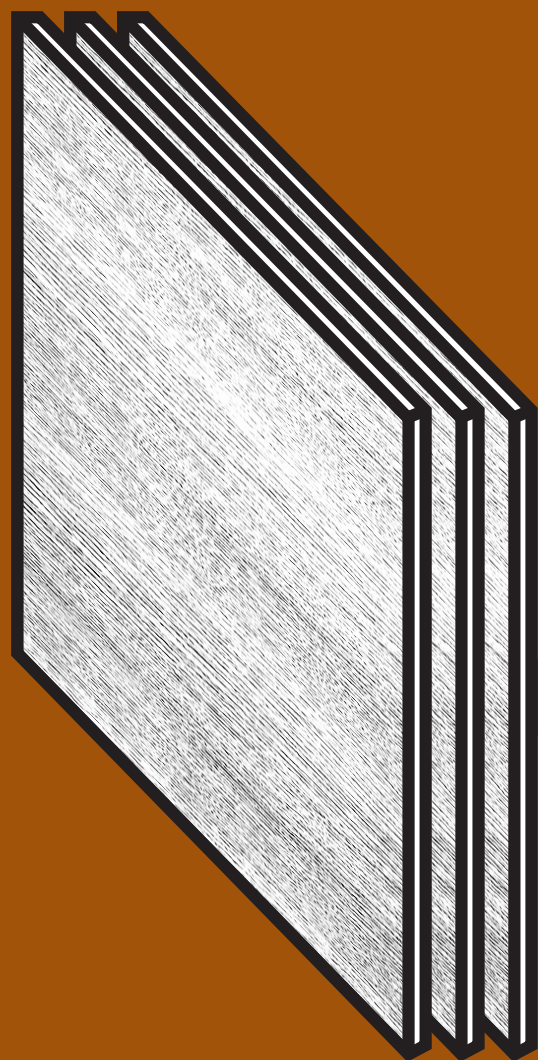


Prevenção da contaminación no sector de transformación da madeira: fabricación de taboleiros



**PREVENCIÓN DA CONTAMINACIÓN
NO SECTOR DE TRANSFORMACIÓN DA MADEIRA:
FABRICACIÓN DE TABOLEIROS**

PREVENCIÓN DA CONTAMINACIÓN NO SECTOR DE TRANSFORMACIÓN DA MADEIRA: FABRICACIÓN DE TABOLEIROS

XUNTA DE GALICIA
CONSELLERÍA DE MEDIO AMBIENTE
Centro de Información e Tecnoloxía Ambiental

Equipo de redacción:

Juan José Casares Long, Enrique Roca Bordello, José Ignacio Vila Alonso
Centro de Información e Tecnoloxía Ambiental, Consellería de Medio Ambiente
Darío Prada Rodríguez, Soledad Muniategui Lorenzo, Purificación López Mahía
Instituto Universitario de Medio Ambiente, Universidade da Coruña

Supervisión lingüística:

Ramiro Combo

Deseño e maquetación:

Ninfa e Riveiro

Impresión:

Grafisant

D.L.: C - 1146 - 2001

PREVENCIÓN DA CONTAMINACIÓN
NO SECTOR DE TRANSFORMACIÓN DA MADEIRA:
FABRICACIÓN DE TABOLEIROS

O tecido industrial que actualmente as sociedades avanzadas posuímos ten que se enfrontar a un novo reto; xa non se trata de conseguir un desenvolvemento industrial a calquera prezo, como se veu facendo desde a revolución industrial de finais do século XIX ata finais do século XX, senón que hoxe en día, no comezo do século XXI, o noso obxectivo é conseguir incorporar unha produción limpa na industria, pois impónse a necesidade de que exista un equilibrio que faga compatible o desenvolvemento económico cun contorno adecuado para nós e para os nosos descendentes. En definitiva, o obxectivo do desenvolvemento sostible como unha das grandes liñas directrices que debe orienta-las nosas actuacións.

A Directiva 96/61/CE do Consello, do 24 de setembro de 1996, relativa á prevención e control integrados da contaminación (IPPC), establece un marco de referencia en medio ambiente no relativo ás instalacións industriais. Este marco para a mellora medioambiental dos procesos está baseado na redución da contaminación en orixe mediante a incorporación das mellores técnicas dispoñibles. Anteriormente tratábase de aplicar técnicas fin de liña (depuración de gases, tratamento de augas residuais, etc.) encamiñadas a reduci-lo impacto unha vez xerado o residuo, o que non permitía resolve-lo problema, senón máis ben trasladalo dun medio a outro (aire, auga ou solo). A produción limpa ou o emprego das mellores técnicas dispoñibles presenta un enfoque máis integrador e preventivo, cunha aplicación práctica na empresa que supón unha mellora ambiental continua que permite acadar unha redución nos riscos ambientais, unha mellor eficiencia do proceso e unha maior calidade dos produtos, coa conseguinte mellora na rendibilidade global dos procesos.

Por outra banda, a Directiva IPPC establece no seu artigo 15 a obrigatoriedade de inventariar e subministrar información sobre os datos das principais emisións e as súas fontes responsables; para estes efectos, a Comisión publicou a Decisión 2000/479/CE, do 17 de xullo de 2000, relativa á realización dun inventario europeo de emisións contaminantes.

Desde a súa creación, a Consellería de Medio Ambiente da Xunta de Galicia realizou un esforzo relevante orientado cara á mellora no coñecemento do medio ambiente industrial e especialmente cara á constatación das afeccións que os dife-

rentes procesos industriais de Galicia poden causar sobre o contorno. Neste ámbito, hoxe ven a luz, como resultado deste traballo, unha serie de documentos que recompilan unha información exhaustiva sobre as diferentes tecnoloxías empregadas, así como sobre o inventario de residuos e emisións contaminantes.

Este traballo, realizado a través do Centro de Información e Tecnoloxía Ambiental, en colaboración co Instituto Universitario de Medio Ambiente da Universidade da Coruña, permite establecer un diagnóstico inicial do sector, así como subministrar unhas pautas de comportamento ambiental. Nun futuro inmediato haberá que analiza-la viabilidade técnica e económica das alternativas máis idóneas para cada caso concreto, considerando as mellores técnicas dispoñibles, para establecer entón os cambios necesarios en cada etapa do proceso. Na procura dunha produción limpa é indispensable promover un cambio nas actitudes e aptitudes, para o que se require un compoñente formativo, educativo e de concienciación colectiva importante. Na Consellería de Medio Ambiente somos conscientes das dificultades que todos estes avances supoñen e de que se deben establecer horizontes a longo prazo. A importancia socioeconómica dos diferentes sectores industriais galegos establece a necesidade de introducir con éxito as boas prácticas ambientais, que aceleren a transición cara á produción limpa nas empresas.

ÍNDICE

1 INTRODUCCIÓN	13
1.1 Situación de partida	13
1.2 Selección de industrias e elaboración dun cuestionario	14
1.3 Producción limpa	15
1.4 A directiva IPPC	16
2 XENERALIDADES DO SECTOR	21
3 PROCESO TECNOLÓXICO PRODUCTIVO	25
3.1 Materias primas, secundarias, auxiliares, subproductos e produtos acabados	25
3.2 Descrición do proceso	26
4 FONTES POTENCIAIS DE CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA E O SEU CONTROL	31
4.1 Fontes	31
4.2 Control de emisións	31
5 FONTES POTENCIAIS DE CONTAMINACIÓN DA AUGA E O SEU CONTROL	33
5.1 Fontes	33
5.2 Control de vertidos	33
6 RESIDUOS	35
7 POLÍTICA MEDIOAMBIENTAL DAS PLANTAS	37
8 CONCLUSIÓNS E MELLORAS NAS TECNOLOXÍAS	39
8.1 Técnicas de redución de residuos	39
8.2 Melloras nas tecnoloxías	42
9 LEXISLACIÓN	49
9.1 Normativa básica	49
9.2 Atmosfera	50
9.3 Vertidos líquidos	53
9.4 Residuos	55
BIBLIOGRAFÍA	59

ABREVIATURAS E SIGLAS

ACV	Análise do ciclo de vida
CER	Catálogo europeo de residuos
COV	Compostos orgánicos volátiles
DBO	Demanda biolóxica de osíxeno
DQO	Demanda química de osíxeno
EDAR	Estación depuradora de augas residuais
EEA	European Environmental Agency (Axencia Medioambiental Europea)
AIA	Avaliación de impacto ambiental
ENAC	Entidade Nacional de Acreditación
EPA	Environmental Protection Agency (Axencia de Protección Medioambiental)
FO	Fuel óleo
IPPC	Integrated pollution prevention and control (prevención e control integrados da contaminación)
MDF	Medium density fiberboard (taboleiro de fibras de densidade media)
MDI	Methylenediphenyl diisocyanate
MTD	Mellor técnica dispoñible
RD	Real decreto
RSU	Residuos sólidos urbanos
SS	Sólidos en suspensión
TAD	Toneladas secas ó aire
UE	Unión Europea
Uf.	Ultrafiltración
Und.	Unidades
VLE	Valor límite de emisión

1 INTRODUCCIÓN

1.1 SITUACIÓN DE PARTIDA

A Consellería de Medio Ambiente, como órgano da Administración da Comunidade Autónoma de Galicia ó que lle corresponde o exercicio das competencias e funcións en materia de medio ambiente e conservación da natureza, precisa, para alcanza-los obxectivos que lle foron encomendados, dun coñecemento exhaustivo de información ambiental a través dunha serie de indicadores ambientais que lle permitan tomar decisións sobre a protección e mellora do medio ambiente.

Dous dos indicadores ambientais de maior relevancia que poden informar significativamente sobre a situación da industria galega en xeral son a emisión de contaminantes e a xeración de residuos.

Respecto ó primeiro, foi no ano 1983 cando se comezou a realizar un inventario das emisións de contaminantes atmosféricos mediante o programa europeo CORINE-AIRE, deseñado cunha metodoloxía que permite compara-los resultados entre países da Unión Europea. No programa -a responsabilidade do cal lle corresponde en España á Dirección Xeral de Política Ambiental do Ministerio de Medio Ambiente- colaborou en Galicia a Consellería de Industria, que elaborou en 1990 os documentos “realización do inventario de focos industriais de contaminación atmosférica nas provincias da Coruña e Lugo” e “realización do inventario de focos industriais de contaminación atmosférica nas provincias de Ourense e Pontevedra”.

Desde ese ano 1990 non se afondou nos coñecementos xa existentes sobre as industrias e as causas que, en maior grao, contribúen á contaminación, e os datos de emisión son actualizados a través da información dos controis que realizan as industrias e dos resultados das inspeccións levadas a cabo pola Consellería de Medio Ambiente. Non obstante, é salientable que a carga contaminante total vertida á atmosfera pasou de 685.000 toneladas en 1991 a 461.000 en 1996.

En canto ós residuos industriais, a Xunta de Galicia confeccionou en 1986 un inventario de residuos, que se ampliou no ano 1990. Como consecuencia da aprobación en 1995 do Plan Nacional de Residuos Perigosos 1995-2000, a Xunta adaptou as directrices europeas e a nor-

mativa española á realidade galega a través do Plan de Xestión de Residuos Perigosos e Solos Contaminados de Galicia, o que supuxo unha nova actualización do inventario.

Dos datos actuais, sábese que en Galicia existen unhas 2.000 empresas produtoras de residuos industriais, e que un 99% deles os producen unhas 1.200 plantas.

Por outro lado, dada a importancia da Directiva 96/61/CE, sobre prevención e control integrados da contaminación (IPPC, integrated pollution prevention and control), tanto para os sectores industriais considerados nela como para a Administración, seleccionáronse diferentes sectores industriais sobre os que afondar estudiando as tecnoloxías empregadas desde o punto de vista medioambiental, co obxectivo de elaborar un documento que reflectise a situación real da industria galega fronte á aplicación desta directiva e poder identifica-los aspectos medioambientais máis relevantes.

1. 2 SELECCIÓN DE INDUSTRIAS E ELABORACIÓN DUN CUESTIONARIO

De acordo coas directrices do *Centro de Información e Tecnoloxía Ambiental* da *Consellería de Medio Ambiente*, seleccionáronse para a primeira fase do estudo os seguintes sectores, que se considera que presentan, potencialmente, unha destacada incidencia:

Sector I Enerxético:

- Refino de petróleo.

Sector II Transformación da madeira:

- Fabricación de pasta de papel.
- Fabricación de taboleiros.

Sector III Alimentación-conservas:

- Fabricación de conservas de peixe e de mariscos.

Sector IV Alimentación-lácteas:

- Leite líquido e fabricación de derivados do leite.

1.3 PRODUCCIÓN LIMPA

O **desenvolvemento sostible** esixe a dispoñibilidade a longo prazo de recursos naturais e a preservación da calidade medioambiental. Polo tanto, require cambios nos métodos de produción existentes e no comportamento do consumidor. O debate político e científico subliñou, sobre todo, a importancia do progreso na tecnoloxía medioambiental con respecto á explotación de recursos, produción, consumo e eliminación de residuos.

Durante os últimos 20 anos, a innovación centrouse principalmente nas tecnoloxías “final de liña”, e isto deu como resultado reducións considerables da contaminación medioambiental. Sen embargo, os criterios que esixe o desenvolvemento sostible non se poden cumprir só con este enfoque. Neste momento é crucial, por conseguinte, muda-lo rumbo tomado polo progreso ata agora e traballar en dirección a un cambio tecnolóxico fundamental, de cara ó desenvolvemento e aplicación de novas técnicas e produtos de fabricación sostibles, e así producir un cambio desde a protección medioambiental “final de liña” a unha protección medioambiental incorporada na produción, cunha actitude proactiva.

A Axencia de Protección Medioambiental (EPA) dos Estados Unidos define a **prevención da contaminación** como “*o uso de materiais, procesos ou métodos que reduzan ou eliminen a creación de contaminantes ou desperdicios na súa fonte de orixe. Isto inclúe os métodos para reduci-lo emprego de materiais perigosos, enerxía, auga ou outros métodos e procedementos que protexan os recursos naturais a través da conservación ou dun uso máis eficiente*”¹. En Europa este mesmo concepto coñécese co termo **producción limpa**.

As técnicas de redución de residuos pódense aplicar a calquera proceso de produción, e poden ser desde simples cambios operativos ata os equipos de recuperación máis avanzados. Moitas destas técnicas son de tecnoloxía relativamente sinxela; de feito, moitas industrias descubriron que os índices de xeración de residuos se poden reducir significativamente mediante algúns cambios operativos sinxelos, maior capacitación e mellor administración dos inventarios.

¹ U.S. Environmental Protection Agency, Environmental Protection Agency Pollution Prevention Directive, 13/5/1990.

O obxectivo empresarial e a preservación do medio ambiente poden ser para as empresas factores complementarios e non contrapostos.

1.4 A DIRECTIVA IPPC

A Directiva 96/61/CE, sobre prevención e control integrados da contaminación (IPPC), que establece como prazo límite para iniciarlá súa aplicación a novas instalacións o 31/10/1999, obrígalles a diversos sectores productivos da Comunidade Autónoma galega a realizar un control integrado da contaminación.

Esta directiva representa un salto cualitativo en canto ó que a lexislación medioambiental se refire. Establece un marco xeral de prevención e control integrados da contaminación, e dispón das medidas necesarias para a súa posta en práctica. Estas medidas plásmanse nunha serie de obrigacións que deben ser satisfeitas, tanto polos titulares das explotacións, como polos responsables da concesión de autorizacións para a posta en funcionamento das industrias a que fai referencia esta directiva no seu anexo I. Por unha banda, esixe realizar un control da contaminación en tódolos ámbitos (atmosfera, auga e solo) e, por outra, fixa obrigacións para os Estados membros, os titulares das industrias e as autoridades competentes. Por último, obriga a organizar un procedemento integrado de concesión de permisos.

O enfoque integrado que esta directiva lle dá á contaminación significa:

- Considerar todas e cada unha das fases do proceso productivo.
- Determinar unha adecuada relación entre a cantía das emisións contaminantes producidas e as características do medio ambiente receptor en cada caso.
- Ter en conta a posible transferencia da contaminación desde un medio receptor (auga, atmosfera e solo) a outro.

As experiencias adquiridas ó longo dos anos na aplicación das diferentes normas ambientais da UE, todas elas reguladoras dos vertidos a algún medio (auga, aire, etc.), puxeron de manifesto un efecto non desexado de moitas delas, isto é, a transferencia da contaminación orixinada dun medio a outro en lugar da súa redución, que era o seu

obxectivo. Este fenómeno foi especialmente grave e evidente na industria, onde é posible, teoricamente, cumprir determinadas normas sobre residuos diluíndo estes nos vertidos, ou limitar certas emisións atmosféricas a base de aumenta-lo volume de residuos xerados.

Outro elemento que favoreceu esta iniciativa da comisión foi a gran dispersión de competencias en materia de autorización/inspección ambiental existente en moitos países comunitarios, o que dificulta, na maioría dos casos, a boa e correcta aplicación da normativa ambiental. Neste punto viuse apoiada pola propia industria europea, que solicitou, en diferentes ocasións, a implantación do “portelo único”, ó tempo que se queixaba dos complicados, numerosos e incluso, ás veces, indefinidos e confusos mecanismos actuais de autorización das novas fábricas por parte das autoridades ambientais.

Os titulares das industrias están obrigados a tomar medidas para evitar ou, cando non sexa posible, reduci-las emisións contaminantes na atmosfera, na auga e no solo, incluíndo residuos, mediante o respecto duns *valores límite de emisión* (VLE), determinados segundo a lexislación de cada momento e tomando como referencia as **mellores técnicas dispoñibles** (MTD), sen impoñe-la utilización dunha técnica específica.

Para considera-la aplicación destas técnicas, cómpre, en primeiro lugar, coñece-la tecnoloxía que se está a empregar nos diferentes sectores, e, en segundo lugar, estar permanentemente informados das técnicas de produción limpas que existen no mercado, para o cal, a Comisión Europea creou un Foro de Intercambio de Información sobre as MTD.

O titular da industria que solicite permiso para unha nova instalación deberá xuntar á súa solicitude unha descrición de:

- A instalación e o tipo e alcance das súas actividades.
- As materias primas e auxiliares, as substancias e a enerxía empregadas na instalación ou xeradas por ela.
- As fontes das emisións da instalación.
- O estado do lugar no que se situará a instalación.

- O tipo e a magnitude das emisións previsibles da instalación ós diferentes medios, así como unha determinación dos seus efectos significativos sobre o medio ambiente.
- A tecnoloxía prevista e outras técnicas utilizadas para evita-las emisións procedentes da instalación ou, se iso non fose posible, para reducilas.
- De seren necesarias, as medidas relativas á prevención e valoración dos residuos xerados pola instalación.
- As medidas previstas para controla-las emisións ó medio ambiente.
- As solicitudes de permiso deberán conter, ademais, un resumo comprensible para o profano na materia de tódalas indicacións especificadas nos guións anteriores.

Como consecuencia directa dos principios de prevención e de enfoque global da contaminación, asúmese a necesidade de establecer valores límite de emisión tan baixos como sexa posible, e para iso relaciónanse estes coas tecnoloxías industriais: os VLE serán aqueles alcanzables coa aplicación das MTD.

Esta ligazón técnica entre VLE e MTD non significa que se impoña a obriga de empregar estas últimas, pero si de alcanza-los niveis de emisión ou estándares de calidade ambiental que elas permiten. O establecemento, como fai a directiva, duns VLE calculados sobre a base das MTD implica que aqueles poderán ser modificados co tempo e se irán reducindo a medida que melloren as técnicas.

Hai que precisar que se deixa certa flexibilidade para que as autoridades competentes ponderen e valoren non só o aspecto económico -o custo das MTD-, senón tamén as condicións medioambientais e xeográficas locais, así como as características técnicas do lugar de localización.

A directiva non obriga ó permiso único, nin a modifica-la distribución administrativa de competencias, pero si lles impón a obriga ás autoridades competentes, a todas, a se coordinaren para outorgar entre todas elas o que se podería chamar un permiso integral (que pode constar de moitos permisos parciais).

Outro aspecto que hai que destacar é o *acceso á información* sobre o funcionamento das instalacións e sobre o seu efecto potencial no medio ambiente para garanti-la transparencia do procedemento de autorización en toda a Comunidade. Deste xeito, o público deberá ter acceso, antes de que se adopte calquera autorización de novas instalacións ou de modificacións substanciais das existentes, ás propias autorizacións, ás súas actualizacións e ós correspondentes datos de control.

Como síntese, pódese dicir que a directiva ten por obxecto a prevención e a redución integradas da contaminación procedente das actividades industriais que se enumeran no seu anexo I. A súa finalidade é alcanzar un elevado nivel de protección do medio ambiente no seu conxunto, establecendo, a través dun enfoque integrado dos diferentes elementos que configuran o medio, un procedemento de autorización para as instalacións correspondentes.

Os prazos que a directiva establece para que os Estados membros a apliquen son os seguintes:

ENTRADA EN VIGOR (Art. 22)	20 días despois da súa publicación	31.10.1996
PRAZO DE TRANSPOSICIÓN/APLICACIÓN (ART. 21)	3 anos despois da súa entrada en vigor	31.10.1999
PRAZO DE APLICACIÓN A NOVAS INSTALACIONES (ART. 4)	3 anos despois da súa entrada en vigor	31.10.1999
PRIMEIRO INFORME Á C.E. SOBRE VALORES LÍMITES DISPOÑIBLES (ART. 16.1)	18 meses despois da data de aplicación	30.04.2001
PRIMEIRO INFORME DE APLICACIÓN Á U.E. (ART. 5 E 6 DIR. 91/692/CE) (ART. 16.3)	3 anos despois da data de aplicación	31.10.2002
PRAZO DE APLICACIÓN A INSTALACIONES EXISTENTES (ART. 5)	8 anos despois da data de aplicación	31.10.2007

2 XENERALIDADES DO SECTOR

Incluindo as ramificacións da industria, tales como a fabricación de mobles, ebanistería, cortiza e artesanal, a industria madeireira constitúe un factor importante da economía galega, e ocupa un lugar destacado neste sector industrial dentro da UE. Desempeña tamén un papel importante na xeración de emprego, non só en plantas industriais, senón tamén en zonas rurais, no abastecemento de madeira e produtos terminados.

España, co 23,45% de superficie forestal, xunto con Francia, co 27,45%, son os países da UE que posúen a maior superficie forestal; séguelles Alemaña, co 13,4%. Arredor de 26,5 millóns de hectáreas (o 54% do territorio español) considéranse terras forestais, aínda que soamente 11,8 millóns de hectáreas se consideran bosque, mentres que o resto son matogueiras e pastos. A superficie de bosques productivos estímase en 8,5 millóns de hectáreas, máis ou menos a mesma extensión que na antiga República Federal Alemana, ou a metade que en Francia.

Sen embargo, en produción de madeira, Francia ocupa o primeiro lugar, co 28,6%, seguida de Alemaña, co 27,6%, e de España, co 13%. A produción anual española de madeira en rolo é duns 12 millóns de m³, ou unha media de 1 m³ por hectárea de superficie arborada. O rendemento medio da UE é duns 2,5 m³/ha, ou sexa, dúas veces e media máis có español.

Galicia, xunto co norte de Portugal, Asturias, Santander e Francia, é a área climática máis propicia de Europa para a produción forestal, ó estar situada nunha zona ecoloxicamente moi favorable en solo e clima. Mentres que algunhas especies forestais necesitan en Alemaña 65 anos para se desenvolveren, en Galicia fano en 25.

A pesar de que Galicia goza dun clima adecuado para a produción forestal, con excepción de certas zonas do interior que teñen unha gran diferenza climática entre os meses de verán e inverno, a produtividade tan baixa ten o seu fundamento en feitos como os incendios, a non repoboación, as pragas e as condicións socioculturais da Comunidade, que crean microeconomías baseadas no minifundismo,

o que xera estados de abandono das explotacións e baixo aproveitamento dos recursos madeireiros.

Dos case 2,95 millóns de hectáreas que constitúen a xeografía galega, 1,99 están catalogadas como terreos forestais. O monte arborado cobre 982.915 ha, e representa o 33,5% da superficie total.

A industria do taboleiro fabrica unha gran cantidade de produtos, que se poden agrupar en dúas clases: de partículas e de fibras. Tanto o proceso de fabricación como a materia prima utilizada é diferente para cada unha das clases; para os taboleiros de fibras consómese principalmente eucalipto, mentres que para os de partículas emprégase o piñeiro.

As factorías de taboleiros existentes actualmente en Galicia utilizan cerca de dous millóns de metros cúbicos de madeira, un equivalente ó 31% da produción forestal en Galicia. A especie que máis se emprega é o piñeiro (86,5%).

TABOLEIRO DE PARTÍCULAS

Está formado por partículas de madeira ou doutro material leñoso, aglomerados entre si mediante un adhesivo e presión, á temperatura adecuada. Os adhesivos utilizados non son colas naturais nin aglomerados hidráulicos, senón produtos formados a partir de urea, formol e/ou melamina. Dependendo da resina e dos produtos adicionais, o taboleiro pode ser hidrófugo, ignífugo ou as dúas cousas.

TABOLEIROS DE FIBRA

TABOLEIRO DE FIBRA VÍA HÚMIDA

A fibra obtense tratando as estelas mecánicamente mediante vapor a alta presión e temperatura. Tras engadir auga e algún aditivo, confórmase a manta, a partir da que se obtén o taboleiro na máquina formadora. A cohesión lógrase mediante a acción dunha cola natural (a lignina) presente na madeira.

TABOLEIRO MDF

A fibra xérase da mesma maneira ca no taboleiro por vía húmida, pero neste caso non se engade auga, senón que se seca a polpa e lógrase a aglomeración da fibra mediante a adición de colas poliméricas sintéticas, analogamente ó de partículas.

3 PROCESO TECNOLÓXICO PRODUCTIVO

3.1 MATERIAS PRIMAS, SECUNDARIAS, AUXILIARES, SUBPRODUCTOS E PRODUCTOS ACABADOS

A madeira pódese presentar de moitas formas; á máis simple, despois de cortada *in situ*, chámase *rolo*, que corresponde ó tronco. Cando se corta a madeira no monte xéranse desperdicios, como son as serraduras, as follas e as ramas de diámetro entre 8 e 12 cm, chamadas *brazolas*, e as maiores, de moi baixa calidade, que se parten e forman a *racha* ou *leña*. O rolo pasa ó serradoiro, onde se transforma en táboa ou en taboleiro, e ademais obtéñense como subproductos a casca, o casqueiro, a tira, o taco, as serraduras e a labra. A partir de aquí, a materia prima segue diferentes camiños: normalmente as serraduras e as follas que se producen á hora de corta-la madeira no monte non son aproveitables, polo que queda só o rolo; a brazola e a racha almacénanse en parques situados ben no monte, ou ben no serradoiro, e, dependendo da demanda rexional, dásele curso á industria demandante. O rolo, despois de cortalo, clasifícase en madeira de 1ª, 2ª, 3ª e milrum, segundo a súa calidade. Esta clasificación depende do nó que teña, polo que, se está exenta de nó, será madeira de primeira; se ten moito, será de terceira; e, se é madeira sen clasificar, será milrum. A madeira de primeira úsase sempre para fins específicos: mobles, ornamentación e outros; a de segunda e terceira pode ser utilizada na construción, entarimados para montacargas, material celulósico e taboleiros de madeira (madeira de terceira, sobre todo).

No caso do taboleiro de fibra, a materia prima empregada na fabricación adoita se-lo eucalipto con casca, que pode chegar á fábrica como casqueiro, tronco ou estela. É frecuente establecer unha clasificación da madeira utilizada segundo a forma en que se recibe:

- Rolo con/sen casca
- Casqueiro con/sen casca
- Leñas con/sen casca
- Estelas con/sen casca

É interesante definir algúns dos termos anteriormente citados de utilización frecuente:

Rolo: é o anaco dunha árbore apto para a súa elaboración industrial.

Casqueiro: son as pezas que se separan ó serra-la parte exterior dun rolo para aproveita-la zona central. Poden ser longos (>1,20 m) ou curtos.

Leñas: denomínase así a madeira procedente da punta da árbore ou das ramas grosas.

Estelas: pequenos anacos de madeira que se obteñen ó pasar por unha máquina a madeira nas formas anteriormente descritas.

Existen dous tipos básicos de madeira que poden ser utilizados como materia prima na produción de tableiro de fibra: madeira “branda” (por exemplo o *Pinus pinaster* ou *Pinus radiata*) e madeira “dura” (*Eucalyptus globulus* ou *Populus nigra*). A diferenza fundamental entre ambas é a porcentaxe en composición de celulosa, hemicelulosa e lignina de cada unha delas.

Cando se utilizan colas na fabricación do tableiro, estas pódense clasificar como materias secundarias. As colas utilizadas son de urea-formol ou urea-formol-melamina. Para os recubrimentos emprégase resina de melamina. En menores cantidades tamén se usan cloruro amónico, urea e parafina.

Aínda que dependendo do tipo de industria e do produto, a súa variabilidade é elevada, uns rangos de consumos de materias primas e produción neste sector poderían ser os seguintes:

- Materia prima: 150.000-200.000 m³/ano
- Producción: 80.000-120.000 m³/ano

3.2 DESCRICIÓN DO PROCESO

3.2.1 TABLEIRO DE FIBRA

Transfórmanse os troncos de madeira en estelas, que se acumulan nos silos de abastecemento ou no parque. Estas estelas pasan ó desfibrador, onde se obteñen fibras de madeira. Para facilitar esta separación, as estelas sométense a un prequentamento con vapor a unha presión de 9-10 kg/cm² e a unha temperatura de 170°C ou máis, o que incrementa notablemente a disolución dos compoñentes da madeira. Isto abrande e esponxa a estela rica en lignina que serve de aglutinante das fibras de celulosa. Esta acción de amolecemento comeza a unha temperatura superior a 100°C e é

máis intensa por enriba de 150°C. Neste estado, as fibras pódense separar por fricción con pouco gasto de enerxía. O calentamento das estelas en atmosfera de vapor a presión dura aproximadamente 5 minutos.

Durante o prequentamento, o pH da fase líquida diminúe a 4 debido á hidrólise de grupos ácidos presentes na madeira. Baixo as condicións existentes no prequentador, a celulosa permanece case intacta, mentres que a hemicelulosa, que ten un peso molecular relativamente baixo e unha estrutura non cristalina, é parcialmente hidrolizada a hidratos de carbono solubles en auga. A hidrólise e a solubilidade aumentan coa intensidade do prequentamento; isto está en función de tres variables, principalmente: temperatura, tempo e pH, as cales poden compensarse dentro de certos límites.

Do prequentador, as estelas pasan entre dous discos cónicos, un fixo e outro móbil, nos que se verifica a disociación das fibras. Tras isto, a polpa e o vapor son expulsados a un ciclón, no que hai unha aspersion de auga. Deste xeito condénsase parte do vapor e fórmase unha suspensión de fibras en auga.

A continuación ten lugar un axuste de concentración; para iso agrégaselle auga á masa de fibras co fin de obter unha suspensión homoxénea de concentración constante. Esta polpa divídese en dúas partes: unha vai forma-la capa base (% grosos < 12%) e outra, despois de ser refinada, formará a capa de superficie (% grosos < 1%). Neste momento pódese engadir sulfato de aluminio, que promove a reorganización e orientación das fibras, o que favorece a formación de enlaces entre elas nas cámaras de tempero.

Cando o taboleiro é MDF, despois do desfibrado engádenselle as colas correspondentes.

Na máquina húmida, a suspensión de fibras vértese sobre unha malla móbil e permeable, a través da cal elimínase progresivamente o 30% da auga da manta formada, conservando o 70%, que é a humidade á que a polpa conserva o carácter termofusible. A formación da manta é continua, polo que se debe cortar constantemente, tanto ó longo como ó través, para obte-la dimensión do prato da prensa.

As mantas xa dimensionadas colócanse sobre teas metálicas; a retícula destas permitirá a saída da auga na prensa e transmitiralle ó taboleiro de fibras a súa característica cara rugosa.

Esta manta carece da unión suficiente que lle dea ó taboleiro a rixidez para utilizalo, por iso se prensa durante 4,5 -10 minutos (en función do grosor), a unha presión de 50 kg/cm² e temperaturas de 195-200°C, realizándose a cohesión das fibras e a formación definitiva do taboleiro no grosor previsto.

O taboleiro obtido na prensa presenta unhas características físico-mecánicas que se poden mellorar, operación que se logra nas cámaras de tempero e humidificación. Nas cámaras de tempero, mediante tratamento térmico, prólonganse as reaccións químicas iniciadas no prensado, e posteriormente pasa ás serras de corte. De seguido, o taboleiro estabilízase, deixándoo en condicións de humidade axeitadas ó ambiente en que vai traballar.

O proceso de acabado varía segundo o grao de transformación que se desexe no taboleiro. O canteado, corte e clasificación son operacións que xeralmente se realizan en fábrica, de acordo coa demanda de mercado. Por último, o taboleiro átase, rotúlase e almacénase, co que queda listo para a súa expedición.

3.2.2 TABOLEIRO DE PARTÍCULAS

Despois do descascado e da esteladora, as estelas pasan ós muíños de verde, de onde se obtén a fracción húmida (labra verde). Posteriormente, sécase en dúas fases e críbese; así obtéñense tres fraccións: a grosa, que se introduce de novo no muíño; a que vai para a fabricación de taboleiros; e, por último, a que vai ás caldeiras.

As partículas almacénanse en silos e de aí envíanse ás encoladoras. A continuación introdúcese o taboleiro na prensa quente, de onde sae preparado para os tratamentos secundarios (corte...) e para o plastificado.

3.2.3 DIAGRAMA DE BLOQUES



4 FONTES POTENCIAIS DE CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA E O SEU CONTROL

Segundo o anexo II do Decreto 833/1975, do 6 de febreiro, que desenvolve a Lei 38/1972, de protección do ambiente atmosférico, a catalogación de actividades potencialmente contaminadoras da atmosfera para este sector é do Grupo C, punto 3.9.2. "Fabricación de taboleiros aglomerados e de fibras".

4.1 FONTES

As emisións características son as producidas polos sistemas de caldeiras de xeración de vapor para diversas partes do proceso de fabricación, que utilizan como combustible fuel óleo ou a propia madeira, polo que neste último caso se emiten tamén partículas sólidas que saen ó exterior a través de sistemas de depuración de fumes (xeralmente ciclóns). Tamén poden emitirse COV no caso das plantas que utilicen compostos orgánicos como aglutinante nos taboleiros.

4.2 CONTROL DE EMISIÓNIS

Neste sector é común utiliza-los restos de madeira como combustibles en caldeiras de biomasa. Por isto, as emisións dependerán do tipo de combustible utilizado.

As características das emisións á atmosfera das instalacións do sector encóntranse nos seguintes rangos:

Parámetro	Unidade	Taboleiros de partículas	Taboleiros MDF (con fuel como combustible)	Taboleiros de fibras (con madeira como combustible)
Temperatura de fumes	°C	250-300	185-200	80-125
Humidade	%Vol.	7-9	8-12	23-27
Caudal	Nm ³ /h	-	35.000-37.000	27.000-32.000
SO ₂	mg/Nm ³	-	4.000-4.050	-
Opacidade	Nº Bacharach	-	1-2	1-2
Partículas	mg/Nm ³	150-200	-	16-80
CO	ppm	-	-	850-1.300

5 FONTES POTENCIAIS DE CONTAMINACIÓN DA AUGA E O SEU CONTROL

5.1 FONTES

A xeración de efluentes na fabricación do taboleiro depende directamente do tipo de taboleiro e do grao de xestión interna dos efluentes. Os puntos máis conflictivos nos que ten lugar unha maior contaminación das augas son a etapa de desfibrado e a de lavado de teas. Estas augas residuais, xunto coas de saída continua, adoitan recollese en tanques, a partir dos que se poden reciclar en parte ó proceso de produción de taboleiro.

Ademais destas augas de proceso, hai que ter en conta tamén o vertido correspondente ás augas sanitarias e as pequenas fugas, xeralmente controladas, que se poden producir de modo accidental.

5.2 CONTROL DE VERTIDOS

Tódalas plantas estudadas realizan un tratamento dos vertidos.

En xeral, é un sector con grandes capacidades de recirculación de augas, despois de realizar un tratamento físico/químico e un biolóxico, e, nalgunhas plantas, achéganse ó vertido cero.

Os valores representativos para plantas de produción de taboleiros de fibras antes do tratamento de depuración, son os seguintes¹:

Parámetro	Unidade	Valor
pH	---	3,5
DQO	mg/l	9800
Sólidos en suspensión	mg/l	300
N-NH ₄ ⁺	ppm	25
Fenoles	mg/l	300

1 - Fernández J. M., Méndez R. y Lema J. M. (1995). Anaerobic Treatment of Eucalyptus fibreboard manufacturing wastewater by a hybrid USBF lab-scale reactor. Environ. Technol. 16(7), 677-684.

6 RESIDUOS

Os principais residuos que se producen, en canto á súa problemática de tratamento, son os lodos das depuradoras dos vertidos líquidos.

Estos lodos deberán clasificarse en función da súa composición, que dependera do tipo de proceso.

Como da materia prima (a madeira) se aproveita practicamente todo, xa sexa para incorporar ó produto ou como combustible, e, en xeral, non existen materias auxiliares, os únicos residuos que se producen, ademais dos lodos de depuradora, son aceites de lubricación de máquinas (entre 1 e 2 toneladas/ano) e cinzas de combustión. No primeiro caso son tratados por un xestor autorizado, e no segundo vértense en entulleiras.

Os residuos asimilables a urbanos son xestionados polas empresas que obtiveron a concesión do servizo por parte do Concello correspondente.

Tipo de residuo	Taboleiros de partículas (t/ano)	Taboleiros MDF (t/ano)	Taboleiros de fibras (t/ano)	Destino
Lodos de depuradora	-	110	-	Almacenamento temporal
Aceites	20	1,1	2	Xestor autorizado
Cinzas de combustión	1.100	300	-	Entulleira

7 POLÍTICA MEDIOAMBIENTAL DAS PLANTAS

Estase impoñendo o Sistema de Xestión Medioambiental ISO 14001, que as empresas empezan a adoptar unha vez acadadas as certificacións en Xestión de Calidade tipo ISO 9000.

Polo que respecta a envases e embalaxes, téndese a utilizar envases retornables, e incluso algunhas empresas chegaron a acordos cos subministradores para que estes non envíen envases e se almacenen as materias primas en tanques específicos.

8 CONCLUSIÓNS E MELLORAS NAS TECNOLOXÍAS

O mercado competitivo actual esixe non só desenvolver con acerto estratexias de fabricación, senón que a estratexia comercial é actualmente un dos principais valores engadidos da empresa. O crecemento non só se logra mediante a incorporación de tecnoloxías modernas e avances constantes no proceso de produción, senón por inserir ciclicamente na historia da empresa cambios profundos de organización e estruturación, como o foi a implantación dos Sistemas de Aseguramento da Calidade e como sería na actualidade considera-lo medio ambiente como un factor clave e compatible con outros intereses.

Unicamente tras esgotar tódalas posibilidades de actuar en orixe se deberán avalia-las necesidades de trata-los residuos e as emisións xerados. A instalación dun sistema de tratamento resultará menos custosa, tanto no investimento inicial necesario como no mantemento da instalación e a posterior xestión dos “residuos concentrados” xerados, tras aplicar durante o proceso productivo tódalas posibilidades de redución dos residuos.

Aínda que a industria é consciente de que reciclar un residuo ou un sub-producto é, polo xeral, máis económico e ambientalmente máis beneficioso ca tratalo, aínda se poden detectar numerosas oportunidades de reciclado; por exemplo, aumentando a súa reciclabilidade segregando en orixe as distintas correntes de residuos en función dos destinos de reciclaxe previstos.

8.1 TÉCNICAS DE REDUCCIÓN DE RESIDUOS

Toda actividade industrial crea, en maior ou en menor medida, algún tipo de residuo como consecuencia do seu proceso productivo. Esta xeración de residuos prodúcese fundamentalmente por dúas razóns:

Porque dificilmente se pode aproveita-lo 100% dunha materia prima principal.

Porque para o proceso de fabricación cómpre empregar materias primas auxiliares, que non se incorporan no produto, e que se converten en residuos cando perden as propiedades necesarias para usalas.

A xeración de residuos está, xa que logo, inevitablemente asociada ós procesos industriais, pero o seu volume de xeración dependerá do **grao de eficiencia do proceso**. A medida que aumenta a eficiencia do proceso productivo, a cantidade de residuos xerada diminúe, como resultado do mellor aproveitamento das materias primas utilizadas.

Agora ben, cando un residuo se envía a unha instalación de tratamento, o resultado que se obtén é a depuración da corrente orixinal e a xeración de novos residuos, co que resulta sinxelo comprender que a solución ó problema da creación de residuos pasa pola prevención. É dicir, por evitar que tales residuos se orixinen ou, polo menos, por reduci-la súa produción.

En lugar de instalar unha depuradora como solución á xeración de residuos, **resulta económica e medioambientalmente máis rendible** analiza-lo proceso e detectar cáles son as causas que orixinan a contaminación para, posteriormente, avaliar cómo se pode incidir sobre estas causas e decidir qué podemos facer para evita-la creación de residuos. Os gastos de investimento e mantemento das instalacións de tratamento final resultarán menores canto menor sexa a cantidade de residuos que haxa que tratar.

Unha posible clasificación das técnicas destinadas á mellora medioambiental da empresa é a seguinte:

CAMBIOS DE MATERIAS PRIMAS

Controla-las materias primas en exceso, caducas ou en desuso, e os produtos terminados.

Reducir ou elimina-lo uso de materias perigosas.

Empregar materias primas dunha maior calidade para evitar incorporar contaminantes no proceso.

Utilizar materiais reciclados para crear un mercado destes produtos.

BOAS PRÁCTICAS OPERATIVAS EN PRODUCCIÓN

Reduci-la perda de materiais, produtos e enerxía debido a fugas e derramamentos.

Situa-los equipos de maneira que se minimicen os vertidos, as perdas e a contaminación durante o transporte de pezas e materiais.

Mellora-la xestión do inventario de materias primas e produtos para evitar que expire a súa data de caducidade e que se deteriorenen.

Mellora-lo programa de mantemento preventivo para evitar perdas por paradas.

Evitar mesturar diferentes tipos de correntes de residuos.

REUTILIZACIÓN EN FÁBRICA

Recicla-las augas de refrixeración e de proceso e outros materiais dentro da planta ou fábrica.

Recupera-la enerxía calorífica cando sexa posible.

Buscar usos para reutilizar rexeitamentos.

Crear subproductos de utilidade a partir de materiais residuais.

CAMBIOS TECNOLÓXICOS

Cambiar equipos, a súa implantación ou os tubos para mellora-la eficiencia e o aproveitamento das materias primas.

Utilizar mellores sistemas de control e automatización dos procesos para mellora-la calidade ou diminuí-los rexeitamentos de produción.

Optimiza-las condicións do proceso, como por exemplo os caudais, a temperatura, a presión e o tempo de residencia, co fin de mellora-lo rendemento e reducir así as cantidades de residuos.

Utilizar de maneira óptima as materias primas auxiliares e os aditivos, como os catalizadores, por exemplo.

CAMBIOS EN PRODUCTOS

Cambia-la composición dos produtos para reduci-lo seu impacto ambiental ó ser utilizados polos consumidores.

Aumenta-lo tempo de vida dos produtos.

Facilita-la reciclaxe dos produtos mediante a eliminación das partes ou compoñentes non reciclables.

Elimina-los envases e embalaxes innecesarios.

TÉCNICAS LEGISLATIVAS

Existe unha serie de ferramentas técnico-legislativas que cómpre ter en conta:

Avaliacións de impactos ambientais (AIA).

Auditorías ambientais e sistemas de xestión ambiental. Son instrumentos de xestión que comprenden unha avaliación sistemática, documentada, periódica e obxectiva da eficacia da organización, o sistema de xestión e os procedementos destinados á protección do medio ambiente.

Análise do ciclo de vida do produto (ACV). A análise do ciclo de vida é un proceso obxectivo para avalia-las cargas ambientais asociadas a un produto, proceso ou actividade, identificando e cuantificando tanto o uso de materia e enerxía como os vertidos de todo tipo ó contorno. O estudio inclúe o ciclo completo do produto, proceso ou actividade.

8.2 MELLORAS NAS TECNOLOXÍAS

8.2.1 TRATAMENTO DE EFLUENTES

Ata estes momentos non son moitos os estudos que se poden encontrar sobre a mellora na xestión de augas residuais xeradas na fabricación do taboleiro. Os métodos utilizados pódense clasificar en dous grupos:

- Métodos que implican modificacións internas no proceso de fabricación.
- Métodos externos, con/sen relación directa co proceso de fabricación.

8.2.1.1 MÉTODOS INTERNOS

Entre os métodos que implican modificacións internas no proceso de fabricación atópanse os seguintes:

a) Recirculación de augas e control de escapes de auga. A auga

concéntrase cada vez máis, e a fracción soluble retida nos taboleiros é maior. Os principais problemas son o aumento de temperatura, que trae consigo a aparición de problemas de corrosión, o descenso do pH e un certo grao de adhesión das mantas ás mallas filtrantes.

Os graos de xestión pódense definir, para o caso da industria de fabricación, en tres niveis diferentes: redución de fugas, recirculación de “augas limpas” (augas de lavado e limpeza, servicios, etc.) e recirculación das augas residuais coa implantación dun circuíto cerrado de augas de proceso.

Cando se pretende utiliza-la auga en circuíto cerrado, o grao de recirculación está vinculado coa renovación das augas de proceso con auga fresca. Obviamente, canto maior sexa o grao de recirculación, menor será a auga fresca incorporada ó circuíto e, consecuentemente, as cargas contaminantes das augas residuais incrementaranse.

b) Redución da presión do vapor na etapa de quentamento, co que a disolución de substancias será menor. O problema é que a diminución da presión do vapor trae consigo un aumento de consumo de enerxía no desfibrador, o que fai que se disparen os custos de produción.

c) Recuperación cruzada, utilizada con éxito en factorías de pasta Kraft e de taboleiros situadas próximas, na que os efluentes da fábrica de pasta son utilizados como auga de lavado de polpa e retornados cunha DQO moito máis baixa.

8.2.1.2 MÉTODOS EXTERNOS

EN RELACIÓN DIRECTA CO PROCESO DE FABRICACIÓN

Dentro deste grupo inclúense: a evaporación multietapa, a filtración e a floculación. A flotación foi ensaiada, pero ata o momento actual os resultados non parecen ser moi prometedores.

Para que a **evaporación** sexa un método de interese, é obrigado facer unha forte xestión de efluentes e traballar en circuíto cerrado, xa que o volume que se vaia tratar debe se-lo menor posible, se non, o proceso resulta moi custoso (os evaporadores actuais requiren 0,25 toneladas de vapor por tonelada de auga evaporada). Unha das empresas visitadas

implantou recentemente este sistema e na actualidade está realizando o seu axuste para optimiza-lo consumo de auga.

Outros métodos aplicados son a **filtración** e a **floculación**. Cando se traballa en circuíto cerrado existe un menor consumo de auga fresca, polo que se reduce o volume de vertido, aínda que a cantidade de sólidos no efluente é maior. Para a súa eliminación empréganse filtros ou balsas de sedimentación. Os filtros utilizados poden ser de dous tipos, dependendo do tipo de sólidos que se van recuperar: cando se recuperan partículas grosas ó filtra-la auga procedente do lavado de estelas e do torno de alimentación, ou cando se filtra a auga de proceso no que os sólidos obtidos volven de novo ó proceso, xunto cos finos. En canto ás balsas de sedimentación, é importante ter en conta a súa forma e tamaño na construción. Mediante a filtración e a floculación obtense unha auga que pode ser utilizada de novo, e mesmo se pode mellorar engadindo un floculante. Desenvolveuse un método baseado nestes principios que inclúe un tratamento químico seguido dunha sedimentación ou dunha flotación. O tratamento químico comprende axuste de pH, adición de precipitantes e coagulantes, e, finalmente, un novo axuste de pH para completa-la precipitación e a coagulación. Os flóculos obtidos son separados, ben por sedimentación, ou por flotación, e devólvense á liña de produción. Chegaron a obterse reducións da DBO do 70%. O principal problema que presenta o uso destes aditivos é que, en ocasións, poden chegar a altera-lo proceso de formación do taboleiro, xa que ó recircula-la auga de proceso, os aditivos engadidos provocan que nas prensas o taboleiro se pegue ás mallas debido ás altas temperaturas.

SEN RELACIÓN DIRECTA CO PROCESO DE FABRICACIÓN

Dado que no proceso de desfibrado se solubiliza gran cantidade de azucres, propúxose somete-las augas producidas a un proceso de hidrólise mediante o cal é posible obter unha auga rica en hexosas e pentosas, que poden ser fermentadas para obter biomasa agregable a pensos. Este método, conceptualmente moi interesante, é unha tecnoloxía en desenvolvemento e que presenta aínda dificultades de tipo práctico, como a oclusión dos cambiadores por deposición de substancias gomosas.

Na bibliografía existen distintas referencias para aplicar métodos biolóxicos aerobios tradicionais de depuración de auga, que presentan distintas dificultades debido á alta carga orgánica dos efluentes destas factorías.

O tratamento anaerobio ten lugar en ausencia de osíxeno, e leva consigo a formación de metano, dióxido de carbono e cantidades menores doutros gases (H_2 , H_2S ,...), o que implica un maior contido enerxético nos compostos resultantes, con conseguinte aumento no rendemento neto de enerxía gracias ó seu aproveitamento. Existen diversa iniciativas na industria para o tratamento dos vertidos mediante este procedemento. Un proceso típico pode ser o seguinte: tratamento previo de floculación-decantación, tratamento anaerobio, postratamento biolóxico aerobio.

En Galicia existen exemplos de plantas “Full-scale” de tratamento de efluentes de procesos de produción de taboleiros de fibra de madeira, tanto por tecnoloxía aerobia como anaerobia.

8.2.2 FONTES DE FIBRA ALTERNATIVAS

Unha oportunidade de previr a contaminación na industria do taboleiro consiste en buscar fontes alternativas de fibra de madeira. Isto pódese realizar de dúas maneiras: utilizando residuos de madeira reciclada e utilizando fibras da agricultura.

No primeiro caso esíxese un control de calidade moi coidadoso e unha boa limpeza para evitar materiais estraños. Aínda existen numerosas barreiras para limpar de forma adecuada a materia prima, e é difícil procesar diferentes clases de materiais e manter a calidade do produto.

A segunda fonte de fibra pódese conseguir de dous xeitos: con cultivos específicos para obter fibra, ou con residuos de cultivos procedentes doutros propósitos (por exemplo talos de millo e de algodón).

8.2.3 ADHESIVOS ALTERNATIVOS

Actualmente existen varios adhesivos dispoñibles para empregar na industria do taboleiro.

8.2.3.1 MDI (METHYLENEDIPHENYL DIISOCYANATE)

Dado que os adhesivos MDI son capaces de uni-las fibras de madeira cun maior contido en humidade, necesítase menos enerxía para seca-las fibras. Outras vantaxes son as menores temperaturas e ciclos de prensado requiridas, o que reduce as emisións. Sen embargo, algunhas empresas opóñense á substitución por MDI, debido a razóns como a exposición dos traballadores a substancias tóxicas, os graves impactos potenciais de posibles derramamentos e a inconsistencia cos obxectivos de reducir elementos tóxicos.

8.2.3.2 ADHESIVOS DE ALTA HUMIDADE

Cambiar a un adhesivo capaz de unir cun alto contido en humidade elimina a necesidade de seca-la madeira para conseguir un contido baixo de humidade. Desta maneira pódese reduci-la enerxía de secado e a temperatura. Tamén se pode diminuí-la temperatura de prensado, xa que a transferencia de calor é máis eficiente cunha humidade alta, reducindo desta forma a emisión de COV.

Hai numerosas industrias de contrachapado que cambiaron a adhesivos de unión con alto contido en humidade ante a posibilidade de diminuí-las emisións no secado e os custos. Realizáronse esforzos en mellora-la tecnoloxía da resina fenólica para permiti-la unión en presenza de humidade, permitindo ademais unha redución da cantidade de cola necesaria.

8.2.3.3 ADHESIVOS DE ORIXE NATURAL

Estes substitutos poden suplir totalmente ou en parte ós produtos químicos derivados do petróleo que se utilizan como adhesivos. Os adhesivos de orixe natural inclúense como melloras técnicas dado o potencial de utilizar fontes renovables, que son, en moitos casos, subproductos doutros procesos.

RESINA DE ALCOHOL FURFURAL

As resinas fabricadas de alcohol furfural estanse avaliando como alternativa de baixa emisión de COV, fronte ás resinas de fenol-formaldehído. A diferenza destas últimas, as de alcohol furfural pódense almacenar a tem-

peratura ambiente, sen refrixeración; conteñen pequenas cantidades de COV e ofrecen velocidades de curado similares.

A industria mostrou un escaso interese neste tipo de resinas debido a que o seu custo é o dobre có dunha resina de fenol-formaldehído. Sen embargo, as análises de custos realizadas na industria do illamento amosan que é máis barato utiliza-la resina para acadar valores de emisións estrictos, en comparación cos sistemas de control e depuración utilizados.

ADHESIVOS DE LIGNINA

A lignina é un polímero aromático que forma parte dos tres compoñentes principais da madeira (a celulosa e a hemicelulosa son os outros dous). A abundancia de lignina como produto de desfeito en fábricas de polpa de papel fixo que se considerase como materia prima na fabricación de adhesivos para madeira.

8.2.4 PROCESOS DE FABRICACIÓN

8.2.4.1 REDUCCIÓN DA CANTIDADE DE ADHESIVOS NAS CAPAS PROTECTO-RAS E CONTRACHAPADOS

Na industria do contrachapado, un residuo común é o xerado pola liña do sistema de *spray*, como *spray* sobranste. Unha maneira máis eficiente de aplica-lo adhesivo é por medio dunha espuma de extrusión.

Outra opción para reduci-la contaminación consiste en aplicar un adhesivo en función da humidade da madeira. Canta máis humidade, requírese menos adhesivo. Aínda que a humidade da madeira entrante nas industrias é variable, en xeral, sempre se aplica a mesma cantidade de adhesivo. Desenvolvéronse sensores e estratexias de rango de aplicación variables para levar a cabo estas técnicas.

8.2.4.2 SECADORES

Existen outras modificacións no proceso que se poden introducir para reducir emisións no secado da madeira. Temperaturas de secado menores

reducen as emisións de COV e a degradación das fibras. Sen embargo, requírense tempos de retención maiores.

O secador de tambor rotativo de alta velocidade de tres pasos é o maior avance na tecnoloxía de secadores rotativos, co potencial de reduci-los COV significativamente.

9 LEXISLACIÓN

Na bibliografía que aparece na presente publicación están citadas fontes moi amplas referentes a este apartado; de tódolos xeitos, este informe quedaría incompleto se non se citase, polo menos, o máis relevante da normativa vixente en cada campo medioambiental. Isto é o que se trata de conseguir neste apartado.

9.1 NORMATIVA BÁSICA

EUROPEA

- **Directiva 96/61/CE** do Consello, do 24 de setembro de 1996, relativa á *prevención e ó control integrados da contaminación* (IPPC).
- **Decisión 2000/479/CE**, da Comisión, do 17 de xullo de 2000, relativa á realización dun inventario europeo de emisións contaminantes (EPER) con arreglo ó artigo 15 da Directiva 96/61/CE.

ESTATAL

- **Real decreto 2414/1961**, do 30 de novembro, polo que se aproba o *Regulamento de actividades molestas, insalubres, nocivas e perigosas*.
- **Real decreto lei 9/2000**, de 6 de outubro, de modificación do Real decreto legislativo 1302/1986 do 26 de xuño (Evaluación de Impacto Ambiental).

GALEGA

- **Decreto 442/1990**, de *avaliación do impacto ambiental* para Galicia (DOG nº 188, 25 de setembro de 1990).
- **Decreto 327/1991**, de *avaliación de efectos ambientais* para Galicia (DOG nº 199, 15 de outubro de 1991).
- **Lei 1/1995**, do 10 de xaneiro, de *protección ambiental de Galicia*.

Esta lei constitúe unha lei marco sobre a regulación do medio ambiente na nosa Comunidade Autónoma.

No seu título primeiro establece o obxecto xeral da lei, un "*sistema de defensa, protección, conservación e restauración (...) do medio ambiente en Galicia*", así como o aseguramento da "*utilización racional dos recursos naturais*" (cfr. artigo 1º).

Esta regulación baséase nos principios e obxectivos de prevención, de avaliación do impacto, dos efectos e da incidencia ambiental, de información pública, obxectiva, permanente e completa, o nivel de acción adecuada complementado co principio de subsidiariedade e de colaboración das instancias autonómica e local, e de coordinación e unidade de acción mediante o adecuado deseño da administración ambiental no ámbito autonómico (cfr. artigo 2º).

- **Decreto 156/1995**, do 3 de xuño, de inspección ambiental.

- **Orde do 30 de maio de 1996**, pola que se regula o *exercicio da inspección ambiental única e a tramitación de denuncias ambientais*.

9.2 ATMOSFERA

EUROPEA

- **Directiva 96/62/CE** do Consello, do 27 de setembro de 1996, *sobre avaliación e xestión da calidade do aire ambiente* (DOCE número L 296, do 21 de novembro de 1996).

- Recentemente publicouse a **Directiva 1999/30/CE**, do 22 de abril, relativa ós *valores límite de dióxido de xofre, dióxido de nitróxeno e óxidos de nitróxeno, partículas e chumbo no aire ambiente*. Con esta directiva, que se debe traspoñer antes do 19 de xullo de 2001, adoptáranse os novos valores límites de inmisión.

- **Directiva 1999/13/CE** do Consello, do 11 de marzo de 1999, relativa á limitación das emisións de compostos orgánicos volátiles, debidas ó uso de disolventes orgánicos en determinadas actividades e instalacións.

ESTATAL

- **Lei 38/1972**, do 22 de decembro, *de prevención do ambiente atmosférico*.

- **Decreto 833/1975**, do 6 de febreiro, que desenvolve a lei 38/1972.

- **Orde do 10 de decembro de 1975**, pola que se aproba o Regulamento de *homologación de combustibles líquidos en instalacións fixas*.

• **Orde do 10 de agosto de 1976**, pola que se establecen as normas *técnicas para a análise e a valoración dos contaminantes de natureza química presentes na atmosfera*.

• **Orde do Ministerio de Industria do 18 de outubro de 1976**, sobre *prevención e corrección da contaminación atmosférica de orixe industrial*.

• **Orde do 25 de xuño de 1984**, sobre *instalación en centrais térmicas de equipos de medida e rexistro da emisión de contaminantes á atmosfera*.

• **Real decreto 1613/1985**, do 1 de agosto, polo que se modifica parcialmente o Decreto 833/1975, do 6 de febreiro, e se establecen *novas normas de calidade do aire no referente a contaminación por dióxido de xofre e partículas*.

• **Real decreto 1154/1986**, do 11 de abril, polo que se modifica o Real decreto 1613/85, do 1 de agosto, sobre normas de calidade do ambiente: *Declaración polo Goberno de zonas de atmosfera contaminada*.

• **Real decreto 717/1987**, do 27 de maio, sobre *contaminación atmosférica por dióxido de nitróxeno e chumbo: Normas de calidade do ambiente*.

• **Orde do 22 de marzo de 1990**, pola que se modifica a Orde do 10 de agosto de 1976, respecto ó método de referencia para o fume normalizado.

• **Real decreto 646/1991**, do 22 de abril, polo que se establecen novas normas sobre *limitación ás emisións á atmosfera* de determinados axentes contaminantes procedentes de grandes instalacións de combustión.

• **Decreto 1088/1992**, do 11 de setembro, polo que se establece novas normas sobre a limitación de emisións á atmósfera de determinados axentes contaminantes procedentes de instalacións de *incineración de residuos municipais*.

• **Real decreto 1321/1992**, do 30 de outubro, polo que se modifica parcialmente o Real decreto 1613/1985, do 1 de agosto, e se establecen novas normas de calidade do aire no referente á contaminación por *dióxido de xofre e partículas*.

• **Real decreto 1494/1995**, do 8 de setembro, sobre *contaminación atmosférica por ozono*.

• **Real decreto 1800/1995**, do 3 de novembro, polo que se modifica o Real decreto 646/1991, do 22 de abril.

• **Orde do 26 de decembro de 1995** para o desenvolvemento do Real decreto 646/1991, sobre limitación de grandes instalacións de combustión en determinados aspectos referentes a *centrais termoe-léctricas*.

• **Real decreto 1217/1997**, do 18 de xullo, sobre *incineración de residuos perigosos* e de modificación do Real decreto 1088/1992, do 11 de setembro.

GALEGA

• O *imposto sobre contaminación atmosférica de Galicia*. Galicia foi pioneira en España na tributación para a protección do medio ambiente atmosférico, mediante a **Lei do Parlamento de Galicia 12/1995**, do 29 de decembro.

Segundo a exposición de motivos da lei, a finalidade perseguida é a de “conseguir que as empresas afectadas adopten, nun prazo curto, as medidas anticontaminantes precisas para diminuír substancialmente as emisións”.

A diferenza da proxectada “ecotaxa” comunitaria, que grava as materias primas e produtos que xeran contaminación ó utilízalos, o imposto galego grava un volume de emisións de determinadas substancias contaminantes á atmosfera (dióxido de xofre ou calquera outro composto osixenado de xofre, e dióxido de nitróxeno ou calquera outro composto osixenado de nitróxeno).

A base impoñible do imposto exprésase en “toneladas/ano” como a suma das cantidades emitidas de cada unha das substancias contaminantes por un mesmo foco emisor. A dificultade estriba na súa determinación, ou, o que é o mesmo, nos sistemas de medición.

A tarifa impositiva aplicable prevé tres tipos de gravame: un tipo cero (en realidade, unha exención) de 0 a 1.000 t/ano, un segundo tramo (5.000 pta/t) para os focos que emiten entre 1.001 e 50.000 t/ano, e un terceiro (5.500 pta/ano) para os que emiten de 50.001 t/ano en diante.

- **Decreto 4/1996**, do 12 de xaneiro, polo que se aproba o *Regulamento de imposto sobre a contaminación atmosférica*.
- **Orde do 26 de xaneiro de 1996**, pola que se aproban os modelos de *xestión e liquidación do imposto sobre a contaminación atmosférica*.

9.3 VERTIDOS LÍQUIDOS

ESTATAL

- **Lei 29/1985**, do 2 de agosto, de *augas*.

Os seus artigos 92 a 100 traspoñen as normas de emisión sinaladas pola Directiva do Consello 76/464/CEE, do 4 de maio de 1976, relativa á contaminación causada por determinadas substancias perigosas vertidas no medio acuático da Comunidade.

O seu artigo 94 traspón as normas de emisión sinaladas na Directiva do Consello 80/68/CEE, do 17 de decembro, relativa á protección das augas subterráneas contra a contaminación causada por determinadas substancias perigosas.

- **Real decreto 849/1986**, do 11 de abril, polo que se aproba o *Regulamento de dominio público hidráulico*, que establece a regulación sobre emisións que se prevé na directiva marco comunitaria 76/464/CEE.

Este real decreto foi modificado polo RD 1315/1992, do 30 de outubro, para variar esencialmente determinados aspectos en relación coa contaminación dos acuíferos subterráneos que non foran fielmente traspostos desde o ordenamento comunitario.

Os seus artigos 245 a 273 traspoñen as normas de emisión sinaladas pola Directiva do Consello 76/464/CEE, do 4 de maio de 1976, relativa á contaminación causada por determinadas substancias perigosas vertidas no medio acuático da Comunidade. Os seus artigos. 256 a 258 traspoñen as normas de emisión sinaladas na Directiva do Consello 80/68/CEE, do 17 de decembro, relativa á protección das augas subterráneas contra a contaminación causada por determinadas substancias perigosas.

- **Orde do 23 de decembro de 1986**, pola que se dictan normas complementarias en relación coas autorizacións de *vertidos de augas residuais*.

- **Orde do 12 de novembro de 1987**, sobre normas de emisión, obxectivos de calidade e métodos de medición de referencia relativos a determinadas substancias nocivas ou perigosas contidas nos *vertidos de augas residuais*.

- **Lei 22/88**, do 28 de xullo, de *costas*.

- **Real decreto 1417/1989**, do 1 de decembro, polo que se aproba o *Regulamento da lei de costas*.

- **Real decreto 1315/1992**, do 30 de outubro, polo que se modifica parcialmente o *Regulamento do dominio público hidráulico*, aprobado polo Real decreto 849/1986, do 11 de abril.

- **Orde do 13 de xullo de 1993**, pola que se aproba a instrucción para o *proxecto de conduccións de vertido desde terra ó mar*.

- **Real decreto 484/1995**, do 7 de abril, sobre medidas de *regularización e control de vertidos*.

GALEGA

- O *canon de saneamento da Lei de administración hidráulica de Galicia*. A Comunidade Autónoma de Galicia, o mesmo que fixeron outras comunidades autónomas, como Cataluña, Baleares, Navarra e Valencia, creou o denominado “canon de saneamento”, en aplicación da **Lei 8/1993**, do 23 de xuño, reguladora da administración hidráulica de Galicia, e que ten por obxecto a potenciación da infraestrutura de saneamento das augas continentais administradas pola Comunidade Autónoma de Galicia (é dicir, as cuncas hidrográficas intracomunitarias de Galicia).

En termos xerais, os canons de saneamento pretenden corrixi-las exterioridades que se producen pola contaminación das augas. Para eles, trátase de lle “esixir (ó suxeito contaminador) a propia depuración e saneamento da auga utilizada, ou ben de poder obrigalo a paga-los danos que cause ou a repara-la degradación causada ós bens de dominio público ou, se é o caso, a soporta-lo custo dos servicios públicos de depuración e saneamento”.

- **Decreto 8/1999**, do 21 de xaneiro, polo que se aproba o Regulamento de desenvolvemento lexislativo do capítulo IV da Lei 8/1993, reguladora da administración hidráulica, *relativo ó canon de saneamento*.

9.4 RESIDUOS

EUROPEA

- **Directiva 75/442/CEE** do Consello, do 15 de xullo de 1975, relativa ós residuos (DOCE nº L. 194, 25.7.75), coñecida como a "*Directiva marco de residuos*".

- **Directiva 91/156/CEE** do Consello, do 18 de marzo de 1991, pola que se modifica a Directiva 75/442/CEE (DOCE nº L. 78, 26.3.91).

- **Directiva 91/689/CEE** do Consello, do 1 de decembro de 1991, relativa a *residuos perigosos*. (DOCE nº L. 377, 31.12.91).

- **Regulamento nº 259/1993** do Consello, do 1 de febreiro de 1993, relativo á vixilancia e ó control dos *traslados de residuos* no interior, á entrada e á saída da Comunidade Europea (DOCE nº L. 25, 22.2.93).

- **Decisión 94/3/CE** da Comisión, do 20 de decembro de 1993, pola que se establece unha *lista de residuos* de conformidade coa letra a) do artigo 1 da D. 75/442/CEE do Consello, relativa ós residuos (DOCE nº L. 5, 7.1.94).

- **Decisión 94/904/CE** do Consello, do 22 de decembro de 1994, pola que se establece unha *lista de residuos perigosos* en virtude do artigo 1, apartado 4, da D. 91/689/CEE (DOCE nº L. 356, 31.12.94).

- **Directiva 94/62/CE** do Parlamento e do Consello, do 20 de decembro de 1994, relativa ós *envases e residuos de envases* (DOCE nº L. 365, 31.12.94).

- **Regulamento nº 120/1997** do Consello, do 20 de xaneiro de 1997, polo que se modifica o Regulamento nº 259/1993, relativo á vixilancia e ó control dos *traslados de residuos* no interior, á entrada e á saída da Comunidade Europea (DOCE nº L. 22, 24.1.97).

- **Decisión 97/129/CE** da Comisión, do 28 de xaneiro de 1997, pola que se establece o sistema de identificación de materiais de envase de conformidade coa Directiva 94/62/CE do Parlamento europeo e do

Consello, relativa ós *envases e residuos de envase* (DOCE nº L. 50, 20.2.97).

- **Directiva 98/101/CE** da Comisión, do 22 de decembro de 1998, pola que se adapta ó progreso técnico á directiva 91/157/CEE, do Consello, relativa a pilas e acumuladores que conteñan determinadas sustancias perigosas.

- **Directiva 1999/31/CE** do Consello, do 26 de abril de 1999, relativa ó vertido de residuos.

- **Decisión 2000/532/CE** da Comisión, do 3 de maio de 2000, que sustitue á decisión 94/3/CE pola que se establece unha lista de residuos de conformidade coa letra a) do artigo 1 da directiva 75/442/CEE do Consello, relativa os residuos, e á 94/904/CE do Consello, pola que se establece unha lista de residuos perigosos en virtude do apartado 4 do artigo 1 da directiva 91/689/CEE do Consello relativa a residuos perigosos.

ESTATAL

- **Real decreto 833/1988**, do 20 de xullo (BOE nº 182, 30.7.88), polo que se aproba o regulamento para a execución da lei 20/86 básica de residuos tóxicos e perigosos.

- **Orde do 28 de febreiro de 1989**, pola que se regula a xestión de *aceites usados* (BOE nº 57, 8.3.89), modificada por orde do 13 de xuño de 1990.

- **Orde do 14 de abril de 1989**, sobre a xestión dos *policlorobifenilos e policloroterfenilos* (BOE nº 102, 29.4.89).

* O 17 de febreiro de 1995 aprobouse o "*Plan Nacional de Residuos Perigosos (1995-2000)*", que ten por finalidade orienta-la actuación do Goberno e incorpora-los plans autonómicos xa existentes. Entre os seus obxectivos prioritarios atópanse a aplicación do principio de prevención e de responsabilidade do produtor e a redución progresiva do volume de residuos xerados, fomentando a reciclaxe e a reutilización.

- Intimamente relacionado co Plan Nacional de Residuos Perigosos, o Goberno adoptou un acordo polo que se aproba o *Plan Nacional de Recuperación de Solos Contaminados*.

• **Lei 11/1997**, do 24 de abril, de *envases e residuos de envases* (BOE nº 99, 25.4.97), e o **Real decreto 782/1998**, do 30 de abril (BOE nº 104, 1.5.98), que a desenvolve. O obxectivo básico deste regulamento constitúe a articulación concreta dos novidosos mecanismos xa previstos na lei de envases (presididos sempre polo principio de prevención na produción de residuos) para a consecución dos obxectivos da lei en materia de redución, reciclado e valorización, os cales son os mesmos que establece a Directiva 94/62/CE, do 20 de decembro, relativa ós envases e residuos de envases. Obxectivos que deben cumprirse para todo o territorio español a partir do 31 de xuño do ano 2001.

O regulamento desenvolve e regula amplamente o que deu en chamarse o “sistema dual” de xestión dos envases e residuos de envases, que xira arredor da posibilidade de optar entre dous sistemas de xestión: o Sistema de Devolución, Depósito e Retorno (DDR) -tamén chamado de Consignado que os envasadores poden quedar exentos se participan no segundo dos sistemas previstos representado na figura dos Sistemas Integrados de Xestión (SIX), coñecidos a través do símbolo do punto verde.

• **Real decreto 952/1997**, do 20 de xuño, (BOE nº 160, 5.7.97), polo que se modifica o regulamento para a execución da Lei 20/1986, básica de residuos tóxicos e perigosos, aprobado mediante o RD 833/1988, e co que se pretende adapta-la normativa española á Directiva 91/689.

• **Lei 10/1998** de *residuos*, do 20 de abril. Introduce un maior grao de control ambiental nas actividades de produción e xestión, de tal forma que a partir de agora as autorizacións para a instalación de industrias produtoras de residuos van ter que indicar necesariamente a cantidade máxima de residuos que se poden xerar por unidade producida e as súas características, para o que se considerarán, entre outros criterios, as tecnoloxías menos contaminantes en condicións técnica e economicamente viables, co que se introducen xa na nova norma os principios inspiradores da directiva sobre prevención e control integrado da contaminación (IPPC).

• **Real decreto 1378/1999**, do 27 de agosto, polo que se establecen medidas para a eliminación e xestión dos *policlorobifenilos, policloroterfenilos* e aparatos que os conteñan.

- **Resolución do 17 de novembro de 1998**, da Dirección Xeral de Calidade e Avaliación Ambiental, pola que se dispón a publicación do *catálogo europeo de residuos* (CER), aprobado mediante a Decisión 94/3/CE da Comisión, do 20 de decembro de 1993 (BOE nº 7, 8.1.99).

GALEGA

- **Decreto 72/1989**, do 27 de abril, polo que se aproba definitivamente o *Plan de Xestión e Tratamento de Residuos sólidos Urbanos de Galicia*.

- A Comunidade Autónoma de Galicia, desde o ano 1986, puxera en marcha, a través da Consellería de Industria e Comercio, diversos plans e accións para a xestión deste tipo de residuos: os plans de eliminación de aceites usados, de eliminación de pilas usadas, de eliminación de residuos hospitalarios, a xestión de PCB-PCT, e o centro de tratamento de residuos industriais de Galicia.

- En execución dos respectivos plans nacionais, publicouse en novembro de 1995 o documento titulado "*Plan de Xestión de Residuos Perigosos e Solos Contaminados de Galicia*" para o período 1995-2000.

Este plan deseña unha estratexia específica para a realidade industrial e social da nosa Comunidade Autónoma e orienta cara a unha minimización dos residuos que favoreza a súa redución en orixe e a súa reciclaxe, mediante o establecemento de una infraestrutura de tratamento.

- **Lei 10/1997**, do 22 de agosto, de residuos sólidos urbanos de Galicia (DOG nº 168, 2.9.97).

- Publícase o *Catálogo de Residuos de Galicia*, mediante o **Decreto 154/1998**, do 28 de maio (DOG nº107, 5.6.98).

- **Decreto 260/1998**, do 10 de setembro, polo que se regula a autorización de *xestor de residuos sólidos urbanos* e a inscrición no Rexistro Xeral de Xestores de Residuos Sólidos Urbanos (DOG nº189, 29.9.98).

- **Decreto 263/1998**, do 10 de setembro, polo que se regula a autorización e se crea o *Rexistro de Productores e Xestores de Residuos Perigosos* (DOG nº190, 30.9.98).

BIBLIOGRAFÍA

- **Allen, D. T., Rosselot, K. S.** (1997). Pollution Prevention for Chemical Processes. *Wiley Interscience*.
- **Bueno, J. L., Sastre, H., Lavin, A. G.** (1997). Contaminación e Ingeniería Ambiental. *FICYT*.
- **Centro de estudios de postgrado de administración de empresas.** (1996). Energía y Medio Ambiente. *Fundación General Universidad Politécnica de Madrid*.
- **De Nevers, N.** (1997). Ingeniería de control de la contaminación del aire. *McGraw-Hill*.
- **Editorial Praxis.** (1999). Manual práctico de legislación medioambiental.
- **EMGRISA.** (1993). Especificaciones técnicas y anteproyectos de minimización. Sector química orgánica y materias primas plásticas.
- **EOI (Escuela de Organización Industrial).** (1993). Manual Media. *Ministerio de Industria y Energía*.
- **EOI (Escuela de Organización Industrial).** (1996). El medio ambiente en España. *Mundi Prensa*.
- **Fiksel, J.** (1996). Ingeniería de diseño medioambiental. *McGraw-Hill*.
- **Fernández J. M., Méndez R. y Lema J. M.** (1995). Anaerobic Treatment of Eucalyptus fibreboard manufacturing wastewater by a hybrid USBF lab-scale reactor. *Environ. Technol.* 16(7), 677-684.
- **Fernández J. M.** (1994). Tratamiento de aguas residuales de las industrias de tablero de fibra. *Universidade de Santiago de Compostela, Departamento de Enxenería Química*.
- **Freeman, H. M.** (1998). Manual de Prevención de la Contaminación Industrial. *McGraw-Hill*.
- **Garrido S.** (1998). Regulación básica de la producción y gestión de residuos. *Fundación confemetal*.
- **Glynn, J., Heinke, G.** (1999). Ingeniería ambiental. *Prentice Hall*.
- **IHOBE.** (1998). Producción Limpia. *Gobierno Vasco*.

- **Institut Cerdà**. (1992). Manual de minimización de residuos y emisiones industriales.

- **Laboratorio de Medio Ambiente de Galicia**. (1996). A contaminación atmosférica en Galicia. *Consellería de Industria e Comercio. Xunta de Galicia*.

- **U. S. Environmental Protection Agency Office of Compliance**. (1995). Profile of the Lumber and Wood Products Industry. *Sector Notebook Project. EPA*.

- **U. S. Environmental Protection Agency**. (1995). Wood panel industry inspection guidance document. *EPA*.

- **U. S. Environmental Protection Agency**. (1996). Residential indoor air formaldehyde testing program: pilot study. *EPA*.

- **U. S. Environmental Protection Agency**. (1998). Lumber and Wood Products. *EPA*.

- **U. S. Environmental Protection Agency**. Industry-specific information collection request for the development of plywood and particleboard maximum achievable control technology (mact) standards. *EPA*.



CONSELLERÍA DE MEDIO AMBIENTE
Centro de Información e Tecnoloxía Ambiental

