade. O sol proporciona a enerxía para elevar a auga do chan ao evaporala e a gravidade fai que a auga condensada precipite e que unha vez na superficie, viaxe a zonas topograficamente máis baixas.

Debido á elevada calor específica da auga é necesaria unha grande achega de enerxía para elevar a súa temperatura e, ao ser mal condutor da calor, arrefríase moi lentamente. Polo tanto as nubes na atmosfera e os océanos almacenan e transporta nas súas respectivas circulacións grande cantidade de enerxía en forma de:

Calor sensible. É o que miden os termómetros, e indica a enerxía cinética media que posúen as moléculas dunha substancia.

As formas de transporte da calor sensible son:

Radiación: é a perda de calor mediante irradiación de enerxía electromagnética de todas as substancias polo feito de estar a temperatura superior a 0° K.

Condución: a calor transpórtase a través da materia seguindo a dirección de maior a menor temperatura. Non existe transporte de materia.

Convención: as correntes redistribúen a calor pola mestura de partes quentes e frías do fluído; é polo tanto, propio de líquidos e gases.

Calor Latente. É a enerxía absorbida e almacenada por un gas ou líquido durante o proceso de evaporación ou fusión respectivamente. Distinguimos entre:

Calor latente de vaporización. Durante o proceso de evaporización dun líquido prodúcese un transvasamento de enerxía dende a súa superficie (que se arrefría lixeiramente) facía a atmosfera. Cando a auga se evapora, absórbense 540 calorías por cada gramo de auga evaporada, que son devoltas ao medio no momento da condensación.

Calor latente de fusión. Corresponde á enerxía necesaria para romper os enlaces da estrutura sólida cristalina. No caso da auga absórbense 80 calorías por cada gramo que fonde.

O ciclo hidrolóxico é o mecanismo que regula termicamente a superficie do globo transportando materia e enerxía dende as zonas máis quentes ás máis frías.

A cuantificación do balance hídrico é a seguinte: los océanos as perdas por evaporación superan ás precipitacións obténdose un balance negativo; pola contra, sobre os continentes as precipitacións supera ás perdas por evapotranspiración e infiltración, e este excedente é igual á cantidade de auga que, en forma de *escorrentía superficial* ou *subterránea*, flúe dos continentes aos océanos.



2. - Recursos hídricos

2.1. Definición recursos hídricos

Enténdese por recursos hídricos naturais dunha determinada rexión como o volume de auga superficial e subterránea de que podería dispoñerse nesa rexión de forma natural, sen realizar obras. Exprésase en valores medios anuais, considerando como período de tempo o ano hidrolóxico (en España comeza o 1 de outubro, momento en que o almacenamento da auga é mínimo e remata o 30 de setembro).

Os recursos hídricos dependen das precipitacións e a evapotranspiración pero tamén da distribución da poboación humana. É dicir unha rexión árida, escasa pluviosidade e alto índice evapotranspiración potencial presentase ecosistemas naturais adaptados a esas condicións. Pero se asenta aquí unha poboación a auga será un grave problema nestes lugares só será posible o establecemento humano cunha boa xestión da auga e un uso racional e sostible. O norte de África, Oriente Medio, México, Oeste de Estados Unidos, zona central de Rusia e unha grande extensión de Australia son exemplos deste tipo de rexións.

Noutras partes do mundo o problema atopa en que a precipitación anual é moi elevada pero concentrada nunha época do ano causando inundacións catastróficas e arrastrando do chan cos seus nutrientes en España os recursos hídricos atópase irregularmente distribuídos tanto espacial como temporalmente e ademais atópase co problema do aumento do consumo, contaminación e salinización dos acuíferos.



Unha persoa de cada seis, no mundo non ten un acceso inadecuado a auga doce segura. En 2025 segundo Nacións Unidas os recursos hídricos de máis da metade dos países do mundo padecerá estrés (demándase máis auga da dispoñible) ou escaseza.

Os científicos esperan que a escaseza de auga se xeneralice debido ao incremento da poboación mundial, cambio climático mundial, sistemas defectuosos de eliminación de residuos, emisión de contaminantes industriais, a escorrentía cargada de fertilizantes e a entrada de auga salgada nos acuíferos costeiros. A falta de auga pode conducir á fame, a enfermidades, inestabilidade política e mesmo a conflitos armados

2.2. Usos e explotación.

No primeiro Informe das Nacións Unidas sobre o Desenvolvemento dos Recursos Hídricos no Mundo indicábase que un ámbito natural saudable e libre de contaminación é esencial para o benestar do ser humano e o desenvolvemento sostible, facendo fincapé en que os ecosistemas acuáticos e as súas especies dependentes son unha parte integral das nosas vidas e proporcionan unha base de recursos que nos axudan a satisfacer unha multitude de necesidades humanas e dos ecosistemas .Estos bens e servizos inclúen a auga para o consumo humano, a produción de alimentos, o rego, a produción de enerxía, os servizos reguladores (por exemplo, a redución dos efectos das inundacións, a filtración da auga, a recarga dos acuíferos e o ciclo dos nutrientes), o transporte e os servizos de recreación. Estes teñen un valor irremplazable e forman unha parte importante dos sectores da auga, a enerxía, a saúde, a agricultura e a biodiversidade.

Todos os ecosistemas, tanto os acuáticos como os terrestres, desempeñan unha función vital ao regular o modo en que flúe a auga a través da paisaxe. Este feito pon de relevo a necesidade de comprender mellor as relacións entre eles e xestionalos dunha forma integrada. Os ecosistemas acuáticos exercen unha serie de funcións vitais na sociedade humana:

- Regulan os extremos climatolóxicos, subministran recursos alimenticios e, no caso da auga doce, sustentan a produción agrícola.
- Regulación hidrolóxica das inundacións, dispoñibilidade e subministración de auga durante as épocas de seca. Os bosques absorben as precipitacións e regulan o caudal hídrico, mentres que os humidaís funcionan como esponxas, absorbendo os excedentes de auga nas épocas de fortes precipitacións e mareas altas e liberando a auga lentamente durante os períodos de seca.

- Retención de sedimentos, purificación da auga e eliminación de residuos.
- Recarga dos acuíferos.
- Abastecemento de auga potable e saneamento para as grandes poboacións.
- Abastecemento de auga de regadío para os cultivos e auga potable para o gando.
- Protección da costa.
- Redución do cambio climático mediante a absorción dos gases de efecto invernadoiro e o amortecemento de impactos.
- Recreación e turismo.
- Valores culturais e espirituais.
- Obtención dunha gama de produtos como fibras, madeira, penso para os animais e outros produtos alimenticios.
- Uso como rutas de transporte, ás veces a única ruta accesible.
- Produción de enerxía hidroeléctrica e mecánica.

Destacamos o uso nos **ecosistemas costeiros e de auga doce** que son hábitats altamente produtivos, como as lagoas, os esteiros, os lagos, os ríos, as chairas aluviais, os pequenos regatos, os estanques, os mananciais, os acuíferos e os humidais.



O termo "humidal" describe a un grupo determinado de hábitats acuáticos que representan a unha variedade de sistemas con vexetación que son pouco profundos, por exemplo, lamazais, lameiras, pantanais, chairas aluviais, lagoas costeiras, esteiros, arrecifes de coral e pradarías de herbas mariñas, onde os terreos menos profundos a miúdo son zonas de transición e se poden inundar temporalmente ou de forma intermitente.

A situación dos ecosistemas costeiros e de auga doce: a proximidade a masas de auga foi un incentivo para a situación dos asentamentos humanos durante milenios, e a alteración por parte do ser humano das costas, os ríos, os lagos e os humedales foi parella co desenvolvemento social e económico. Unha estimación que adoita citarse é a que indica que, arredor do 50% dos humidais que existían en 1900, se perderan ao final da década dos 90 como resultado da transformación da terra en terreo agrícola.

Os ecosistemas costeiros e de auga doce comprenden unha gama de hábitats altamente produtivos, como as lagoas, os esteiros, os lagos, os ríos, as chairas aluviais, os pequenos regatos, os estanques, os mananciais, os acuíferos e os humidais.

É importante apuntar que a capacidade de recuperación dos ecosistemas aumenta coa biodiversidade, mostrando así un vínculo relevante entre a xestión e a preservación da biodiversidade.

En canto ás augas costeiras, Conservación Internacional (CI) identificou vinte e cinco "puntos conflictivos" da biodiversidade, principalmente en Asia, o Caribe, África e Sudamérica. Só os arrecifes de coral, que representan o 0,2% da superficie total dos océanos, albergan máis do 25% de todos os peixes mariños coñecidos, alcanzando algúns arrecifes densidades dunhas 1.000 especies por metro cadrado, especialmente en zonas do Pacífico e do Índico. Os mares semipechados tamén posúen unha riqueza de flora e fauna endémica. O Mediterráneo, contén o 7% das especies mariñas coñecidas, a pesar de que cobre soamente o 0,8% da superficie oceánica.

As presións sobre os ecosistemas acuáticos provocaron unha grave diminución do número de especies, con máis especies de auga doce en perigo de extinción que nos ámbitos terrestres.

2.2. Impactos.

2.3.1. Aumento da carga de materiais en suspensión.

O aumento das concentracións de substancias sólidas en suspensión nas augas costeiras, os ríos e os lagos como resultado da actividade humana pode provocar cambios significativos nos hábitats (a agricultura intensiva, a deforestación, a construción de estradas, a urbanización, o turismo, a minaría, o dragado nos portos e as rutas de navegación, e os traballos nas canteiras de grava. O aumento de substancias e de partículas na auga produce niveis máis altos de turbidez e, polo tanto, diminúe a fotosíntese. Nas augas interiores, isto pode encher os encoros situados augas abaixo máis rápido do previsto. Xa que os materiais suspendidos (ás veces contaminados ou mesmo tóxicos) se asintan fóra da columna de auga, o hábitat dos organismos bentónicos pode variar de tal forma que diminúa a biodiversidade. As substancias sólidas suspendidas afectan en especial aos hábitats costeiros próximos á beira. A alteración das correntes e o transporte de sedimentos afectan aos deltas, os bosques de manglares, as praias e outros hábitats costeiros. Os arrecifes de coral, os bosques de manglares e as pradarías de herba mariña pódense asfixiar e verse privados de luz debido ao aumento das cargas de sedimentos, degradándose así os lugares naturais de reprodución e refuxio de moitas especies de peixes que son comercialmente valiosos e que axudan á subsistencia, a abrasión das superficies respiratorias e a obstaculización da inxesta de alimentos para as especies que filtran a auga.

2.3.2. Drenaxe e transformación dos humidais.

A drenaxe incontrolada dos humidais supuxo unha serie de ameazas para as especies e ecosistemas acuáticos en distintas partes do mundo, con impactos que ás veces afectan a cuncas enteiras ou aos hábitats costeiros, pode ter graves efectos sobre as funcións naturais de regulación destes, provocando, a perda de especies e de hábitats, aumento de secas e inundacións impredecibles e a erosión e a intrusión salina ao longo da costa.

As **turbeiras** e as **pradarías húmidas** en Europa foron moi alterados ao reconverterse para usos agrícolas e outros usos, onde moitos países perderon máis do 90% dos seus humidais pola drenaxe e tivo efectos devastadores sobre a biodiversidade, o

almacenamento de auga e a capacidade de almacenamento de carbono. En Europa do Este, o abandono da agricultura en moitas pradarias húmidas no norte de Rusia, Polonia e os Estados Bálticos, permitiron que se desenvolvesen como humidaes arbustivos con escaso ou nulo drenaxe. Se continúa esta tendencia, o lama das terras pantanosas degradadas e outros hábitats sensibles ao uso intensivo da terra poderíase rexenerar e, unha vez máis, subministrar reservas de auga limpa, almacenamento de carbono e outros servizos. É posible inverter estes cambios

2.3.3. Deforestación.

Os bosques son sistemas moi variados onde o fluxo de auga a través das cuncas boscosas é, de alta calidade pero son moi sensibles aos cambios como é a perda de biomasa e de biodiversidade o que pode perturbar a dinámica das funcións do fluxo e a recarga de auga.



A deforestación a miúdo supón tamén o aumento da carga de sedimentos, con distintos impactos nos hábitats situados augas abaixo e na costa.

A maioría da auga potable do mundo provén de cuncas que están, ou estarían naturalmente, arboladas. As 100 cidades máis grandes do mundo depende dos bosques de zonas protexidas. Los bosques son a base para a xestión integrada dos recursos hídricos.

2.3.4. Cambios no uso das terras agrícolas.

A agricultura é a usuaria máis importante de auga doce. O regadío é o responsable de case o 70% de todas as extraccións de auga e implica uns 250 millóns de hectáreas de terra en especial nas terras áridas e nas zonas de maior extensión dedicadas ao cultivo de arroz no mundo. Como resultado diso, algúns ríos (por exemplo, o Colorado, nos Estados Unidos e o Nilo, en África) non chegan ao mar durante certos períodos do ano Isto leva consigo unha serie de problemas nas zonas situadas augas abaixo e nas zonas costeiras e, nalgúns casos, acelera a salinización dos chans nas zonas de regadío e nos acuíferos próximos ás costas.

Aínda que a maioría dos cultivos do mundo se seguen sementando en labradíos de secaño, o 17% da terra cultivada en regadío no mundo produce actualmente o 40% dos alimentos, cunha tendencia en aumento cara ao regadío.



As prácticas de agricultura intensiva, que se basean na aplicación de fertilizantes e pesticidas solubles, poden ter como resultado o aumento de nutrientes na escorrentía é un dos motivos máis importantes da deterioración da calidade da auga.

En casos extremos, pódese chegar a unha grave eutrofización e á proliferación nociva de algas tanto nas augas interiores coma nas costeiras, provocando hipoxia cando o rápido crecemento das algas reduce o osíxeno segundo se van podrecendo. Ademais de afectar gravemente aos usos da auga por parte do ser humano, a eutrofización pode provocar cambios aínda máis importantes nas cadeas alimenticias e na produtividade dos ecosistemas. Ademais, o lodo que é arrastrado á auga dende as terras aradas e os cambios na forma na que se xestionan os regueiros e as beiras dos ríos poden danar os fondos de desova dos peixes e os hábitats costeiros.

Os nutrientes que proveñen da escorrentía agrícola, as actividades acuícolas e os residuos humanos e industriais - incluídas as deposicións atmosféricas - poden provocar unha grave eutrofización e cambios nas condicións tróficas das augas costeiras, ríos, lagos, presas e humidaís. Os compoñentes de nitróxeno e fósforo normalmente son os nutrientes máis importantes responsables do aumento do rápido crecemento non natural de algas e outras plantas. Ademais do serio impacto sobre o uso humano da auga, a eutrofización pode provocar cambios maiores nas cadeas alimenticias acuáticas e na produtividade dos ecosistemas. A morte de excesiva materia vexetal pode provocar a desoxixenación da auga, matando a moitas especies acuáticas e afectando aos ciclos químicos que alimentan a produtividade biolóxica. As bacterias e outros microorganismos necesitan o osíxeno para descompoñer os axentes contaminantes que entran nos sistemas acuáticos. As altas concentracións de nitratos na auga fana inservible como bebida.

Nunha avaliación global do impacto do ser humano sobre a lixiviación de fósforo e a súa relación coa eutrofización descubriuse que, a pesar de que as familias e a industria tenden a ser as fontes máis significativas, a extracción de fósforo e o seu posterior emprego como fertilizante, alimento de animais e outros produtos están a alterar o ciclo global do fósforo, facendo que se acumule no chan en certos lugares. Isto pode aumentar a concentración de fósforo na escorrentía e, conseguintemente, a súa carga nos ecosistemas acuáticos, interiores e costeiros por igual. Nas zonas agrícolas, a porcentaxe de acumulación de fósforo parece estar a decrecer nos países desenvolvidos e aumentando nos países en vías de desenvolvemento. Posto que o fósforo é a clave da produción biolóxica na maioría dos

sistemas acuáticos, é probable que, no futuro, os problemas de eutrofización aumenten nos países en vías de desenvolvemento. Ademais, o fósforo pódese acumular nos sedimentos dos lagos e as costas. Posto que este fósforo se pode remobilizar en certas circunstancias, iso pode significar unha ameaza de eutrofización grave no futuro.

2.3.5. Presas e encoros. Fragmentación e regulación do caudal.

O indicador de fragmentación e regulación do caudal proporciona unha medida do grao de alteración sufrido polos sistemas de auga doce tras a construción de presas e encoros. A maioría das grandes presas construíronse durante a segunda metade do século XX e, dende o ano 2000, entre 160 e 320 novas grandes presas constrúense cada ano. Na actualidade, existen máis de 45.000 presas de máis de 15 metros de altura, que reteñen aproximadamente o 15% da escorrentía total anual dos ríos. Casi a metade das grandes presas existentes (22.000) atópanse en China, en segundo lugar está Estados Unidos con 6.390.

As presas xogan un papel moi importante, alterando o fluxo de materia e enerxía e creando barreiras para o movemento das especies migratorias. As fervezas, os rápidos, a vexetación ribeirá e os humidaís poden desaparecer totalmente se se regulan ou se embalsan os ríos.



Estos hábitats son esenciais como lugar de reprodución e refuxio de moitas especies acuáticas e terrestres, e tamén contribúen de xeito importante a manter outros servizos vitais do ecosistema, incluídas a purificación da auga. O indicador de fragmentación, mostra que moitos dos excepcionais hábitats ribeiráns foron fragmentados ou que mesmo desapareceron. Xa que a perda do hábitat é o motivo principal da extinción das especies nos ecosistemas de auga doce, este indicador ofrece unha medida do risco ao que se ven confrontadas moitas especies de auga doce.

Os dous sistemas fluviais do mundo coas maiores descargas, os ríos Amazonas-Orinoco e Congo, vense moderadamente afectados, mentres que o terceiro máis grande, o río Yangtsé en China, a vai fortemente afectado pola fragmentación e as modificacións do caudal.

É previsible que a demanda de grandes presas siga aumentando, en especial nas rexións cunha grande demanda de auga provocada polo aumento de poboación e as necesidades agrícolas. O intercambio entre cuncas dos beneficios proporcionados polas presas pode ser un factor poderoso que pese nas decisións futuras acerca da súa construción .

Casi a metade das novas presas están situadas en tan só catro ríos: corenta e nove no Yangtsé (China), vinte e seis no Río de ala Plata (Arxentina, Bolivia, Brasil, Paraguai e Uruguai), vinte e seis no Tigris-Éufrates (Iraq, Siria e Turquía), e vinte e cinco no Ganges-Brahmaputra. A fragmentación formula serios problemas que poden, en certos casos, superar con creces a calquera das vantaxes das presas. El análise precedente identifica tres biomas fortemente afectados (bosques templados, mixtos e de folla ancha; pradarias,

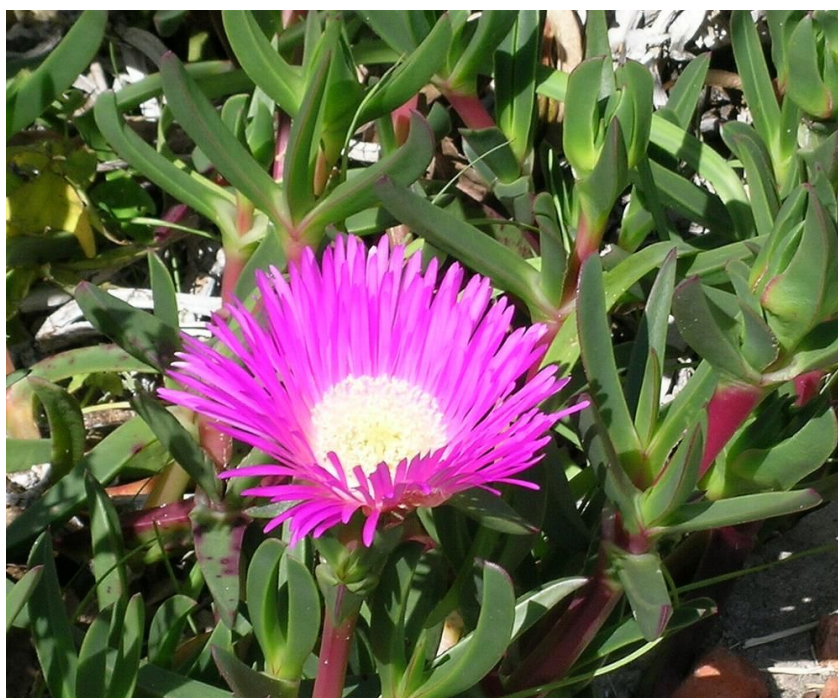
sabanas) que necesitan unha acción inmediata para mitigar os impactos das alteracións dos réximes de caudal.

Un obxectivo razoable debería ser protexer as cuncas que non se viron afectadas pola construción de presas, son cuncas relativamente pequenas e de caudal libre. Por exemplo, os ríos de curso longo que descenden en suave pendente en vez de en grandes caídas de auga non satisfan a maior parte dos requisitos das hidroeléctricas. Los ríos situados en grandes chairas, máis que en vales definidos, tampouco son apropiados para a construción de presas. Debería considerarse a posibilidade de desmantelar certas presas, que xa non cumpren co seu propósito orixinal, as que crearon graves impactos ambientais e aquelas onde as especies e os ecosistemas están confrontadas a un elevado risco de extinción.

En certos casos, a mellora do funcionamento das presas, a través da instalación de pasos para peixes, a inundación ocasional das zonas situadas corrente abaixo e o mantemento dun caudal mínimo dos ríos, podería resultar máis viable que o desmantelamento e, á súa vez, axudar a reestablecer os hábitats clave.

2.3.6. Especies invasivas.

Crese que as especies invasivas exóticas (EIE) son a segunda causa máis importante de perda de biodiversidade nos sistemas de auga doce, despois da desaparición dos hábitats e a degradación. A introdución pode ser voluntaria -a través da introdución de plantas exóticas e organismos nos xardíns e vías fluviais ou mediante a liberación, levada a cabo polos gobernos, de organismos para a súa propagación ou o seu cultivo- ou involuntarias, como resultado de escapes durante actividades acuícolas ou polo transporte accidental de organismos adheridos a botes, estruturas, lixo ou en lastres acuáticos.



Carpobrotus edulis

2.4. A xestión integrada dos recursos hídricos (GIRH).

A xestión dos recursos hídricos ten en conta o seguinte:

- **O ciclo hidrolóxico na súa totalidade.** Téñense en conta os intereses en toda a cunca, as fontes hídricas superficiais e subterráneas e as precipitacións.
- **Todo o espectro de intereses sectoriais.** O desenvolvemento e a xestión integrados implican unha coordinación máis estreita entre as institucións, a participación das partes concernidas na toma de decisións e a consideración daqueles actores que carecen de voz e voto (como o medio).
- **As necesidades futuras,** como reclamacións lexítimas de recursos hídricos, como os que corresponden ás xeracións futuras ou á sostinibilidade.
- **A xestión da auga como recurso,** Existe un crecente recoñecemento da necesidade dun esforzo global sostido para alcanzar os inmensos retos da xestión dos recursos hídricos de qula Tierra. Aquí atopámonos con varios dos 10 dos Obxectivos de Desenvolvemento do Milenio.
- **Os obxectivos de Desenvolvemento do Milenio,** como reducir á metade a proporción das persoas que carecen dun acceso seguro á auga potable e a servizos de saneamento seguros para 2015 e reducir de xeito substancial a taxa de perda de biodiversidade nos ecosistemas acuáticos para 2010.

Lograr estes obxectivos constitúe un reto maior, para iso é necesario:

- Implantación de plans de GIRH a escala local e rexional.
- O uso cada vez maior de enfoques ecosistémicos centrados nas cuncasfluviais e a súa interacción coas zonas costeiras.
- O desmantelamento de presas en Norteamérica e Europa.
- Proxectos de restauración de humidais e ríos que se están a levar a cabo en todo o mundo.

En particular, a GIRH ten en conta as relacións entre as zonas costeiras e a auga doce, ademais doutras interaccións entre a auga doce, o uso da terra e o desenvolvemento.

A GIRH busca reducir o impacto negativo do desenvolvemento nunha cunca fluvial mediante, por exemplo, o uso de prácticas alternativas de utilización do chan que atenúen os danos á vez que manteñen os beneficios sociais e económicos derivados. A ordenación integrada de zonas costeiras (OIZC), é o marco político máis apropiado para xestionar a interface mariño-costeira, a ordenación integrada das zonas costeiras e as cuncas fluviais.

Para xestionar os recursos hídricos e satisfacer os intereses de todas as partes concernidas débese ter en conta:

- Asuntos mariños e terrestres.
- Masas de auga doce e zonas costeiras augas abaixo.

- Auga consumida na produción directa de biomasa fronte á auga que flúe en ríos e acuíferos (auga verde fronte a auga azul).
- Recursos de augas subterráneas e superficiais.
- Cantidade e calidade da auga.
- Intereses contrapostos sobre a auga nos tramos situados augas arriba e augas abaixo.

Os principais obstáculos para levar a cabo la GIRH son os seguintes:

- Falta de coordinación apropiada nas actividades de xestión.
- Carencia de ferramentas de xestión apropiadas.
- Incapacidade para integrar as políticas sobre recursos hídricos.
- Fragmentación institucional.
- Man de obra con formación ou cualificación insuficiente.
- Falta de financiamento.
- Sensibilización pública insuficiente.
- Participación limitada por parte das comunidades, organizacións non gobernamentais (ONG) e o sector privado.

Non obstante, a pesar de que as iniciativas para lograr as GIRH alcanzaron un discreto éxito, a miúdo carecen das ferramentas políticas necesarias para promover unha xestión integrada dos recursos hídricos a longo prazo. As ferramentas políticas que se están a intentar levar a cabo teñen en conta a distribución equitativa dos beneficios que permitan alcanzar acordos positivos e mecanismos detallados de resolución de conflitos, moitas cuncas poden seguir sufrindo conflitos mesmo despois da negociación e subscripción dun tratado, por iso, resulta necesaria a inclusión de claros mecanismos que permitan a xestión eficaz e a longo prazo do uso sostible da auga da cunca.

É necesaria a creación de políticas que xeren ambientes propicios para o cambio e confiran poderes aos actores para realizar unha correcta xestión, unha das máis importantes é mitigar as presións sobre os humidais protexendo certa a súa proporción mediante a designación de figuras de protección, como parques nacionais ou parque natural. A pesar de que a maioría das devanditas zonas se designan fundamentalmente para protexer a biodiversidade, tamén poden reportar outros beneficios, como a protección de zonas de cría de peixes ou de liñas costeiras, paliar as inundacións e manter a pureza da auga. As zonas protexidas poden ser un elemento importante dentro das cuncas hidrográficas e os ecosistemas costeiros xestionados baixo o enfoque de a GIRH. Segundo o último Informe sobre o estado das zonas protexidas no mundo arredor dun 12,7% da superficie dos humidais é zona protexida recoñecida por (UICN). Estes valores conséguense a partir de datos obtidos por teledetección e, polo tanto, pode que humidais protexidos menores e humidais clasificados como outros tipos de hábitats, como bosques ou pradarias, non estean reflectidos nesta porcentaxe, isto invita a pensar que o grao real de protección pode que sexa maior. Si inclúense os bosques húmidos tropicais, a superficie dos cales se atopa na súa maior parte inundada, o valor podería aumentar potencialmente ata case un 20%.

Ademais da designación de zona protexida, existen outros instrumentos importantes para axudar a salvagardar os ecosistemas de auga doce e costeira que ademais integran as súas funcións protectoras con outras formas de desenvolvemento sostible.

En España a implantación de a Directiva Marco da Auga, **DMA**, comezou no ano 2000, esta establece a necesidade de realizar plans de xestión de cunca, introducir a obriga de realizar estudos acerca do impacto ambiental da actividade humana, análises económicas do uso da auga e comprobacións do estado de recuperación dos custos dos servizos da auga.

En definitiva, A DMA presenta como principais obxectivos:

- Situar a énfase na calidade da auga e as súas funcións ambientais, e no seu uso sostible.
- Establecer a cunca, sexa ou non transfronteiriza, coma unidade básica de xestión.
- Incluír as augas de transición e costeiras
- Esixir unha maior transparencia nos datos hidrolóxicos e ambientais, obrigando procedementos normalizados para a súa determinación.
- Introducir o principio de recuperación razoable de custos e obrigando unha maior participación pública.

2.5. Utilización dos recursos hídricos en Galicia.

Galicia, neste sentido, é unha rexión privilexiada, dada á súa riqueza en recursos hídricos, pero esta realidade non debe facernos esquecer o carácter limitado da auga, tal e como se ten demostrado durante ou verán do ano 2002 na nosa comunidade, ante a seca derivada dunha precipitación insuficiente.

A auga é un recurso escaso que precisa para a súa obtención e dispoñibilidade dun forte esforzo investidor e, sobre todo, dunha conduta e dun consumo responsable. En consecuencia, e comportamento dos cidadáns, e a súa implicación e confianza, resultan imprescindibles para garantir a axeitada preservación deste ben natural.

En Galicia, a Administración Autonómica, a través do Organismo Autónomo **Augas de Galicia**, actúa como xestor único das súas cuncas internas e como responsable no seu territorio das competencias transferidas en materia de augas.

Augas de Galicia realiza os seguintes traballos:

- Establecer a cunca, sexa ou non transfronteiriza, coma unidade básica de xestión. Dende un principio establecéronse conversacións de coordinación dos plans para as cuncas do Miño e Limia compartidas con Portugal.
- Delimitar as masas de augas superficiais e subterráneas, atendendo ás directrices da Directiva.
- Elaborar o estudo de presións e impactos aos que están sometidas as masas de auga.
- Identificar e cartografar as áreas protexidas por o seu interese socioeconómico e ambiental.
- Realizar unha análise económica dos usos da auga e un estudo do nivel actual de recuperación de custos dos servizos da auga.

A **Consellería de Medio Ambiente**, a través do organismo autónomo **Augas de Galicia**, programou unha campaña de comunicación con dous claros obxectivos: alcanzar unha maior concienciación sobre a importancia das auga como recurso público escaso e sensibilizar sobre a responsabilidade que todos temos na súa axeitada xestión. Como complemento destes obxectivos, se quere tamén informar do custo real da auga, derivado, entre outros aspectos, do volume de investigacións necesarias para dispoñer deste recurso con garantías de salubridade e calidade.

3. A contaminación hídrica:

3.1. Contaminación da auga.

3.1.1. Definición:

Existen distintas definicións da contaminación da auga:

A lei de Augas define este tipo de contaminación como:

"A acción e o efecto de introducir materias ou formas de enerxía ou introducir condicións na auga que, de modo directo ou indirecto, impliquen unha alteración prexudicial da súa calidade en relación cos usos posterior iso coa súa función ecolóxica".

A Organización Mundial da Saúde (OMS) afirma:

"A auga esta contaminada cando a súa composición é alterada de modo que non conserva as propiedades que lles corresponden ao seu estado natural".

Da análise das definicións propostas podemos deducir que a contaminación da auga se debe á vertedura de substancias ou forma de enerxía, que alteran a súa composición natural e, polo tanto, a súa calidade.

O grao de contaminación vén dado polo uso ao que se destine. A contaminación da auga é ocasionada xeralmente pola acción directa ou indirecta do ser humano. A contaminación da auga provocan danos nos seres vivos, a saúde humana e os ecosistemas.

3.1.2. Orixe e tipos de contaminación.

- A contaminación de **orixe natural** consiste na presenza de determinadas substancias na auga sen que interveña a acción humana: partículas sólidas e gases atmosféricos arrastrados polas gotas de chuvia e auga de desxeo; poles, esporas, follas secas e outros residuos vexetais e excrementos de peixes e aves acuáticas. Todos estes residuos naturais sofren unha serie de procesos químicos e biolóxicos que forma parte da capacidade autodepuradora da auga, e na súa maior parte son eliminados.
- A contaminación de **orixe antrópica** é o resultado do uso da auga en vivendas, actividades comerciais e de servizo, o que xera augas residuais que son devoltas ao receptor cun contido de residuos fecais, escouras de alimentos (por exemplo graxas, restos, etc.) e, na actualidade, cun incremento de produtos químicos (lixivia, deterxentes, cosméticos etcétera).

Os vertedoiros de residuos, tanto urbanos como industriais e agrarios, a contaminación por restos de combustibles, como lubricantes anticonxelantes, asfaltos, etc., todos eles derivados das infraestruturas e o uso do automóbil, a contaminación da auga por fugas en conducións e depósitos de carácter industrial, as mareas negras, ocasionadas pola vertedura de petróleo cru sobre o mar principalmente como consecuencia de accidentes dos grandes buques petroleiros ou como resultado da súa limpeza.



- A contaminación de **orixe agrícola** deriva do uso de praguicidas, pesticidas, biocidas, fertilizantes e abonos, que son arrastrados pola auga do rego, levando consigo sales compostos de nitróxeno, fósforo, xofre e trazas de elementos organoclorados que pode chegar ao chan por lixiviar e contaminar as augas subterráneas. En explotacións gandeiras, a contaminación procede dos restos orgánicos que caen ao chan e de verteduras con augas cargadas de materia orgánica, que así mesmo poden contaminar as augas subterráneas. As industrias agroalimentarias, empresas indicadas á elaboración de alimentos procedentes principalmente da agricultura, tamén achegan á auga unha elevada carga de materia orgánica.
- A contaminación de **orixe industrial** é unha das que se produce un maior impacto, pola grande variedade de materiais e fontes de enerxía que pode achegar á auga: material orgánica, metais pesados, incremento de pH e temperatura, radiactividade, aceites graxas etc. Entre as industrias mais contaminantes atopan as petroquímicas, enerxéticas, papeleiras, siderúrxicas alimentarias, téxtiles e mineiras. O grao de contaminación que achegan á auga dependerá tanto do tipo de industria como dos procesos de fabricación que cada unha leve a cabo.

Factores e Nivel de contaminación:

Existe unha serie de factores que contribúen a diminuír ou agravar os procesos de contaminación das augas, como son as características do receptor (ríos, mares e océanos) e a zona onde este se atopa e os usos previos da auga.

Se temos en conta as **características do receptor**, debemos distinguir:

Tipo de receptor, augas superficiais ou subterráneas.

Cantidade e calidade do receptor, se o volume de que se dispón é maior tamén o será a posibilidade de diluír a contaminación.

Características da biocenose, a maior ou menor presenza de organismos capaces de degradar a materia orgánica presente na auga.

Características dinámicas ou estáticas, que lle dan maior ou menor poder, respectivamente de dispersión da contaminación e unha posibilidade dunha maior autodepuración.

3.1.3. Calidade da auga. Parámetros físicos, químicos e biolóxicos:

Para medir a calidade da auga empréganse determinados parámetros e índices que nos permiten cuantificar o grao de alteración das súas características naturais.

Parámetros físicos:

- Transparencia ou turbidez, en función da presenza de partículas sólidas microorganismos.
- Cor.
- Sabor.
- Olor.

Parámetros químicos: son os máis útiles, entre eles destacan:

- **Osixeno disolto (OD)**, as augas limpas están saturadas de O_2 .
- **Demanda biolóxica de osixeno (DBO)**: É a medida da cantidade de O_2 que o microorganismos necesitan para oxidar a materia orgánica.
- **Demanda química de osixeno (DQO)**: utilízase para calcular a cantidade de O_2 necesario na oxidación de compostos presentes na auga, sen a participación dos seres vivos.
- **Ph**: mide a acidez e basicidade do medio a través da **concentración de ións H presentes na auga. A actividade biolóxica normal na auga oscila entre 6 e 8.5.**
- **Alcalinidade**: determina a presenza de ións carbonato ou hidroxilo.
- **COT**: é a medida do contido total de carbono.
- **Dureza**: expresada en concentración de $CaCO_3$.
- **Nitróxeno**: nas súas diferentes formas: orgánico, anomiacal, nitritos, nitratos.

Parámetros biolóxicos: indicannos a cantidade de microorganismos que se atopan na auga, virus, bacterias, coliformes, e protozoos que poden ser transmisores de enfermidades. Pero solo achégannos datos no momento da toma de mostras, pero non nos informa do seu estado anterior nin da súa capacidade de autodepuración. Hoxe utilizamos sobre todo os **indicadores biolóxicos de contaminación**; isto é, determinadas especies de seres vivos a presenza da cal ou ausencia é orientativa sobre os niveis de contaminación, por exemplo as Efémeras, son larvas que só desenvólvense en augas limpas e osixenadas e as Colas de Rata, larvas que só viven en augas carentes de osixeno e moi contaminadas.

3.2. Contaminación mariña. Mareas negras.

3.2.1. Definición.

Os mares e os océanos posúen unha grande capacidade de autodepuración, pero existe diferenza entre uns mares e outros en canto a volume, diversidade biolóxica e dinámica, características que inclúen na capacidade de diluír, dispersar, e assimilar os contaminantes. As causas son: a chegada de contaminantes procedente dos ríos, lixos flotantes, verteduras incontroladas, verquidas de petróleo. As chamadas **mareas negras** son verquidos de hidrocarburos lixeiros como o CH₄, hidrocarburos aromáticos policíclicos -PAHS-, benceno, compostos organoclorados, metais pesados, ... que poden proceder do transporte marítimo do petróleo debido a accidentes, fugas, verteduras ilegais, limpeza de petroleiros ou ben de extraccións en alto mar nas plataformas petrolíferas.



Os efectos que producen son:

- Morte dos organismos mariños por afundimento, ao perder a flotabilidade, ou perda da calor ao alterarse o illamento térmico por impregnación de cru nas plumas, pelos. As algas morren por incapacidade de realizar a fotosíntese debido á falta de luz e todos os organismos que se alimentan delas desaparecen tamén.
- Envenenamento nos organismos das cadeas tróficas pola inxestión de cru e os efectos tóxicos provocados polos seus compoñentes.
- Alteración das actividades pesqueiras: diminución do banco de peixes e crustáceos.
- Alteración das actividades turísticas: deterioración das praias.
- Destrución de ecosistemas de alto valor ecolóxico: marismas, manglares e arrecifes de coral.

3.2.2. Eliminación das verteduras de petróleo.

Existe unha serie de procesos naturais que permiten parte da súa eliminación, entre eles esta: a evaporación dos hidrocarburos lixeiros como o metano, debido á velocidade do vento e a temperatura, a fotooxidación pola acción do O_2 do aire e a luz que provoca que a mancha do petróleo cambie de cor, dispersión dos compoñentes pesados que forman gotas e é favorecido pola ondada, emulsión, que dá lugar a unha mestura viscosa do cru coa auga (chapapote) que dificulta a recollida do cru, disolución de pequenas cantidades, sedimentación das fraccións máis pesadas, que se integran aos sedimentos do fondo, degradación por acción bacteriana de moléculas disoltas, dispersas ou sedimentadas

3.2.3. Medidas de carácter preventivo.

- Elaboración de regulamentos e leis.
- Esixencia de buques de dobre casco.

3.2.4. Medidas correctoras.

- Barreiras flotantes de contención para cercar a vertedura, son efectivas en augas en calma.
- Barreiras químicas que utilizan xeles para recoller o cru, aplícanse en alto mar que empregan bombas de aspiración ou espumadeiras.
- Emprego de axentes dispersantes que forman emulsións que poidan ser biodegradadas.
- Emprego de axentes de afundimento como arxilas ou cinzas pero ten o inconveniente de contaminar os fondos mariños.
- Combustión da vertedura, pero produce chuvia ácida pola liberación de SO_2 e NO_x .
- Biorremediación, método mais eficaz e ecolóxico, baséase na utilización de sementeira de bacterias (pseudomonas) xunto a un substrato inerte e que degradan selectivamente os hidrocarburos ao empregalos no seu metabolismo.

3.3. Sistemas de tratamento e depuración das augas.

Dende a antigüidade o home a preocupou do abastecemento de auga e do tratamento das augas residuais.

3.3.1. Tratamento da auga para o consumo.

A potabilización de auga lévase a cabo nas estacións de tratamento de auga potable (ETAP).

Os procesos levados a cabo son:

- Tratamento global: aplícanse procesos físicos como son, decantación, filtrado e tamizar e procesos químicos como coagulación, floculación que empregan agregados de partículas para provocar a súa precipitación.
- Tratamento especial: como é a desinfección con cloro (cloración), ozono e radiacións ultravioleta.

3.3.2. Autodepuración.

Existe unha serie de mecanismos de sedimentación e procesos químicos e biolóxicos que de forma natural transforman a materia orgánica en inorgánica que vai ser utilizada como nutriente polas algas. Depende de factores como: tempo, temperatura e cantidade de osíxeno disolto.

3.3.3. Sistema de depuración de augas residuais.

Trata de devolver ao medio natural a auga unha vez empregada con características físicas, químicas e biolóxicas o máis parecida ao seu estado natural.

3.3.3.1. Sistema de depuración natural ou branda:

Baséanse en reproducir os procesos de autodepuración. **Lagunaje**: depuración biolóxica en lagoas artificiais onde a auga permanece meses para que teña lugar asedimentación e degradación da materia organiza por vía anaerobia e aeroba. **Filtros verdes** que son terreos cubertos de vexetación arbórea de crecemento rápido (chopos) e son procesos físicos, químicos e biolóxicos de chan os que producen a depuración.

3.3.3.2. Sistema de depuración tecnolóxica ou dura:

Lévase a cabo nas estacións depuradoras de augas residuais (**EDAR**).



Unha estación convencional podemos diferenciar:

- **Liña de auga** onde se realiza primeiro un pretratamiento(desbaste ou retención dos materiais voluminosos, desareado, desengraxado), seguido dun tratamento primario que consiste na separación dos sólidos en suspensión e materia flotante que non foron retidos no pretratamento, realízase en tanques (decantación, floculación, neutralización) e por ultimo o tratamento secundario onde acontecen unha serie de procesos biolóxicos (lamas ou lamas activos) para eliminar a materia orgánica residual; isto dá lugar á formación dunha masa de lamas que son eliminados por decantación secundaria.
- **Liña de lamas ou biosólidos:** onde se leva a cabo o espesamento de lamas, a súa estabilización (biogás), acondicionamento químico e deshidratación.
- **Liña de gas:** reutilización do gas obtido para produción de enerxía.