

13

CORTIÇA

Luís Gil

- 13.1 INTRODUÇÃO
- 13.2 ESTRUTURA E COMPOSIÇÃO DA CORTIÇA
- 13.3 PRODUTOS DE CORTIÇA E SUAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-MECÂNICAS
- 13.4 APLICAÇÃO E CONSERVAÇÃO DE PRODUTOS DE CORTIÇA
- 13.5 OS PRODUTOS DE CORTIÇA NO ÂMBITO DA DIRECTIVA DOS PRODUTOS DE CONSTRUÇÃO
- 13.6 ASPECTOS ECOLÓGICOS RELACIONADOS COM OS PRODUTOS DE CORTIÇA
- 13.7 FUTUROS PRODUTOS DE CORTIÇA PARA A CONSTRUÇÃO CIVIL

13.1 INTRODUÇÃO

13.1.1 O QUE É A CORTIÇA

A cortiça é um material cujas aplicações são conhecidas desde a Antiguidade, sobretudo como artefacto flutuante e como vedante, cujo mercado, a partir do início do século XX, teve uma enorme expansão, designadamente face ao desenvolvimento de aglomerados diversos à base de cortiça. Por definição, a cortiça é o parênquima suberoso originado pelo meristema subero-felodérmico do sobreiro (*Quercus suber* L.), constituindo o revestimento do seu tronco e ramos. Macroscopicamente, é um material leve, elástico e praticamente impermeável a líquidos e gases, isolante térmico e eléctrico e absorvedor acústico e vibrático, sendo também inócuo e praticamente imputrescível, apresentando a capacidade de ser comprimido sem expansão lateral. Microscopicamente, a cortiça é constituída por camadas de células de aspecto alveolar, cujas membranas celulares possuem um certo grau de impermeabilização e estão cheias de um gás semelhante ao ar, que ocupa cerca de 90 por cento do volume [1].

Quando a cortiça é comprimida, as suas células encurvam e dobram, não lhe conferindo praticamente qualquer expansão lateral, havendo uma posterior recuperação. A cortiça é também um material que dissipa a energia de deformação. Possui uma massa volúmica média de cerca de 200 kg/m^3 , e uma baixa condutividade térmica. A cortiça possui ainda uma notável estabilidade química e biológica e uma boa resistência ao fogo [1].

A União Europeia é o maior produtor de cortiça (mais de 80 por cento), designadamente nos países mediterrânicos ocidentais, dos quais se destaca Portugal (superior a 50 por cento), o maior produtor e transformador mundial de cortiça: Os sobreirais estão extremamente bem adaptados às regiões do Sul da Europa e Norte de África, evitando a desertificação, promovendo o sequestro de carbono e outras externalidades e sendo o *habitat* de muitas espécies animais e vegetais únicas [2].

13.1.2 MATÉRIAS-PRIMAS DE CORTIÇA

A cortiça é extraída do tronco e ramos do sobreiro, sob a forma de peças semi tubulares, habitualmente no Verão, e com uma periodicidade legal mínima de nove anos. A sua exploração começa após a árvore atingir 0,7m de perímetro a 1,3m do solo. A árvore não pode ser totalmente «despida» do seu revestimento suberoso. Esta operação é efectuada manualmente com recurso a machados, como se pode ver na Figura 13.1, existindo já processos mecânicos.



FIGURA 13.1: Descortiçamento do sobreiro.

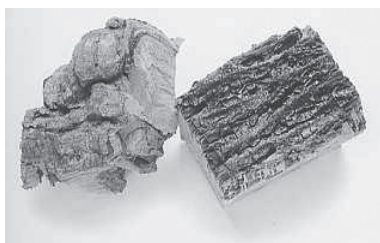


FIGURA 13.2: Cortiça virgem e cortiça amadia.

O primeiro descortiçamento (desbóia), produz uma cortiça chamada virgem (Figura 13.2), com uma superfície exterior muito irregular. Descortiçamentos sucessivos dão origem a cortiça com uma superfície exterior mais uniforme, designada por cortiça de reprodução ou amadia (Figura 13.2). A primeira cortiça de reprodução, ainda com algumas irregularidades, tem o nome específico de secundeira, tendo utilizações semelhantes às da cortiça virgem (trituração → granulados → aglomerados). Dos despojos da poda, é obtida a falca (Figura 13.3), tecido misto de cortiça virgem, entrecasco e lenho, retirada tradicionalmente com machado ou enxó a partir dos ramos podados dos sobreiros ou, mais modernamente, com equipamento específico [1] [3].

Nos aglomerados compostos, são utilizados granulados obtidos a partir da trituração de cortiça virgem, bocados, refugo e desperdícios de outras operações de processamento, como sejam as aparas (de broca, de recorte, etc.), rolhas defeituosas, restos de aglomerados, etc. No fabrico do aglomerado expandido de cortiça, é utilizado um triturado mais grosseiro, em geral com uma granulometria na gama 5–20 mm, mas que pode ser de

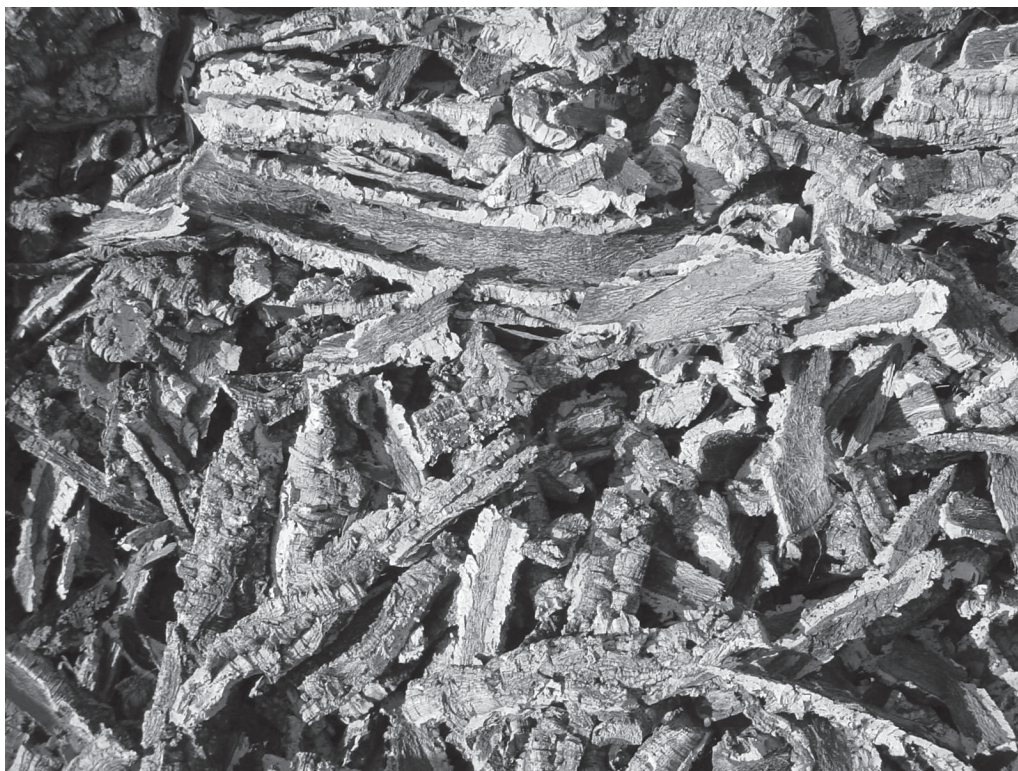


FIGURA 13.3: Falca (cortiça virgem dos ramos podados).

3–22mm [4], obtido essencialmente por trituração de cortiça virgem dos ramos podados do sobreiro (falca) e de outros tipos menores de cortiça.

13.1.3 PRODUÇÃO DE PRODUTOS DE CORTIÇA PARA A CONSTRUÇÃO CIVIL

Tomando a indústria portuguesa como referência, os dados recentes [5] indicam para 2007 um valor de exportações portuguesas de materiais de construção de cortiça, em volume, de 94,7 mil toneladas, assim divididas (rubricas do INE):

- 4501.90.00 — Desperdícios de cortiça, cortiça triturada, granulada ou pulverizada = 26,7 mil toneladas
- 4504.10.91 — Cubos, blocos, chapas, folhas, tiras, ladrilhos, cilindros maciços em cortiça aglomerada com aglutinantes = 28,8 mil toneladas
- 4504.10.99 — *idem* sem aglutinantes = 26,6 mil toneladas
- 4504.90.99 — Cortiça aglomerada e obras de cortiça aglomerada = 12,5 mil toneladas

Os produtos de cortiça mais correntes para construção civil são: isolantes térmicos acústicos e vibráticos (paredes, tectos, pavimentos); tectos falsos; revestimento de paredes, pisos e tectos; rodapés; linóleos; granulados para enchimento de espaços e misturas com argamassas; juntas isolantes e de dilatação ou compressão; fins industriais: antivibráticos para maquinaria e isolamentos para frio industrial.

Segue-se uma descrição abreviada dos processos de produção dos produtos de cortiça para a construção civil cujo esquema integrado se apresenta na Figura 13.4.

Os granulados são obtidos através da acção de moinhos de estrelas ou de dentes (destroçadores), moinhos de martelos e moinhos de facas; os moinhos de atrito (mós) funcionam essencialmente como afinadores de granulometria e limpeza final [6]. É também efectuada uma secagem por circulação forçada de ar quente, para conferir ao granulado o grau de humidade desejado.

Na sequência do processamento da cortiça e a partir dos granulados (usualmente 2 a 6 mm), temos a produção dos aglomerados compostos de cortiça, que resultam de um processo de aglutinação dos grânulos por acção conjunta da pressão, temperatura e um agente de aglutinação. Após recurso a doseadores automáticos ou doseamento manual, a mistura de grânulos com o(s) aglutinante(s) é habitualmente efectuada através de um processo mecânico, usando-se um processo de rolos para o caso do «*rubbercork*» [1].

Por exemplo, para fins decorativos, é usada uma massa volúmica entre 200 e 350 kg/m³ e granulados de calibre fino-médio. As juntas de dilatação são fabricadas com granulado de calibre médio e uma massa volúmica de 250-350 kg/m³ [1]. Para aglomerados destinados a revestimentos de pisos a densidade é usualmente superior a 450 kg/m³, podendo chegar a 600 kg/m³.

No fabrico deste tipo de aglomerados usam-se fundamentalmente resinas sintéticas de poliuretano, fenólicas (fenol-formaldeído) e melamínicas, e por vezes são também utilizadas resinas de origem vegetal [6] [7] [8], havendo já ligantes à base de enzimas.

A quantidade exacta de mistura a utilizar é medida e colocada em moldes, usualmente metálicos e de forma paralelepípedica (no fabrico de rolos são utilizados moldes cilíndricos), após o que são colocadas as tampas, do mesmo material e se efectua uma prensaagem, trancando sob uma determinada compressão. Os moldes contendo a mistura prensada são colocados nas estufas de «cura» (polimerização dos aglutinantes). As estufas de «cura» podem ser fornos de aquecimento ou sistemas de hiperfrequência. No primeiro

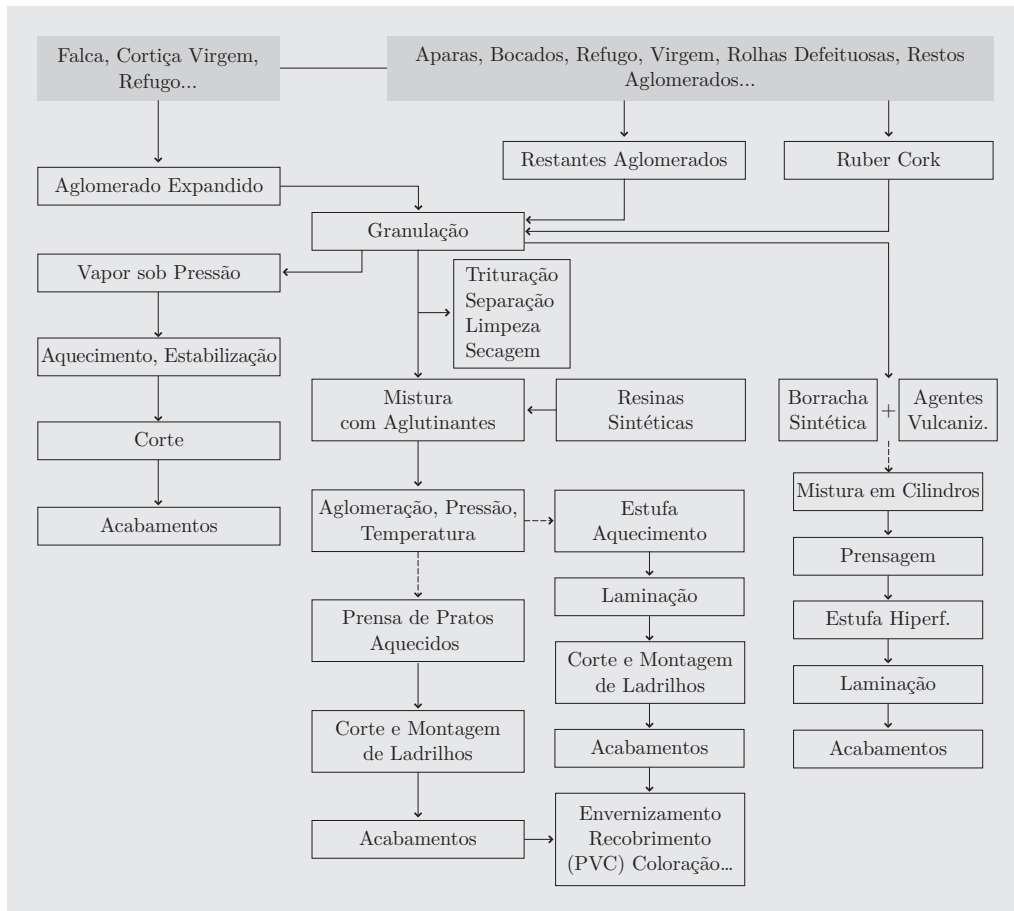


FIGURA 13.4: Esquema integrado de produção de produtos de cortiça para a construção civil.

caso, são utilizadas temperaturas entre os 110–150 °C, com um período de duração de 4 a 22 h [8][9]. Estes dois parâmetros devem ser suficientes para se dar a polimerização das colas. No primeiro caso, o sistema de «cura» pode ser contínuo (em túnel) ou descontínuo. No segundo caso, este processo é bastante mais rápido, podendo chegar a valores entre 3 e 4 minutos [6][9].

Após a «cura», efectua-se a desmoldagem e um arrefecimento/estabilização, obtendo-se um bloco de aglomerado que é laminado em folhas, por vezes a quente. No caso dos rolos os cilindros obtidos são «desenrolados» por laminação contínua e a folha obtida é então enrolada.

A fase seguinte é a lixagem superficial das folhas obtidas, para acerto da sua espessura e para conferir o grau de rugosidade desejado. As folhas assim preparadas são então cortadas na forma desejada, usualmente ladrilhos quadrados ou rectangulares, e depois sujeitos ao acerto das dimensões e esquadria [1].

Os vários tipos de decorativos e revestimentos são obtidos ou por uma folha simples ou por sobreposição de vários tipos dessas folhas de aglomerados ou de laminados de cortiça natural, ou ainda por composição com outros materiais, nomeadamente madeira ou aglomerados de fibras ou partículas de madeira. A colagem destas camadas sucessivas é efectuada por distribuição de cola numa das faces de cada folha, passando posteriormente o conjunto num sistema de prensagem, usualmente rolos ou prensa de andares [9].

Os chamados pisos flutuantes são usualmente formados com uma camada intermédia em MDF ou HDF (respectivamente aglomerado de fibras de madeira de média ou de alta densidade), com uma folha de aglomerado de cortiça na parte inferior e uma folha de cortiça decorativa na parte superior, coladas e prensadas. Nos bordos o MDF ou HDF é trabalhado à fresa para se obterem os sistemas de encaixe (por exemplo, do tipo clique ou macho-fêmea) [2].

As placas assim formadas (ladrilhos ou flutuantes) podem depois ter vários tipos de acabamentos superficiais na cortiça: enceramento, envernizamento, recobrimento com películas diversas (p.e., PVC).

No envernizamento é habitualmente utilizado um verniz sintético (acrílico ou poliuretano) ou de base aquosa. Os vernizes e os aglomerados podem ainda ser corados com pigmentos, admitindo colorações diversas [1] [2]. A cura do verniz é usualmente efectuada por radiação UV ou em túneis de ar quente forçado. Alguns padrões comerciais de revestimentos em cortiça são apresentados na Figura 13.5.

Alguns fabricantes têm ainda uma selecção final dos ladrilhos por tons (manual ou automaticamente). Além desta selecção, há naturalmente no final uma selecção/rejeição manual/visual relativamente a defeitos.

Existe ainda um processo de aglomeração para o fabrico dos aglomerados compostos que apresenta diferenças relativamente aos processos anteriormente descritos e que se pode resumir no seguinte [8][9]: a mistura (grânulos + aglutinante) com diferentes granulometrias é distribuída num tapete rolante e enviada para uma prensa de pratos aquecidos de grande dimensões, obtendo-se uma única folha, com parâmetros operacionais usu-

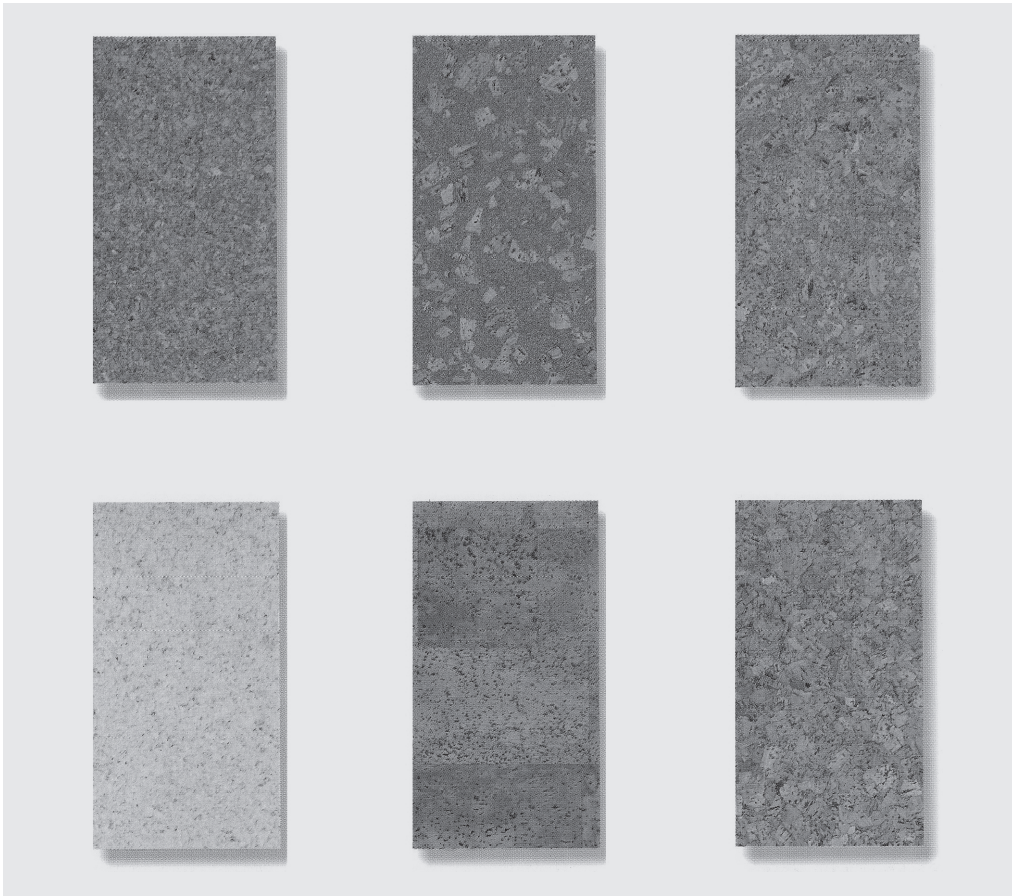


FIGURA 13.5: Exemplos de padrões de vários tipos de revestimento de piso em cortiça.

almente nas seguintes gamas de valores: temperatura dos pratos = 120–180 °C; pressão aplicada = 5–15 daN/cm²; tempo de prensagem = 3–8 minutos [1].

No fabrico do linóleo são usados os granulados mais finos e densos, que com o óleo de linhaça oxidado, resina, juta, serradura, óxidos metálicos e corantes, dão origem a um produto compacto, muito resistente ao desgaste e de fácil limpeza, usado essencialmente em revestimentos [1].

Um outro tipo de aglomerado à base de cortiça, fabricado com uma tecnologia de produção bastante diferente, e também com algumas áreas de aplicação diferentes, é o vulgarmente designado «*rubber cork*» ou «*cork rubber*», ou seja, aglomerado de cortiça com

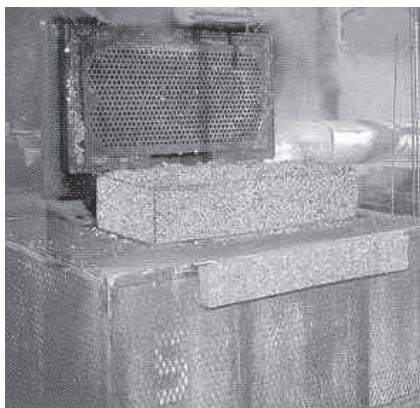


FIGURA 13.6: Bloco de aglomerado expandido de cortiça a sair do autoclave.

borracha. Este tipo de aglomerado é usado essencialmente em juntas e para pavimentos, sobretudo para locais de grande intensidade de tráfego [9]. As borrachas consumidas dependem naturalmente da aplicação prevista para o aglomerado. Nas diferentes formulações, para além do granulado de cortiça e da borracha, são também aplicados agentes de vulcanização, antioxidantes, aceleradores de polimerização, corantes, etc.

O processo de fabricação pode ser sintetizado no seguinte: a mistura a aglomerar, constituída pelo granulado de cortiça e pela borracha (em pó ou em partículas pequenas) e os restantes agentes, é homogeneizada, comprimida e aquecida em misturadores cilíndricos. A mistura é assim passada à calandra, para formar uma massa homogénea [10]. Esta pasta pode ser cortada em placas e colocada em moldes, prensada e curada, do mesmo modo que no caso do aglomerado composto de cortiça usual [9], obtendo-se blocos que depois são seccionados.

No caso da «cura» por alta frequência, os moldes são construídos em resinas sintéticas reforçadas com fibra de vidro [6]. Neste último caso os tempos de «cura» são de 10–12 minutos.

A indústria do aglomerado expandido utiliza a cortiça que não é usualmente processada nas restantes indústrias granuladoras/aglomeradoras. Por outro lado, a utilização de cortiça virgem crua é positiva, uma vez que esta possui um elevado teor de extractivos, que funcionam como ligantes intergranulares.

A fase de granulação, que inclui a trituração e limpeza, é semelhante à utilizada para os outros tipos de aglomerados de cortiça. A granulometria final obtida é função do tipo de aglomerado a fabricar, sendo geralmente de 5 a 20 mm; é de 3 a 10 mm para o aglomerado acústico e de 5 a 22 mm para o aglomerado térmico. A fase seguinte envolve a eliminação de impurezas, com o auxílio de separadores densimétricos (vibratórios), crivos e, eventualmente, separadores pneumáticos ou mantas rotativas. O granulado assim obtido é então ensilado e seco até se alcançar um teor de humidade ideal para a operação de «cozimento» [1].

A fase seguinte, a aglomeração, é efectuada pelo processo do autoclave (ver Figura 13.6). O granulado é descarregado e depois do fecho do molde é ligeiramente comprimido no processo da autoclavagem, em que o molde é o próprio autoclave. A cozedura é efectuada por insuflação de vapor de água sobreaquecido, a uma temperatura média de cerca de 300–370 °C. O vapor sobreaquecido é normalmente introduzido por orifícios existentes na parte inferior do autoclave, atravessando a massa de grânulos e produzindo a exsudação das resi-



FIGURA 13.7: Corte do bloco em placas.

nas da cortiça para a superfície dos grânulos e o seu aumento de volume, determinando a sua aglutinação. O tempo de cozimento é de 17 a 30 minutos nos casos mais comuns [1].

Os blocos produzidos são cortados em placas de diferentes espessuras, como se pode ver na Figura 13.7, seguindo-se o acerto a dimensões usualmente efectuado com serras de disco e lixadeiras.

A partir das partes superiores e inferiores (irregulares) rejeitadas destes blocos ou de placas defeituosas ou obtidas de demolições, obtém-se o regranulado de cortiça expandida, por retrituração.

13.2 ESTRUTURA E COMPOSIÇÃO DA CORTIÇA

13.2.1 ESTRUTURA MACROSCÓPICA DA CORTIÇA

Quando a cortiça é extraída das árvores, fica exposta a parte exterior do entrecasco, que é «empurrada» pelas sucessivas camadas de novas células que se vão formando no interior, originando-se a «raspa», que constitui a parte externa da cortiça, que seca, contrai e endurece, fendilhando por acção do aumento do perímetro exterior em relação ao perímetro interior, devido ao crescimento. Analogamente, a parte interna do tecido suberoso, que corresponde à última camada de crescimento anual, é designada por «barriga» ou «ventre». Tem menor elasticidade do que as outras camadas e apresenta orifícios dos canais lenticulares (poros). A porosidade está estreitamente ligada à qualidade da cortiça [1][3].

A cortiça virgem não apresenta raspa. Ao longo da espessura da cortiça são observáveis os anéis de crescimento, distinguíveis por serem constituídos por células com diferentes

dimensões e diferentes espessuras das suas paredes celulares formadas na Primavera/Verão ou Outono/Inverno. Assim, por exemplo, numa cortiça com nove anos há nove camadas completas de Outono e oito camadas completas de Primavera e duas meias camadas de Primavera; uma junto à raspa, logo após o descortiçamento anterior e outra junto ao ventre, que estava em formação na altura da despela. Do ponto de vista prático, basta contar as camadas escuras de Outono, se estiverem bem diferenciadas, e obtém-se o número de anos da cortiça [2].

Há alguns aspectos que costumam ser considerados como indicadores da qualidade da cortiça: a cor clara da cortiça virgem e a lisura, macieza e pequena espessura da costa, na cortiça amadia. Em última análise, a qualidade da cortiça é determinada pela homogeneidade da massa de células suberificadas relativamente a descontinuidades ou tecidos estranhos que apareçam intercalados. Dentro destas descontinuidades existem sempre os canais lenticulares que atravessam radialmente a cortiça, e que transversalmente dão origem aos poros. O tipo de poros, a sua dimensão, quantidade e distribuição, são um factor determinante na qualidade da cortiça [1].

Existe uma série de defeitos estruturais e outros da cortiça (por exemplo, mancha amarela, insecto etc.) que só são importantes para aplicações rolheiras e não para a construção civil.

A estrutura da cortiça é anisotrópica. As três principais direcções definidas para a cortiça são a radial (paralela aos raios da árvore), a axial (direcção vertical na árvore) e tangencial (perpendicular às outras duas, tangente à circunferência da secção da árvore). As secções perpendiculares a estas três direcções são respectivamente designadas por tangencial, transversal e radial [11]. No entanto, a anisotropia deixa de ser sentida quando temos um aglomerado de cortiça, dada a distribuição/orientação aleatória dos grânulos, o que é o caso dos produtos de cortiça para a construção civil.

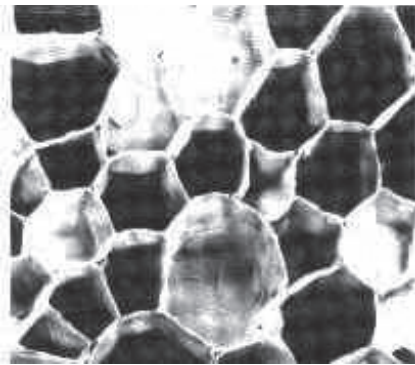


FIGURA 13.8: Células de cortiça.

13.2.2 ESTRUTURA MICROSCÓPICA DA CORTIÇA

A cortiça é um tecido constituído por membranas celulares, cujo conteúdo desapareceu durante o crescimento, e têm um posterior processo de suberificação das membranas celulares. Não é porém apenas a estrutura do tecido que confere à cortiça as suas características, uma vez que muitas das suas propriedades se devem à natureza das membranas celulares. A comunicação entre as células é assegurada por microcanais que atravessam a parede celular e são designados por plasmodesmos. A cortiça é constituída por células (ver Figura 13.8), dispostas de modo compacto, sem espaços livres, de uma forma regular. O volume das paredes das células é de cerca de 10–15 por cento do volume total [1].

As paredes celulares são constituídas por uma base estrutural de suberina e polifenóis poliméricos, tipo lenhina, com uma elevada quantidade de ceras extractáveis. A parede celular das células de cortiça apresenta cinco camadas: duas de natureza celulósica que foram as cavidades celulares; duas mais interiores suberificadas (conferem impermeabilidade) e uma camada média lenhificada (que confere rigidez e estrutura). As camadas suberificadas apresentam lamelas alternadas de suberina e ceras [1].

As membranas celulares possuem uma espessura mais fina nas células geradas na Primavera e Verão (1 a $1,25\ \mu\text{m}$) e maior nas células de Outono/Inverno (2 a $2,5\ \mu\text{m}$). Este facto, associado à maior ou menor dimensão das células, interfere nas propriedades físico-mecânicas da cortiça. Por isso, as cortiças de rápido crescimento, com anéis suberosos de maior espessura, são menos densas, mais compressíveis e menos elásticas do que as cortiças delgadas [1].

Pode-se dizer que uma célula média de cortiça pode ser representada por um prisma de secção hexagonal, variando o contorno poligonal, usualmente, entre quatro e nove lados, mas preferencialmente entre 5 e 7. As suas dimensões médias são entre 30 e $40\ \mu\text{m}$ de largura (podendo ir de $10\ \mu\text{m}$ a $50\ \mu\text{m}$) e $35\text{-}45\ \mu\text{m}$ de altura com limites entre 10 e $70\ \mu\text{m}$. $1\ \text{cm}^3$ de cortiça possui em média entre 30 a 42 milhões de células, conforme se consideram amostras de rápido ou lento crescimento. Cada anel anual compreende normalmente de 50 a 200 células de largura (1 a 6 mm), sendo esta variação a responsável principal pelas diferentes espessuras nos crescimentos anuais da cortiça.

Como se referiu, as diferenças no tamanho das células e na espessura da sua parede, nomeadamente nas formadas no Outono e na Primavera, permitem delimitar os anéis de cortiça formados anualmente, uma vez que as células formadas no Outono (mais pequenas e mais espessas) apresentam uma tonalidade mais escura [1][11].

As características de isolamento da cortiça devem-se ao facto de haver estes minúsculos compartimentos (células) cheios de ar. As células de cortiça são muito mais pequenas do que as dos materiais celulares ordinários, o que contribui para justificar as excepcionais propriedades de isolamento deste material. A transferência de calor por condução depende apenas da quantidade de material sólido da estrutura das células (que é menor para a cortiça expandida termicamente). A convecção depende do tamanho das células e para células pequenas não contribui significativamente. A radiação depende também do tamanho das células: quanto menores, mais vezes o calor tem de ser absorvido e re-irradiado [1].

13.2.3 COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA CORTIÇA

A constituição química da cortiça engloba vários tipos de compostos, que tradicionalmente são divididos em cinco grupos, e cujos valores típicos são aproximadamente os seguintes: suberina (45 por cento — principal constituinte e responsável pela sua compressibilidade e elasticidade); lenhina (27 por cento — estrutura das paredes celulares); polissacáridos (12 por cento — também ligados à estrutura da cortiça); ceróides (6 por cento — repelem a água e contribuem para a impermeabilidade); taninos (6 por cento — protecção do material) e cinzas (4%) [1].

A cortiça de reprodução (secundeira e amadia) possui um tecido, na camada mais exterior, a «raspa», que a cortiça virgem não tem. Este tecido apresenta uma composição marcadamente diferente em relação ao tecido suberoso, com a seguinte composição: cinzas — 9,8 por cento; extractivos — 8,0 por cento; suberina — 4,3 por cento; lenhina insolúvel — 30,9 por cento; lenhina solúvel — 1,6 por cento; polissacáridos — 40,3 por cento [1].

Assim, a cortiça é constituída por componentes estruturais de forma polimérica complexa e extensa e componentes não estruturais. Estes últimos dividem-se em extractivos e não extractivos. Os primeiros obtêm-se e separam-se sem degradação, e os segundos são constituídos por substâncias inorgânicas que formam as cinzas e por compostos azotados, tais como as proteínas. Os extractivos dividem-se nos ceróides, que influem nas características de impermeabilização da cortiça, e nos compostos fenólicos, que parecem desempenhar funções protectoras contra os ataques de organismos biológicos [1].

13.3 PRODUTOS DE CORTIÇA E SUAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-MECÂNICAS

13.3.1 AGLOMERADOS DE CORTIÇA PARA REVESTIMENTOS (PISOS E PAREDES)

Os pavimentos de cortiça actuais são cada vez mais reconhecidos pelas suas características técnicas vantajosas e pelo facto de as conjugarem com um aspecto visual agradável. Se há alguns anos foram considerados fora de moda, mais recentemente têm vindo a tornar-se num produto de excelência no mundo do *design* de interiores, nomeadamente nalguns mercados importantes. Alguns pavimentos naturais estão associados a problemas de ruído e, por vezes, à criação de ambientes frios, factos que são completamente ultrapassados no caso dos produtos de cortiça [12]. Relativamente ao comportamento da cortiça como revestimento de pavimento, será interessante considerar a seguinte explicação:

A fricção entre um sapato e um pavimento tem duas origens. Uma é a adesão, ao formarem-se ligações atómicas entre as duas superfícies em contacto, e se ter que realizar trabalho para quebrar e refazer essas ligações, se o sapato escorregar. Este efeito é o único que acontece, por exemplo, entre uma sola rígida e um pavimento em pedra, e uma vez que é apenas um efeito de superfície, é anulado, por exemplo, por um polimento. A outra origem é devida à perda não elástica. Quando uma sola escorrega num pavimento de cortiça, deforma-a.

Se a cortiça fosse perfeitamente elástica, não tinha de se realizar trabalho, pois o que era feito à partida era recuperado após a passagem, mas como a cortiça possui um elevado coeficiente de dissipação de energia, é como andar de bicicleta em areia: o trabalho efectuado não é recuperado. Este efeito (anti-escorregamento) é o principal quando superfícies ásperas deslizam na cortiça, e como depende de processos que se passam abaixo da superfície, não é afectado por películas, polimentos ou lavagens. O mesmo se passa quando um cilindro ou uma esfera rolam sobre a cortiça [1]. A cortiça, para além destas propriedades relativas à fricção, é resiliente e absorve os choques do andamento (ruídos de percussão) conferindo conforto.

A resiliência da cortiça faz com que os revestimentos de cortiça aliviem a tensão nas articulações e na coluna, sendo agradáveis ao toque, e por serem fracos condutores térmicos, dão uma sensação de quente, mesmo com os pés descalços, facto importante em determinadas culturas, para além de não reterem facilmente sujidade e de reduzirem os ruídos de impacto ao caminhar [2]. Relativamente ao parquet de cortiça, os ladrilhos apresentam uma massa volúmica aproximada de 450–500 kg/m³ e um coeficiente de condutividade térmica de 0,06 W/m.K a 0,10 W/m.K. As dimensões mais frequentes são 300 × 300 mm, 600 × 300 mm, 900 × 300 mm, 900 × 150 mm e espessuras entre 3,2 e 8 mm [2].

Estudos realizados sobre uma série de produtos comerciais permitiram chegar a resultados do teor de formaldeído libertado que variaram entre 0,036 e 33,86 mg/kg de amostra seca, abaixo do valor máximo permitido (≤ 95 mg/kg de amostra seca) segundo a norma EN 12781 [2]. Os valores apresentados por fabricantes, para a tensão de rotura à tracção do *parquet* de cortiça, são de 0,15–0,20 MPa.

Valores obtidos para o isolamento de uma laje maciça de betão armado com 250 kg/m², relativos ao índice de isolamento de ruídos de percussão (G — graves; M — médios, A — agudos) de diferentes gamas, usando diferentes revestimentos de cortiça, foram [13]:

- Aglomerado composto cortiça, 570 kg/m³, 5 mm: IG = 0 dB; IM = 4 dB; IA = 34 dB.
- Aglomerado composto cortiça, 503 kg/m³, 5 mm: IG = 0 dB; IM = 4 dB; IA = 40 dB.

- Aglomerado composto cortiça, 400 kg/m³, 6 mm: IG = 0 dB; IM = 11 dB; IA = 47 dB.
- Aglomerado composto cortiça, 490 kg/m³, 12 mm: IG = 0 dB; IM = 13 dB; IA = 41 dB.

Também para os aglomerados do tipo *parquet*, estudos sobre a sua estabilidade dimensional em ambientes com diferentes humidades relativas do ar, permitiram concluir que essa variação seria inferior a 1 por cento [14][15].

Quanto aos *soft*, aglomerados de cortiça de massas volúmicas na gama de 200–300 kg/m³, têm uma variação dimensional com a humidade da mesma ordem de grandeza da do *parquet* e uma tensão de rotura à tracção de cerca de 0,2–1,2 MPa e um coeficiente de condutividade térmica de 0,061–0,064 W/m.K ([1] e catálogos de fabricantes).

Relativamente ao índice de oxigénio (flamabilidade), foram ensaiados vários tipos de decorativos de cortiça *soft*, aglomerado composto, sempre com valores entre 20,5 e 21 por cento. Já o *parquet* de cortiça, normal ou com PVC, apresentava valores superiores, na ordem de 26,5–27 por cento [16]. Quanto mais elevado o valor menor é a flamabilidade.

A permeabilidade ao vapor de água medida para um aglomerado composto de cortiça de cerca de 480 kg/m³ foi de 0,0002 g/m.h.mm Hg [17].

O piso flutuante (ver Figura 13.9) é normalmente constituído por uma base de aglomerado de cortiça de 1 a 3 mm, uma parte intermédia em MDF ou HDF de 6 a 7 mm e uma camada de uso em cortiça de 2,5 a 3,2 mm, perfazendo 10 a 12 mm de espessura e com dimensões lineares correntes de 900 × 300 mm, com encaixes do tipo macho-fêmea para colagem ou do tipo clique [2].

A durabilidade dos revestimentos em cortiça é conhecida, assim seja feita a sua adequada manutenção, designadamente com renovação periódica dos produtos de protecção. Alguns casos conhecidos de durabilidade comprovada são [2]:

- O pavimento em cortiça da biblioteca da Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes em Madrid, local de intenso uso, foi colocado nos anos 50 e ainda se mantém nos anos 90.
- Ainda hoje existem algumas alas do Hospital de Santa Maria em Lisboa (intensidade de uso extrema) em que se mantêm os revestimentos de piso em cortiça depois de décadas em utilização.
- Muitos edifícios construídos em Lisboa nos anos 40 e 50 espalhados pela cidade (mas sobretudo na Lapa e nas Avenidas Novas) possuem ainda à data os seus revestimentos, piso e lambris originais.

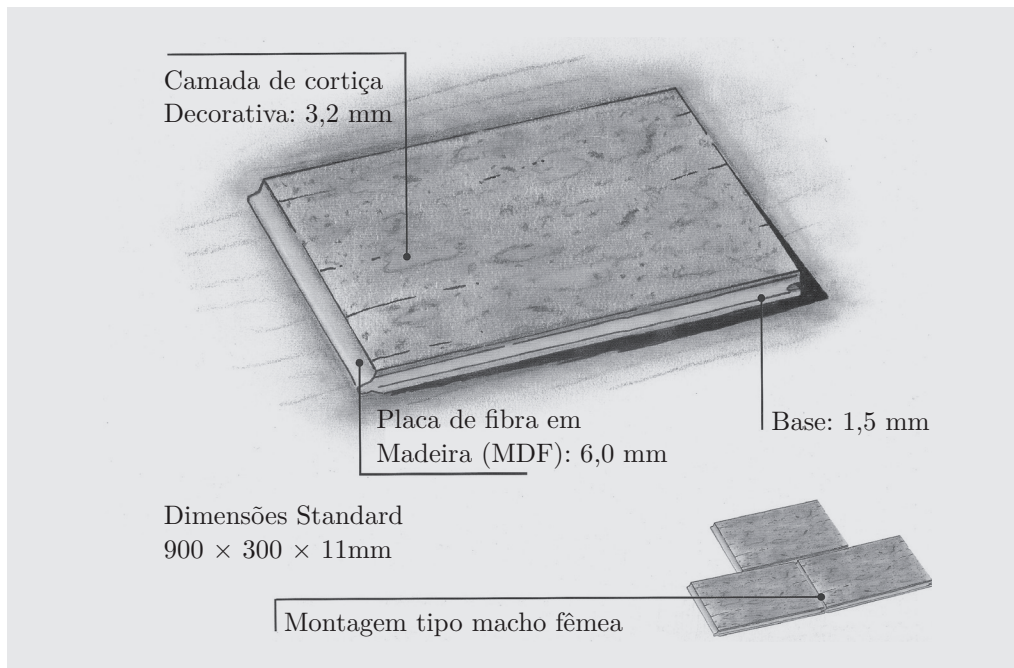


FIGURA 13.9: Esquema explicativo do piso flutuante de cortiça.

13.3.2 AGLOMERADOS DE CORTIÇA PARA ISOLAMENTOS TÉRMICOS E ACÚSTICOS

Neste campo, temos o isolamento térmico (ver características na Tabela 13.1) de edifícios (tecto, solos e paredes), designadamente na protecção das coberturas de betão armado contra as amplitudes térmicas atingidas, reduzindo perdas de energia, protegendo as lajes e, para além disso, impedindo ou reduzindo a condensação superficial da humidade nas paredes e tectos. No campo da acústica (ver características na Tabela 13.2), temos a chamada correcção acústica por absorção acústica e diminuição do tempo de reverberação em determinados ambientes, e ainda por diminuição ou redução sonora de som por impacto em aplicações especiais [1][18].

Outro caso específico de isolamento térmico em que se usam os aglomerados expandidos mais densos é o do isolamento de instalações frigoríficas em zonas em que se tenham de exercer elevadas pressões fixas e/ou móveis, designadamente em zonas de carga/descarga [2].

A nível da percussão, os aglomerados expandidos podem ser aplicados como camada situada entre o forro e o pavimento (pavimentos flutuantes). Revestindo tectos e paredes, absorvem uma parte da energia total do som incidente, diminuindo a intensidade do som reflectido, para o que também contribui a sua superfície irregular, com cavidades, com o conseqüente aumento das reflexões sonoras e perda de energia em cada uma [2].

A condutividade térmica (λ) do aglomerado expandido do tipo térmico varia de forma linear com a temperatura (de -150 a 50°C) média (T_m) de ensaio e com a massa volúmica (ρ) segundo a expressão [19]:

$$\lambda = (220 + 1,36 \rho) \times 10^{-4} \text{ W/m.K} \quad (\text{para } T_m = 22,6^\circ\text{C e } \rho = 120\text{--}350 \text{ kg/m}^3)$$

TABELA 13.1: Características médias do aglomerado expandido de cortiça (térmico).

Massa volúmica	100–140 kg/m ³
Coeficiente de condutividade térmica ($\theta_m = 23^\circ\text{C}$)	0,039–0,045 W/m.°C
Calor específico (a 20°C)	1,7–1,8 kJ/kg.°C
Coeficiente de expansão térmica (20°C)	$25\text{--}50 \times 10^{-6}$
Pressão máxima em condições elásticas	50 kPa
Módulo de elasticidade (compressão)	19–28 daN/cm ²
Difusividade térmica	$0,18\text{--}0,20 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$
Coeficiente de Poisson	0–0,02
Permeabilidade ao vapor de água	0,002–0,006 g/m.h.mmHg
Tensão de rotura à flexão	1,4–2,0 daN/cm ²
Tensão de rotura à tracção transversal	0,6–0,9 daN/cm ²
Tensão de rotura à tracção longitudinal	0,5–0,8 daN/cm ²
Variação dimensional $23\text{--}32^\circ\text{C}$, 50–90% HR	0,3%
Oxigénio índice	26%
Tensão deformação a 10% (compressão)	1,5–1,8 daN/cm ²
Deformação sob temperatura (80°C)	1,4 a 2,4% (espessura)

No que respeita à compressão-recuperação do aglomerado expandido (térmico) sob uma carga estática, estudos efectuados apontam para as seguintes relações [2][20][21]:

$$d_a = d_1 + 2d_2 \quad \text{e} \quad d_p = d_1 + 3d_2$$

sendo: d_a = máxima deformação aceitável; d_p = máxima deformação prevista; d_1 = deformação ao fim de 24 horas; d_2 = deformação no período de 1 a 11 dias.

Quanto à absorção acústica do aglomerado expandido, verifica-se que quanto maior é a espessura do material, maior é a absorção acústica. Com a diminuição da espessura, o máximo de absorção desloca-se para frequências mais elevadas [20]. Pode assim seleccionar-se o material mais indicado em função do tipo de sons a isolar.

Foram efectuados estudos para vários exemplos de isolamento sonoro de pavimentos à transmissão de ruídos de percussão com placas de aglomerado expandido de cortiça para sons graves (G), médios (M) e agudos (A), obtendo-se [13]:

- Laje de betão armado de 250 kg/m³ /
- Aglomerado expandido 25 mm, 108 kg/m³: IG = 2 dB; IM = 19 dB; IA = 43 dB.
- Aglomerado expandido 20 mm, 111 kg/m³: IG = 0 dB; IM = 19 dB; IA = 47 dB.
- Aglomerado expandido 25 mm, 132 kg/m³: IG = 1 dB; IM = 16 dB; IA = 46 dB.
- Aglomerado expandido 25 mm, 102 kg/m³: IG = 2 dB; IM = 10 dB; IA = 40 dB.
- Aglomerado expandido 40 mm, 120 kg/m³: IG = 1 dB; IM = 24 dB; IA = 48 dB.
- Aglomerado expandido 15 mm, 114 kg/m³: IG = 1 dB; IM = 9 dB; IA = 41 dB.

TABELA 13.2: Características médias do aglomerado expandido de cortiça (acústico).

Massa volúmica	< 100 kg/m ³
Coefficiente de absorção acústica (500–1500 c/s)	0,33–0,8
Coefficiente de condutividade térmica ($\theta_m = 23^\circ\text{C}$)	0,037–0,042 W/m.°C
Tensão de rotura à flexão	1,4–1,6 daN/cm ²
Permeabilidade ao vapor de água	0,004–0,010 g/m.h.mmHg
Tensão de rotura à tracção longitudinal	0,3 daN/cm ²
Absorção de água (imersão)	9,2%
(capilaridade)	1,9%
Varição dimensional 32–66°C, 90–0% HR	0,4%

- Aglomerado expandido 10 mm, 112 kg/m³: IG = 4 dB; IM = 9 dB; IA = 38 dB.
- Aglomerado expandido 10 mm, 95 kg/m³: IG = 4 dB; IM = 14 dB; IA = 43 dB.
- Aglomerado expandido 20 mm, 191 kg/m³: IG = 1 dB; IM = 21 dB; IA = 49 dB.
- Aglomerado expandido 5 mm, 194 kg/m³: IG = 1 dB; IM = 8 dB; IA = 39 dB.
- Aglomerado expandido 25 mm, 260 kg/m³: IG = 5 dB; IM = 21 dB; IA = 45 dB.

As temperaturas-limite de utilização do aglomerado expandido cobrem facilmente a gama de valores encontrados nas aplicações em edifícios (-20 °C a 90 °C) sem ocorrência de degradação, deformações ou alterações irreversíveis de propriedades. A sua constituição permite suportar sem danos a aplicação de betumes em fusão, utilizados na colagem e impermeabilização de coberturas em terraços [catálogos de fabricantes] e ainda como se pode ver na Figura 13.10.

Para aplicações de frio são usualmente consideradas as espessuras da Tabela 13.3, em função da temperatura a manter no interior das câmaras frigoríficas [18].

As propriedades requeridas para um isolante térmico são: baixo coeficiente de condutividade térmica, não absorver humidade, resistência mecânica adequada à utilização, trabalhabilidade, resistência ao fogo, ausência de cheiro, não ser atacado por roedores, durabilidade, baixa massa volúmica e preço. O aglomerado expandido de cortiça responde bem a todos estes requisitos, mas particularmente para isolamentos de baixas temperaturas [22] ou em zonas de carga/descarga e/ou visitáveis.

Por outro lado, os aglomerados de cortiça são dos materiais isolantes mais vantajosos, pois a sua massa volúmica é comparativamente elevada, o mesmo acontecendo ao seu calor

TABELA 13.3: Espessuras de aglomerado expandido em função da temperatura a manter no interior do sistema isolado

Temperatura (°C)	Espessura (cm)
-40 a -25	25-30
-25 a -18	20
-18 a -10	17,5
-10 a -4	15,0
-4 a +2	12,5
2 a 16	10,0
16 a 20	7,5
20	5,0



FIGURA 13.10: Aplicação de aglomerado expandido puro no isolamento de telhados.

específico, o que conduz a difusividades térmicas muito baixas, comparativamente a isolantes com λ semelhantes, havendo uma excelente conservação do calor (ou do frio) [23]. As resistências térmicas proporcionadas pelas espessuras usuais de aplicação do aglomerado expandido garantem facilmente os valores regulamentados para as características térmicas dos edifícios [catálogos de fabricantes].

Um dos aspectos importantes a considerar para a aplicação do aglomerado expandido de cortiça é a determinação da espessura do isolamento necessário para determinadas condições térmicas e para evitar a condensação superficial. Segundo [24] temos que os elementos sobre os quais se desenvolverão os cálculos são os que se seguem.

O coeficiente de transmissão da parede será dado por:

$$k = 1 / (1/8 + e/\lambda' + 1/25)$$

O coeficiente de transmissão da parede isolada será dada por:

$$k' = 1 / (1/8 + e/\lambda' + e_1/\lambda + 1/25)$$

A resistência térmica, $R (=1/k)$, é dada por:

$$R = (1/8 + e/\lambda' + 1/25)$$

sendo

k coeficiente de transmissão total da parede, que entra em conta com os coeficientes de transmissão de cada elemento;

e espessura da parede;

e_i espessura do isolamento, que se vai determinar;

λ' coeficiente de condutividade térmica dos elementos da parede;

λ coeficiente de condutividade térmica do isolamento;

a_1 coeficiente laminar interior;

a_2 coeficiente laminar exterior.

Considera-se geralmente como apropriado que:

$$k = 0,60 \text{ kcal/m}^2\cdot\text{h}\cdot^\circ\text{C}$$

$$\lambda = 0,033 \text{ kcal.m/m}^2\cdot\text{h}\cdot^\circ\text{C}$$

$$a_1 = 8$$

$$a_2 = 25-30$$

Assim, por exemplo, para uma parede constituída por duas filas de blocos de cimento de 40 cm de espessura, com reboco interior em gesso de 2 cm e reboco exterior de 2 cm em cimento, e retirando valores de tabelas de λ ou de k para materiais e elementos de construção:

$$\text{Blocos: } \lambda_1 = 1,0; e_1 = 0,40; k_1 = 1,0/0,40 = 2,5; R_1 = 1/2,5 = 0,400.$$

$$\text{Reboco interior: } \lambda_2 = 0,7; e_2 = 0,02; k_2 = 0,7/0,02 = 35; R_2 = 1/35 = 0,003.$$

$$\text{Reboco exterior: } \lambda_3 = 0,7; e_3 = 0,02; k_3 = 0,7/0,02 = 35; R_3 = 1/35 = 0,003.$$

A resistência total das paredes será

$$R_t = 1/8 + 0,400 + 0,003 + 0,003 + 1/25 = 0,571$$

Deste modo, o coeficiente de transmissão total será

$$k_t = 1/R_t = 1/0,571 = 1,75$$

O valor de λ para aglomerado expandido de cortiça é de 0,033 kcal.m/m².h.°C, pelo que o valor de k para 1 cm deste material será de 3,3 e a respectiva resistência será

$$R = 1/3,3 = 0,303$$

Considerando como valor ideal para o coeficiente de transmissão da parede um valor de $0,60 \text{ kcal/m}^2\cdot\text{h}\cdot^\circ\text{C}$, a resistência irá ser

$$R = 1/0,6 = 1,666$$

Como as paredes possuíam uma valor de $R = 0,571$, para passar este valor para $1,666$ através de isolamento temos

$$1,666 = 0,571 + 0,303 \cdot e_i \Rightarrow e_i = 3,6 \text{ cm}$$

Relativamente à condensação superficial, o isolamento pode ser determinado aplicando a fórmula empírica seguinte:

$$1/k = 0,15 \cdot (\Delta T - 22) + 3 / (T/100 + 1) \cdot (95 - H)/5$$

em que

T — temperatura interior ambiente;

H — humidade do ambiente interior;

ΔT — diferença de temperatura entre ambiente interior e mínima exterior.

Do coeficiente $1/k$ obtido pela fórmula, subtrai-se o da parede $1/k'$. Sabendo que cada centímetro de aglomerado expandido de cortiça tem uma resistência térmica de $0,303$, dividindo o resultado da diferença anterior por este valor, obtém-se o número de centímetros de isolamento necessários para evitar a condensação.

Considerando um caso típico ($T = 20^\circ\text{C}$, $H = 80\%$ e $\Delta T = 24^\circ\text{C}$), teríamos:

$$R = 1/k = [0,15 \cdot (24 - 22) + 3] / [(20/100 + 1) \cdot (95 - 80)/5] = 0,916$$

Considerando agora a parede anterior com $R_t = 0,571$

$$e_1 = (0,916 - 0,571)/0,303 = 1,14 \text{ cm}$$

ou seja, neste caso, para evitar a condensação, bastaria um isolamento de $1,14 \text{ cm}$ de espessura. Como para o isolamento térmico necessitaríamos de $3,6 \text{ cm}$ de aglomerado expandido de cortiça, a condensação seria também evitada.

Os bons isolantes térmicos são usualmente bons correctores ou absorvedores acústicos, mas maus isolantes sónicos. Relativamente à protecção contra o ruído há três aspectos a considerar [23]:

- a) isolamento do som por via aérea (p.e., da rua para o interior da habitação);
- b) isolamento de ruídos por percussão (por impacto num piso ou parede);
- c) absorção de som (diminuição do tempo de reverberação ou eco).

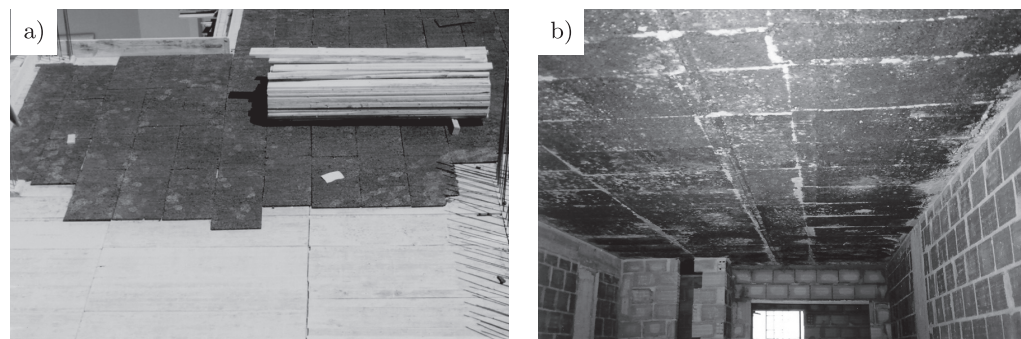


FIGURA 13.11: (a, b) — Exemplos de aplicação em isolamento de lajes (térmico e acústico).

No enchimento entre paredes, é conveniente que a sua frequência de vibração seja diferente da dos painéis exteriores, o que é vantajoso dadas as suas qualidades elásticas e de deformação. A nível da percussão, os aglomerados expandidos podem ser aplicados como camada situada entre o forro e o pavimento (pavimentos flutuantes). Revestindo tectos e paredes, absorvem uma parte da energia total do som incidente [23]. Exemplos de aplicação podem ser vistos na Figura 13.11.

As propriedades requeridas para um material absorvedor acústico são: o coeficiente de absorção adequado, a durabilidade, a aparência, a resistência ao fogo, o peso, o coeficiente de reflexão da luz, o método de aplicação e o custo. Também neste campo o aglomerado expandido de cortiça será o material que melhor corresponde à globalidade destes requisitos. No caso da transmissão de som por impacto, o isolamento pode conseguir-se através de descontinuidades estruturais, asseguradas por vários tipos de aglomerados de cortiça [22].

O aglomerado expandido de cortiça é um absorvedor acústico de estrutura porosa, que absorve parte da energia sonora incidente. O coeficiente de absorção (α) de um material (a uma dada frequência), é a relação entre a energia sonora absorvida pela sua superfície e a energia incidente. O aglomerado expandido apresenta baixos coeficientes de absorção para frequências inferiores a 800 Hz e elevados até 4000 Hz e, quando se aumenta a sua espessura, aumenta para as frequências inferiores a 800 Hz e diminui para as superiores [25].

Convém também discutir o comportamento do aglomerado expandido face à humidade [23]. Como se sabe, o poder isolante de um material diminui à medida que aumenta o seu teor de humidade, pois a condutividade térmica do ar é de 0,023 kcal/m.h.°C (a 0°C) e a da

água é de 0,50 kcal/m.h.°C (a 0°C). A absorção de água depende da constituição química e da natureza alveolar ou celular da estrutura do material. Para além da absorção e transmissibilidade da humidade interessa também o facto de não ficar armazenada no interior do material. A cortiça contém vários constituintes hidrófobos que não facilitam a retenção de humidade.

Quanto ao comportamento ao fogo, ensaios realizados de acordo com uma norma federal americana (SS-A-118b) deram, para aglomerados expandidos com espessura nominal de 50 e 76 mm, resultados como material incombustível ou de combustão retardada [20][26]. A chama produz uma carbonização superficial que dá origem a uma camada praticamente incombustível. Os fumos libertados são considerados não tóxicos. Não apresentam cloretos nem cianetos, sendo os teores de monóxido de carbono e de dióxido de carbono libertados na sua combustão, respectivamente de cerca de 0,6 por cento e 2,4 por cento [2], ou de 0,1 a 0,6 por cento e 0,1 a 2,3 por cento, respectivamente, de acordo com os dados de fabricantes. Segundo as normas ASTM-C-209 e ensaio Schuller, verificou-se ser o seu comportamento bom [23]. Num teste, um bloco de aglomerado expandido com 2 polegadas de espessura sobre a chama de um bico de Bunsen à temperatura de 1500°F, levou 4 horas a ser atravessado pela chama. Ao ser um material que arde lentamente forma uma barreira contra o fogo, havendo informações sobre casos de edifícios salvos, por esta barreira, de maiores danos [2][21].

O aglomerado expandido, comparativamente a outros isolantes orgânicos (p.e., plásticos celulares) apresenta vantagens, pois não se funde facilmente como estes, com a perda total de resistência e de forma, e pode ser protegido com pinturas antifogo. Além disso, não apresenta problemas de compatibilidade com outros materiais com os quais possa a vir estar em contacto, não havendo problemas de maior de interacção com solventes, resinas, ligantes hidráulicos, colas, betumes, etc. [catálogos de fabricantes].

Faz-se aqui também referência a um produto para isolamento que se obtém por composição de placas de aglomerado expandido de cortiça com placas de fibra de coco, havendo também casos de associação a materiais sintéticos.

No que respeita à durabilidade e vida útil do aglomerado expandido de cortiça em utilização, são referenciados vários casos (embora alguns sejam antigos, não há grandes diferenças para a actualidade):

— em 1959, em Monza, foram reconstruídos um pavimento e uma parede isolados em 1922. O isolante estava ainda em condições tão perfeitas que poderia ser comercializado [27];

- nos Frigoríficos Gerais de Trieste, que foram isolados logo após a Primeira Guerra Mundial, verificou-se depois da Segunda Guerra Mundial que ainda estavam em perfeitas condições [27];
- em 1996 foi divulgado um trabalho em que se estudou a condutividade térmica do aglomerado expandido obtido de demolições com 50 (câmara frigorífica) e com cerca de 30 anos (edifício, laboratório) de existência, obtendo-se valores idênticos aos do aglomerado novo, para além de um aspecto semelhante ao acabado de produzir [28].

13.3.3 AGLOMERADOS DE CORTIÇA PARA ISOLAMENTOS VIBRÁTICOS

No campo antivibrático em que se utilizam os aglomerados expandidos mais densos (ex., 180–200 kg/m³), aplicam-se designadamente como amortecedores das vibrações nos suportes das máquinas, de modo a reduzir a transmissão das vibrações de funcionamento às estruturas em que assentam, o mesmo acontecendo para o isolamento das fundações [18] e ainda, por exemplo, em carris.

O isolamento vibrático de maquinaria é também efectuado pelo «*rubber cork*» ou «*cork rubber*», consoante a proporção de cortiça é inferior ou superior à da borracha (ver tipos na Figura 13.12). Actualmente é também usado como subpavimento, por exemplo, com pisos flutuantes.

A nível do comportamento como antivibrático, o aglomerado expandido de cortiça com maior espessura corresponde a uma menor frequência de ressonância e a um maior factor de amplificação na ressonância. Quanto à massa volúmica, um menor valor para esta característica corresponde a uma menor frequência de ressonância, mas a um maior factor de amplificação na ressonância [29]. A frequência natural (f) do aglomerado expandido como suporte antivibratório está relacionada com a deformação final máxima do material (d) sob uma carga estática determinada, através da relação $f = 5/\sqrt{d}$ com f em c/s e d em cm. Sendo F a frequência de vibração da máquina a isolar (que se conhece), necessita-se que $F/f > 4$ [20][23], para que as vibrações sejam eficazmente reduzidas. À medida que aumenta a espessura do aglomerado, diminui a sua frequência natural, melhorando o isolamento à transmissão de vibrações.

É referenciado que o aglomerado antivibrático fornece bons suportes para máquinas cujas velocidades de rotação sejam superiores a 1200rpm [30]. Como exemplos extremos de pressões máximas recomendadas para aglomerados antivibráticos em função da espessura temos [catálogos de fabricantes]:

massa volúmica 180 kg/m³, espessura 2,5 cm = 1,5 daN/cm²;

massa volúmica 250 kg/m³, espessura 10 cm = 2,5 daN/cm².

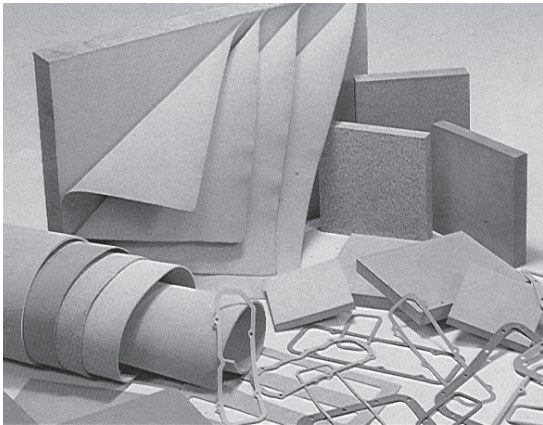


FIGURA 13.12: Vários tipos de produtos de tipo «*rubber cork*».

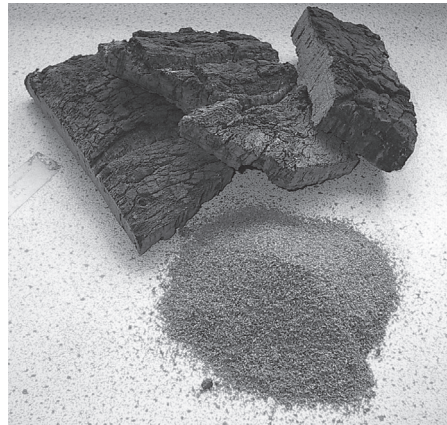


FIGURA 13.13: Amostra de granulado de cortiça (e matéria-prima original)

Relativamente à sua vida útil, costumam ser apontados os seguintes casos [31]:

- 6 máquinas rotativas «Super-palatia» foram isoladas vibraticamente com aglomerado expandido na Gráfica Georges Lang em Paris, com utilização em contínuo durante mais de 25 anos;
- outras máquinas da «La gazet van Antwerpen» foram isoladas com aglomerado expandido em 1927, encontrando-se ainda em funcionamento em 1956.

13.3.4 AGLOMERADOS DE CORTIÇA PARA JUNTAS DE DILATAÇÃO

Devido à elevada compressibilidade e recuperação da cortiça, certos tipos de aglomerado composto são utilizados em juntas de dilatação. Colocados entre a laje e o piso das construções, constituem também um bom isolamento acústico e mesmo térmico.

Os aglomerados compostos para juntas de dilatação podem apresentar tipicamente como características, uma redução a 50 por cento da espessura inicial para cargas de 0,35 a 10,5 MPa, uma recuperação a 90 por cento da espessura original após compressão a 50 por cento, e uma expansão de cerca de 6 mm para a mesma compressão [1].

O «*rubber cork*» pode também ser aplicado em juntas de dilatação.

13.3.5 GRANULADOS E REGRANULADOS DE CORTIÇA

São considerados granulados (ver Figura 13.13) os fragmentos de cortiça de granulometria superior a 0,25 mm e inferior a 22,4 mm. As partículas inferiores a 0,25 mm são consideradas pó de cortiça [2][21].



FIGURA 13.14: Exemplo de aplicação de regranulado de cortiça expandida.

Os granulados e/ou os regranulados são utilizados como produto final com a função de isolamento térmico, no enchimento de espaços vazios entre paredes duplas ou sobre o tecto do último piso. São também utilizados na preparação de argamassas com cimento, para aligeirar o peso em determinados elementos de construção, ou mesmo para fabrico de peças/blocos de construção.

Dentro deste campo há que salientar os regranulados obtidos a partir dos desperdícios do aglomerado expandido. A sua principal aplicação é, pois, no enchimento de paredes, terraços e coberturas. A sua utilização pode também ser efectuada em mistura com betão, como se pode ver na Figura 13.14.

As características técnicas do regranulado de cortiça (catálogo de fabricantes) podem ser assim referenciadas:

- massa volúmica = 70–80 kg/m³;
- coeficiente de condutividade térmica = 0,048 W/m.°C;
- granulometria = 0/3 – 0/15 – 0/10 – 3/15 mm.

TABELA 13.4: Características de betões leves com regranulado.

Traço	Volume		Peso/m ³ Kg	Resistência compressão daN/cm ²	Condutividade térmica W/m.°C
	Cimento	Areia Regranulado			
1	0	6	400	2	0,13
1	0	4	500	6	0,18
1	2	6	900	11	0,24
2	3	8	1100	17	0,60

Para o isolamento de blocos de betão, no que respeita à transmissão de ruídos por percussão, pode ser usada uma camada de granulado de cortiça.

Numa experiência [14], com uma placa maciça de betão armado de 250 kg/m², com 4 cm de espessura, em revestimento flutuante sobre uma camada de 2 cm de espessura de granulado de cortiça, com uma granulometria de 0,5 mm e uma massa volúmica de 50 kg/m³, foi conseguida a seguinte redução sonora à transmissão de som ao impacto:

I Graves — 18 dB; I Médios — 23 dB; I Agudos — 43 dB

Em relação com o granulado de cortiça expandida podem considerar-se os valores da Tabela 13.4 [catálogos de fabricantes].

13.3.6 NORMALIZAÇÃO DE PRODUTOS DE CORTIÇA PARA CONSTRUÇÃO CIVIL

A CT 16 é a Comissão Técnica de Normalização — Cortiça, que a nível nacional foi criada para tratar das normas relacionadas com a cortiça. A nível internacional foi criada a Comissão Técnica ISO/TC 87. A nível europeu, três comissões técnicas do CEN cobrem domínios de trabalho que se prendem directamente com a aplicação de alguns dos aglomerados de cortiça: os «*expandidos*» térmicos (CEN/TC 88), o «*parquet*» (CEN/TC 134) e os revestimentos de paredes em painéis e rolos (CEN/TC 99) [32].

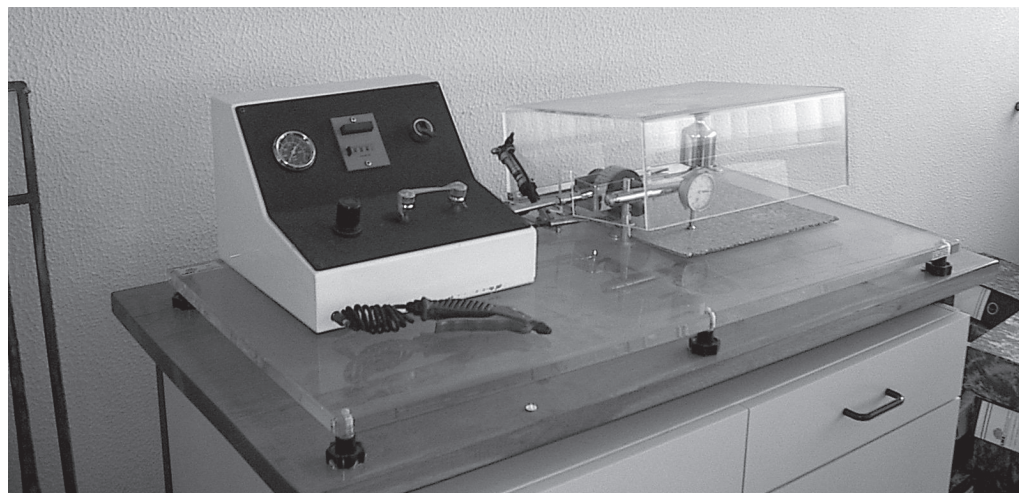


FIGURA 13.15: Ensaio de abrasão de revestimento de piso em cortiça.

Na Figura 13.15 é apresentado um dos ensaios correntes para os revestimentos em cortiça (neste caso abrasão).

Seguem-se as Tabelas 13.5 a 13.21 referentes à normalização dos produtos de cortiça para a construção civil, com indicação das exigências e métodos de ensaio referenciando as normas respectivas (retirado de [32] e actualizado segundo [2]).

As normas ISO-cortiça foram entretanto anuladas, com excepção das referentes aos aglomerados acústicos e às juntas, mas continuam aqui referenciadas por serem ainda usadas nalguns casos.

TABELA 13.5: Granulado de cortiça (características, exigências e métodos).

Característica	Exigência	Método de ensaio
Classificação	Por Massa volúmica e Granulometria	NP 605 ISO 2031 e NP 115 ISO 2030
Humidade	$\leq 10\%$	NP 606 ISO 2190
Teor em pó	$\leq 0,4\%$	NP 115 ISO 2030

Fontes — documentos de especificação: NP 114:1994 e ISO 1997:1992.

TABELA 13.6: Aglomerado composto de cortiça (características, exigências e métodos).

Característica	Exigência	Método de ensaio	
Espessura	Tolerâncias s/ valor nominal:		
	≤ 3 mm	± 15%	NP 2372
	> 3 mm	+ 15%	ISO 7322
	0		
Massa volúmica	a declarar pelo fabricante	NP 2372 ISO 7322	
Compressibilidade Recuperação	a declarar pelo fabricante	NP 2372 ISO 7322	
Tensão de rotura por tracção	≥ 200 kPa	NP 2372 ISO 7322	
Resistência à água fervente	Não deve desagregar	NP 2372 ISO 7322	

Fontes — documentos de especificação: NP 3004:1997 e ISO 4714:2000.

TABELA 13.7: Aglomerado composto de cortiça para preenchimento de juntas de dilatação (características, exigências e métodos).

Característica	Exigência	Método de ensaio
Comprimento	tolerância s/ valor nominal:	NP 1777
	± 6,4 mm	ISO 3867
Largura	tolerância s/ valor nominal:	NP 1777
	± 3,2 mm	ISO 3867
Espessura	tolerância s/ valor nominal:	NP 1777
	± 0,15 mm	ISO 3867
Massa volúmica	a declarar pelo fabricante	NP 1777 ISO 3867
Recuperação	≥ 140% da espessura inicial	NP 1777 ISO 3867
Compressão	≥ 340 kPa e ≤ 1035 kPa	NP 1777 ISO 3867
Extrusão	≤ 6,4 mm	NP 1777 ISO 3867
Expansão em água (só aplicável ao aglomerado auto-expansível)	≥ 140% da espessura inicial	NP 1777 ISO 3867

Fontes — documentos de especificação: NP 1778:1997 e ISO 3869:2001.

TABELA 13.8: Aglomerado composto de cortiça absorvente fônico (características, exigências e métodos).

Característica	Exigência	Método de ensaio
Comprimento do lado	valor nominal: 300 mm tolerância: ± 1 mm	NP 2804 ISO 9366
Espessura	valor mínimo: 4,8 mm tolerâncias:	NP 2804
s/ chanfre	$\pm 0,2$ mm	ISO 9366
c/ chanfre	$\pm 0,3$ mm	
Esquadria	$\leq 0,3^\circ$	NP 2804
Rectilinearidade	$\leq 1,5$ mm	ISO 9366
Tensão de rotura por tracção	≥ 200 kPa	NP 2372 ISO 7322
Absorção acústica (câmara reverberante)	apresentação de gráfico indicativo da absorção para cada banda de frequência de ensaio	NP EN 670 ISO 354

Fontes — documentos de especificação: NP 1552:1999 e ISO 2510:1989.

TABELA 13.9: Aglomerado puro de cortiça absorvente fônico (características, exigências e métodos)

Característica	Exigência	Método de ensaio
Comprimento	tolerância: $\pm 0,4\%$, c/ máximo 3 mm	NP 1551 ISO 2509
Espessura	mínima: 20 mm; tolerância: $\pm 0,4$ mm	NP 1551 ISO 2509
Esquadria	$\leq 0,3^\circ$	NP 2804 ISO 9366
Tensão de rotura à flexão (para espessuras ≥ 20 mm)	≥ 140 kPa	NP 603 ISO 2077
Humidade	$\leq 4\%$	NP 1042 ISO 2066
Absorção acústica (câmara reverberante)	apresentação de gráfico ou tabela indicando a absorção para cada banda de frequência	NP EN 670 ISO 354

Fontes — documentos de especificação: NP 1551:1999 e ISO 2509:1989.

TABELA 13.10: Aglomerado de cortiça expandida (características, exigências e métodos).

Característica	Exigência	Método de ensaio
Conductividade térmica	$\leq 0,060 \text{ W/m.K}$	ISO 8302
Resistência térmica	$\geq 0,025 \text{ m}^2.\text{K/W}$	ISO 8301
Comprimento	Classe L1: valor nominal $\pm 3 \text{ mm}$	NP EN 822
tolerâncias	Classe L2: valor nominal $\pm 5 \text{ mm}$	
Largura	Classe W1: valor nominal $\pm 2 \text{ mm}$	NP EN 822
tolerâncias	Classe W2: valor nominal $\pm 3 \text{ mm}$	
Espessura	tolerâncias:	NP EN 823
$25 \text{ mm} < \text{esp}^a \leq 50 \text{ mm}$	Classe T1: $\pm 1 \text{ mm}$	
$\text{esp}^a > 50 \text{ mm}$	Classe T2: $\pm 2\%$ c/ máximo 2 mm	
Esquadria	Comp. e larg. Espessura	NP EN 824
	$\leq 4 \text{ mm/m}$ $\leq 2 \text{ mm/m}$	
Planeza	$\leq 2 \text{ mm}$	NP EN 825
Estabilidade dimensional a $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ e $(50 \pm 5)\%$ hr comprimento e largura planeza	$\leq 0,5\%$ $\leq 1 \text{ mm/m}$	NP EN 1603
Estabilidade dimens. sob acção temp ^a e humidade comprimento e largura planeza	$\leq 0,5\%$ $\leq 1\%$	NP EN 1604
Deformação em condições específicas de compressão e temperatura	$\geq \text{DLT}$	NP EN 1605

Manuseamento	≥ 130 kPa	EN 12089 mét° B
Teor em água	$\leq 8\%$ (m/m)	NP EN 12105
Resistência ao fogo	Classificação	NP EN 13501-1
Massa volúmica aparente	≤ 130 kg/m ³	NP EN 1602
Comportamento à compressão (10% deformação)	Nível CS (10)90 ≥ 90 kPa Nível CS (10)100 ≥ 100 kPa Nível CS (10)110 ≥ 110 kPa	NP EN 826
Carga pontual	\geq nível declarado	NP EN 12430
Compressibilidade		
Espessura	\leq valor declarado	NP EN 12431
Compressibilidade	\leq valor declarado	
Red. Esp. Longo termo	Ver abaixo	
Fluência sob compressão	Ver abaixo	EN 1606
Tensão de tracção perpendicular às faces	Nível TR 40 ≥ 40 kPa Nível TR 50 ≥ 50 kPa Nível TR 60 ≥ 60 kPa	NP EN 1607
Comportamento à flexão	≥ 130 kPa	EN 12089 mét° B
Resistência ao corte	≥ 50 kPa	NP EN 12090
Absorção de água (curta duração)	$\leq 0,5$ kg/m ²	NP EN 1609 mét° A
Transmissão ao vapor de água	\geq valor declarado	NP EN 12086
Massa volúmica aparente	\geq valor declarado	EN 1602
Resistência ao escoamento de ar	\geq nível declarado	EN 29053
Propriedades acústicas	\geq valor declarado	EN ISO 354:1993/A1 EN ISO 11654

Fonte — documento de especificação: NP EN 13170: 2001.

TABELA 13.11: Aglomerado puro expandido em placas para isolamento térmico (características, exigências e métodos).

Característica	Exigência	Método de ensaio
Comprimento rolos ou folhas:	\geq valor nominal	NP EN 426
Largura	tolerância s/ valor nominal: $\leq 0,15\%$	NP EN 426
Espessura do tardez	\geq valor nominal	NP EN 429
Esquadria Rectilinearidade		
≤ 610 mm:	$\leq 0,35$ mm	NP EN 426
> 610 mm:	$\leq 0,50$ mm	
Mossa residual valor médio	$\leq 0,25$ mm	NP EN 433
Estabilidade dimensional Variação permitida:	$\leq 0,4\%$	NP EN 434
Resistência ao rasgamento valor médio:	≥ 20 N/mm	ISO 434 (método B, ensaio A)
Flexibilidade	não deve abrir fendas	NP EN 435 (mandril 20 mm)
Resistência à abrasão	≥ 250 mm ³	ISO 4649, mét ^o A (carga vertical $(5 \pm 0,1)$ N)
Dureza	≥ 75 Shore A	ISO 7619
Aderência entre camadas	valor médio ≥ 50 N	NP EN 431
Solidez à luz artificial	mínimo 6	ISO 105-BO2 mét ^o 3
Resistência ao cigarro		
esmagado:	≤ 1	NP EN 1399
queimadura:	≤ 4	

Fonte — documento de especificação: NP EN 1817:1999.

TABELA 13.12: Ladrilhos de aglomerado de cortiça para revestimento de pisos (características, exigências e métodos).

Característica	Exigência	Método de ensaio
Comprimento do lado	Desvio do valor nominal $\leq 0,2\%$ e máximo de 1 mm	ISO 9366 NP EN 427
Espessura total (resultados individuais)	Desvio do valor nominal	ISO 9366
com acabamento:	0 a 0,25 mm	NP EN 428
sem acabamento:	0 a 0,50 mm	
Esquadria e Rectilinearidade		ISO 9366
lado ≤ 400 mm:	$\leq 0,50$ mm	NP EN 427
lado > 400 mm:	≤ 1 mm	
Massa volúmica aparente		
valor médio:	\geq nominal	NP EN 433
valores individuais:	$\geq 95\%$ nominal	
Massa por unidade de área		NP EN 430
valor médio:	nominal $\pm 10\%$	
Estabilidade dimensional		NP EN 434
variação permitida:	$\leq 0,4\%$	
Encurvamento	≤ 6 mm	NP EN 434
Humidade	a declarar pelo fabricante	NP EN 12105

Fonte — documento de especificação: NP EN 12104: 2000.

TABELA 13.13: Ladrilhos de aglomerado de cortiça para revestimento de pisos com camada de uso em poli(cloreto de vinilo) (características, exigências e métodos).

Característica	Exigência	Método de ensaio
Comprimento do lado	Desvio do valor nominal $\leq 0,1\%$ e máximo de 0,5 mm	NP EN 427
Espessura (camada de uso)	tolerâncias s/ valor nominal:	
valor médio:	+ 0,18 mm - 0,15 mm	NP EN 429
valores individuais:	$\pm 0,20$ mm	
Esquadria e Rectilinearidade		
lado ≤ 400 mm:	$\leq 0,25$ mm	NP EN 427
lado > 400 mm:	$\leq 0,35$ mm	
Estabilidade dimensional	$\leq 0,4$ mm	NP EN 434
Encurvamento	≤ 6 mm	NP EN 434
Massa por unidade de área	tolerância s/ valor nominal:	
valor médio:	+ 13% - 10%	NP EN 430
Massa volúmica (da camada de uso)	tolerância s/ valor nominal:	
valor médio:	$\pm 0,05$ g/m ³	NP EN 436
Espessura do tardez	tolerância s/ valor nominal:	
valor médio:	$\pm 10\%$	NP EN 429
Aderência entre camadas		
média:	≥ 35 N/50 mm	NP EN 431
valores individuais:	≥ 125 N/50 mm	

Fonte — documento de especificação: NP EN 655:1997.

TABELA 13.14: Painéis de revestimento de piso para instalação flutuante (características, exigências e métodos).

Característica	Exigência	Método de ensaio
Dimensões medidas na camada de uso	Desvio do valor nominal:	
Painéis quadrados:		
Comprimento e Largura	$\pm 0,10\%$ c/ máx 0,5 mm	NP EN 427
Painéis retangulares:		
Largura	$\pm 0,10\%$ c/ máx 0,5 mm	
Comprimento	máx 2,0 mm	
Espessura total:		
média	Nominal $\pm 0,25$ mm	
valores individuais	Máximo desvio da média: $\pm 0,30$ mm	NP EN 428
Esquadria	$\leq 0,50$ mm	
Rectilinearidade	$\leq 0,30$ mm	NP EN 427
medida na camada de uso		
Planeza do painel em relação a		
Comprimento		NP EN 14085
Côncavo / convexo	$\leq 0,50\%$ / $\leq 1,0\%$	Anexo A
Largura		
Côncavo / convexo	$\leq 0,10\%$ / $\leq 0,15\%$	
Folga entre painéis		
média	$\leq 0,15$ mm	NP EN 14085
valores individuais	$\leq 0,20$ mm	Anexo B
Desnível entre painéis		
média	$\leq 0,15$ mm	NP EN 14085
valores individuais	$\leq 0,20$ mm	Anexo B
Variação dimensional causada por alteração da humidade atmosférica	≤ 5 mm	NP EN 14085 Anexo C

Fonte — documento de especificação: NP EN 14085:2003.

TABELA 13.15: Forros de aglomerado de cortiça para revestimentos de piso (características, exigências e métodos).

Característica	Exigência	Método de ensaio
Comprimento e Largura: rolos ou folhas	\geq valor nominal	NP EN 426
Espessura total:	tolerâncias s/valor nominal:	
≤ 5 mm	$\pm 0,2$ mm	NP EN 428
> 5 mm	$\pm 5\%$ c/ máximo 0,5 mm	
Massa por unidade de área	tolerância: valor nominal $\pm 10\%$	NP EN 430
Tensão de rotura por tracção	≥ 200 kPa	ISO 7322
Flexibilidade	não deve estalar ou fender	NP EN 435, método A
Humidade	a declarar pelo fabricante	NP EN 12105
Redução do impacto sonoro	a declarar pelo fabricante	ISO 140-6 ou ISO 140-8

Fonte — documento de especificação: NP EN 12103:1999.

TABELA 13.16: Painéis de aglomerado de cortiça para revestimento de parede (características, exigências e métodos).

Característica	Exigência	Método de ensaio
Comprimento do lado	tolerâncias s/valor nominal: $\pm 0,5\%$	NP EN 427
Espessura total	mínima: tolerâncias:	
Tipo I:	10 mm $\pm 0,8$ mm	NP EN 428
Tipos II e III:	2 mm $\pm 0,3$ mm	
Esquadria e Rectilinearidade		
lado ≤ 400 mm:	$\leq 0,5$ mm	NP EN 427
lado > 400 mm:	≤ 1 mm	
Tensão de rotura por tracção	≥ 300 kPa	ISO 7322
Estabilidade dimensional	variação máxima: $\leq 0,4\%$	NP EN 434
Encurvamento	≤ 6 mm	NP EN 434
Humidade	$\leq 7\%$	NP EN 12105
Massa volúmica aparente	a declarar pelo fabricante	NP EN 672
Resistência das juntas	não deve descolar	ISO 8724
Teor em formaldeído	≤ 95 mg/kg	NP EN 12149

Fonte — documento de especificação: NP EN 12781:2001.

TABELA 13.17: Rolos de aglomerado de cortiça para revestimento de parede (características, exigências e métodos).

Característica	Exigência	Método de ensaio
Dimensões	largura: tolerância s/ valor nominal: $\pm 1\%$ comprimento: \geq valor nominal	NP EN 426
Espessura total	tolerância s/ valor nominal: $\pm 0,3\text{ mm}$	ISO 7322
Rectilinearidade	tolerância: 1% por cada 5 m de comprimento	NP EN 427
Tensão de rotura à tracção	$\geq 200\text{ kPa}$	ISO 7322
Humidade	$\leq 7\%$	NP EN 12105
Flexibilidade	não deve abrir fendas	ISO 4708
Teor em formaldeído	$\leq 95\text{ mg/kg}$	NP EN 12429

Fonte — documento de especificação: NP EN 13085:2001.

TABELA 13.18: Aglomerado de cortiça com borracha para revestimento de pisos (classificação).

Exigências de classificação							
Classe/Nível de uso	21	22	23	31	32	33	34
Espessura total							3,5 mm
Espessura da camada de uso							1,0 mm
Cadeira c/ roletes							o aspecto da superfície não deve sofrer alteração significativa

Fonte — documento de especificação: NP EN 1817:1999.

TABELA 13.19: Ladrilhos de aglomerado de cortiça para revestimento de pisos com camada de uso em poli(cloreto de vinilo) (classificação).

Exigências de classificação									
Classe/Nível de uso	21	22	23	31	32	41	33	42	34
Espessura total	2,0 mm		2,5 mm		3,5 mm		0,50 mm		0,65 mm
Espessura da camada de uso	0,15 mm	0,20 mm	0,25 mm		0,35 mm		0,50 mm		0,65 mm
Mossa residual	média: $\leq 0,30$ mm				média: $\leq 0,20$ mm				
Resistência das juntas	média: ≥ 150 N/50 mm valores individuais: ≥ 120 N/50 mm								
Cadeira com roletes	—				não deve ocorrer alteração significativa				
Pé de móvel:	—	a superfície não deve apresentar alteração significativa (Pé n.º 3)			a superfície não deve apresentar alteração significativa (Pé n.º 2)				
Pé de móvel em juntas soldadas	—				a superfície não deve apresentar alteração significativa (Pé n.º 0)				

Fonte — documento de especificação: NP EN 655:1997.

TABELA 13.20: Ladrilhos de aglomerado de cortiça para revestimento de pisos (classificação).

Exigências de classificação						
Classe/Nível de uso	21	22	23	31	32	41
Espessura total	$\geq 3,2$ mm			≥ 4 mm		
Massa volúmica aparente	≥ 400 kg/m ³	≥ 450 kg/m ³ (c/ ou s/ decorativo)			≥ 500 kg/m ³ (c/ ou s/ decorativo)	
Mossa residual	$\leq 0,4$ mm				$\leq 0,3$ mm	
Cadeira com roletes					não deve ocorrer alteração significativa	
Pé de móvel					não deve ocorrer alteração significativa (Pé n.º 2)	

Fonte — documento de especificação: NP EN 12104:2000.

TABELA 13.21: Painéis de revestimento de piso para instalação flutuante — camada de uso em cortiça (classificação).

Exigências de classificação					
Classe/Nível de uso	21	22	23	31	32
Espessura nominal da camada de uso de cortiça	$\geq 2,5$ mm			$\geq 3,0$ mm	

Fonte — documento de especificação: NP EN 14085:2003,



FIGURA 13.16: Exemplos de aplicação de produtos de cortiça em revestimento de paredes e de piso.

13.4 APLICAÇÃO E CONSERVAÇÃO DE PRODUTOS DE CORTIÇA

13.4.1 EXEMPLOS DE APLICAÇÕES

Nos últimos anos, arquitetos, designers e decoradores voltaram a interessar-se pelos materiais naturais, entre os quais os de cortiça, que através da multiplicidade dos produtos de decoração existentes, com diferentes texturas, tons e cores, permitem a criação de diferentes ambientes para as mais diversas utilizações, associados ao conforto inerente a este material (ver Figura 13.16). O uso da cortiça na decoração tem aumentado a sua popularidade, quer para aplicadores profissionais, quer no domínio do «do it yourself». Designadamente neste último caso, os modernos sistemas de aplicação (colagens, rolos, encaixes etc.) aumentam a sua facilidade de instalação [1][2].

A nível do isolamento (ver exemplo na Figura 13.17) as possibilidades de emprego do aglomerado expandido de cortiça na construção civil são [1]: Açoteias e terraços — isolamentos térmicos, de vibrações, de condensação de humidade, impermeabilização; muros e telhados — isolamento térmico, prevenção de condensações; tabiques e portas — isolamento térmico e acústico; paredes e tectos — correcção acústica, isolamento térmico, conforto ambiental, decoração; solos — isolamento vibrático e térmico; pontes — isolamento térmico, juntas de descontinuidade/dilatação.

Mais especificamente, temos o isolamento térmico de edifícios (tecto, solos e paredes) — isolamento de paredes pelo exterior (fachadas), isolamento de paredes duplas (caixas de ar), isolamento de coberturas planas, isolamento térmico de telhados e sótãos, isolamento térmico de pisos térreos, isolamento térmico de câmaras frigoríficas — contra as amplitudes térmicas atingidas, reduzindo perdas de energia, protegendo as lajes e, para além disso, impedindo ou reduzindo a condensação superficial da humidade nas paredes e tectos. Uma das principais aplicações do aglomerado expandido é no isolamento térmico exterior de coberturas, onde desempenha as funções de isolante e de suporte do sistema de impermeabilização, em que a resistência a temperaturas elevadas e características de resistência mecânica têm vantagens. No caso do isolamento pelo exterior, as placas de aglomerado são coladas à face exterior da parede e posteriormente é aplicado o revestimento apropriado ([2][21], catálogos de fabricantes), por exemplo, reboco (ver Figura 13.18).

Outro caso específico de isolamento térmico em que se utilizam os aglomerados expandidos mais densos é o do isolamento de instalações frigoríficas em zonas em que se tenham



FIGURA 13.17: Exemplo de aplicação de aglomerado expandido de cortiça em coberturas.



FIGURA 13.18: Exemplo de aplicação de aglomerado expandido de cortiça em fachadas.

de exercer elevadas pressões fixas e/ou móveis [1] [18], designadamente no piso dessas câmaras onde são colocadas mercadorias e onde pode circular pessoal e equipamento de carga/descarga.

No campo da acústica, temos a chamada correcção acústica por absorção acústica e diminuição do tempo de reverberação (diminuição do eco) em determinados ambientes, e ainda por diminuição ou redução sonora de som por impacto (percussão) em aplicações especiais, tal como no caso do parquet de cortiça aglomerada, nos pisos flutuantes ou em casos em que os produtos de cortiça servem de descontinuidade entre elementos rígidos.

No campo antivibrático em que se utilizam os aglomerados mais densos, aplicam-se designadamente como amortecedores das vibrações nos suportes das máquinas, de modo a reduzir a transmissão das vibrações de funcionamento às estruturas em que assentam, o mesmo acontecendo para o isolamento das fundações. Os aglomerados de cortiça são especialmente indicados para utilização em tapetes antivibráteis, especialmente para as altas frequências [10]. São também aplicados como juntas de descontinuidade e dilatação entre elementos rígidos.

Os diversos tipos de revestimento de piso com base em cortiça são variados e podem agrupar-se em [2][21]:

Ladrilhos de cortiça; ladrilhos de aglomerado de cortiça com elastómero; ladrilhos de aglomerado de cortiça com PVC; revestimentos vinílicos sobre suporte resiliente de aglo-

merado de cortiça e de aglomerado de cortiça com PVC no tardo; revestimentos de *rubber cork*; pisos flutuantes com cortiça na camada superior e/ou inferior.

Podem também definir-se algumas funções específicas relativas à aplicação de granulados de cortiça na construção civil [2][21]:

- a) enchimento leve na melhoria de situações de isolamentos;
- b) inerte no fabrico de betões para redução de peso de painéis de betão;
- c) termo-isolante em betão e betonilhas;
- d) anti-condensação em paredes ou coberturas;
- e) fono-isolante em pavimentos flutuantes;
- f) enchimentos de parede dupla.

13.4.2 MÉTODOS DE APLICAÇÃO E UNIÕES

Um dos aspectos a ter em atenção na aplicação dos produtos de cortiça, designadamente do *parquet*, para evitar reclamações mas que não são propriamente devidas ao produto, tem a ver com a preparação das bases de assentamento, colagem e conservação/manutenção.

Assim, deve-se proceder à limpeza e regularização dos pavimentos, usar-se colas de contacto de secagem rápida e efectuar um condicionamento prévio nas condições de aplicação (equilíbrio higroscópico). Usualmente é referenciado um período de 48 horas. Deve também ter-se o cuidado de que o pavimento a ser revestido esteja já em equilíbrio higroscópico na altura da aplicação. No caso do pavimento ser em betonilha a sua humidade residual não deve ser superior a 2,5 por cento. Se a alcalinidade do pavimento for superior a 10 é necessário neutralizá-lo antes da aplicação [catálogos de fabricantes].

No caso de remodelações, deve retirar-se na totalidade o antigo revestimento e todo o pavimento de trabalho deve estar estruturalmente nivelado e limpo. No caso da utilização de cola (por exemplo para ladrilhos), esta deve ser compatível com a cortiça (acrílica, neoprene).

Após aplicação, deverão os revestimentos ser conservados de acordo com o tipo de acabamento e também ser previamente seleccionados com relação à intensidade de tráfego dos locais em que vão ser colocados.

A melhor solução para diminuir a transmissão de ruídos por percussão através de pavimentos, consiste na realização de uma descontinuidade entre o revestimento de piso e o elemento de suporte de cargas; é neste tipo de utilização que podem ser usados diversos produtos de cortiça de entre o aglomerado expandido e os aglomerados compostos.

Nos pisos flutuantes a parte intermédia em MDF ou HDF tem o rebordo com encaixes do tipo macho-fêmea ou do tipo clique. No primeiro caso a união é feita por colagem (usualmente um fio de cola tipo PVA no rebordo macho) e no segundo por pressão e pressão (por vezes auxiliada por um maço) [2].

No caso da aplicação/manutenção do piso flutuante existem algumas recomendações [catálogos de fabricantes] que são:

- evitar a colocação deste pavimento em locais muito húmidos (WC, lavandarias, saunas);
- colocar um filme de polietileno antes de assentar o pavimento;
- deixar uma folga de 8–10 mm entre as placas e as paredes (variação dimensional);
- não fixar o pavimento ao solo (cola, prego, parafuso);
- limpar com aspirador ou pano ligeiramente humedecido e não aplicar água directamente.

Para evitar a ocorrência de condensações indesejadas no interior dos elementos construtivos quando se usa aglomerado expandido como isolante térmico (e frequentemente outros produtos concorrentes) adopta-se, por exemplo, a aplicação de barreiras de vapor do lado interior, por exemplo, película de polietileno [catálogos de fabricantes].

No isolamento de fachadas o aglomerado expandido de cortiça deve ser colado com massa adesiva e tendo as juntas cruzadas, aplica-se depois a argamassa de regularização, uma armadura de fibra de vidro e reboca-se. No isolamento de coberturas planas, depois da regularização aplica-se uma barreira de vapor e então as placas com as juntas cruzadas, aplica-se tela betuminosa e depois um filtro de protecção e no final gravilha [catálogos de fabricantes].

Na preparação de betões leves com regranulado de cortiça expandida, deve primeiro misturar-se o regranulado com um pouco de água, para humedecer e em seguida adicionar-se o cimento e eventualmente a areia (catálogo de fabricantes).

13.4.3 CONSERVAÇÃO E LIMPEZA

Os revestimentos em aglomerados de cortiça são duráveis, sobretudo se bem conservados e com manutenção adequada, devendo evitar-se a sua aplicação em zonas com incidência directa permanente da luz solar (tendência para descoloração). A durabilidade e resistência do revestimento e tipo de manutenção e de utilização, estão directamente ligados ao tratamento superficial; enceramento, envernizamento, revestimento com PVC. Os revestimentos de cortiça são também indicados para locais onde esteja prevista a instalação corrente e sem preocupações especiais de mobiliário fixo e móvel usual. São

também adequados para locais onde a limpeza diária se faça por via húmida e em geral com lavagem com água, suportando a presença de água desde que não sistemática nem prolongadamente, e são praticamente insensíveis às nódoas dos produtos habitualmente usados na habitação. Para limpeza recomenda-se a utilização de aspirador e esfregona apenas ligeiramente húmida [2].

Quando um revestimento de piso envernizado precisa de ser renovado, têm que se remover todos os produtos aplicados, lixar cuidadosamente, remover o pó e aplicar 1 ou 2 demãos do verniz recomendado. Não deve ser arrastado mobiliário sobre o pavimento e os pés deste devem ter protecção [catálogos de fabricantes].

No caso de revestimentos de parede, os cuidados a ter são semelhantes aos dos revestimentos de pisos [2]. Quanto aos isolamentos à vista, estes são habitualmente pintados com tintas de base aquosa e esta pintura pode ser renovada pintando apenas por cima da anterior [2]. No caso das outras aplicações de produtos de cortiça em construção civil não há cuidados especiais de conservação e limpeza a considerar [2].

13.5 OS PRODUTOS DE CORTIÇA NO ÂMBITO DA DIRECTIVA DOS PRODUTOS DE CONSTRUÇÃO

Na sequência da harmonização técnica indispensável ao cumprimento da Directiva dos Materiais e Produtos da Construção, duas grandes áreas de produtos da construção foram, em 1989, mandatadas para elaborarem normas harmonizadas: os isolamentos térmicos e os revestimentos de piso, onde os produtos de cortiça estão integrados (CEN/TC-88 — aglomerado expandido de cortiça incluído nos primeiros; CEN/TC-134 — revestimentos de cortiça incluídos nos segundos). Em 1992, com a reactivação da Comissão Técnica «Revestimentos de Paredes», o grupo de trabalho específico do domínio da cortiça (CEN/TC 99/WG 3) foi também instituído [32].

A Directiva dos Produtos da Construção, 89/106/CEE, foi publicada em Dezembro de 1989, mas parcialmente alterada pela Directiva 93/68/CEE e clarificada pela decisão da Comissão de 31 de Maio de 1995 e por documentos subsequentes relativos aos processos da comprovação da conformidade a aplicar a determinadas «famílias de produtos» (em que se integram os produtos de cortiça, por exemplo, materiais de isolamento térmico) [2].

A directiva (designada correntemente por CPD, sigla formada a partir do seu título em inglês), constituiu, assim, a plataforma necessária à eliminação das barreiras técnicas ao

determinar que os produtos devem cumprir as chamadas «*Exigências essenciais*», associadas principalmente a critérios de segurança e de saúde. Essas exigências constituem os critérios de referência a satisfazer pelas obras. Mas para que as obras satisfaçam essas exigências sem que se verifiquem condições de concorrência desigual, os níveis de comportamento funcional e as especificações técnicas dos produtos da construção devem ser fixados em normas europeias ditas «*normas harmonizadas*», aplicáveis em todos os estados. A CPD também indica os procedimentos básicos que devem ser adoptados para verificar a conformidade dos produtos com essas exigências [32].

Uma norma harmonizada é uma especificação técnica (norma europeia ou documento harmonizado), adoptada pelo CEN — Comité Europeu de Normalização. A implementação da CPD é, assim, suportada pelo estabelecimento das *normas harmonizadas* (hEN) que desempenham um papel prático e importante na sua aplicação. As hEN são voluntárias como as restantes normas europeias, mas são desenvolvidas em torno de exigências essenciais e são elaboradas com base em mandatos da Comissão (Directiva 98/34/EC), a sua referência é publicada no jornal oficial, é obrigatória a sua transposição para a normalização nacional, sendo derogadas as normas nacionais do mesmo âmbito [2].

A directiva considera ainda que se presume da aptidão ao uso de um produto quando este seja conforme a uma norma harmonizada. A evidência dessa capacidade será concretizada através da marcação CE cuja aposição é da exclusiva responsabilidade do fabricante.

13.6. ASPECTOS ECOLÓGICOS RELACIONADOS COM OS PRODUTOS DE CORTIÇA

13.6.1 REUTILIZAÇÃO E RECICLABILIDADE

No final do período de utilização, muitas vezes imposto pelo fim da vida útil do próprio edifício, quando seja viável a recolha integral das placas de aglomerado expandido, podem estas vir a ser utilizadas em aplicações idênticas, uma vez que algumas recolhas em edifícios com mais de 50 anos mostraram que após esse período de tempo o aspecto e as propriedades essenciais das placas de aglomerado expandido se apresentavam inalteradas [28][33].

No caso em que tal não seja possível (quebra das placas, contaminação com outros produtos) promove-se a sua trituração, obtendo-se um regranulado que, tal como os regranulados limpos, se destina a novas aplicações em isolamento térmico ou a ser utilizado como inerte no fabrico de betões e argamassas leves [33].

Os granulados de cortiça, quando não misturados, podem também ser reutilizados em enchimentos ou no fabrico de aglomerados ou ainda em argamassas. Se houver processo de obter produtos de cortiça sem contaminantes (películas, colas, argamassas, etc.) estes podem ser triturados e utilizados ou incorporados em produtos técnicos.

Os aglomerados compostos de cortiça para a construção civil podem incorporar vários tipos de resíduos de outros produtos corticeiros (por exemplo, rolhas usadas, restos de aglomerados, etc.), contribuindo para a reciclabilidade global.

13.6.2 ASPECTOS ECOLÓGICOS

A produção do aglomerado expandido de cortiça utiliza apenas vapor de água sobreaquecido, recorrendo a geradores de vapor alimentados com os próprios resíduos da trituração e dos acabamentos, não se introduzindo quaisquer outros produtos que não exclusivamente a cortiça, e dando-se a aglomeração com base nas resinas da própria cortiça, sendo este um produto 100 por cento natural e ecológico, vantagem muito difícil de igualar pelos materiais concorrentes [2].

Nas operações de transformação de produtos de cortiça para a construção civil é produzido um resíduo importante, o pó de cortiça. Este pó é correntemente queimado para a produção de vapor e/ou energia utilizados nas próprias fábricas, dado o elevado conteúdo energético deste material. Todos os resíduos industriais de cortiça são reutilizados ou de outro modo valorizados/aproveitados [2].

O facto de se utilizarem produtos de cortiça é também muito importante do ponto de vista ecológico, porque se está a utilizar um produto renovável em produtos de longa duração, promovendo a fixação de CO_2 . Para além disso, um sobreiro explorado com extracções periódicas de cortiça produz entre 250 e 400 por cento mais de cortiça [1] do que a que produziria se não fosse explorado, incrementando a fixação de CO_2 . Por isso, o consumo de produtos de cortiça, que conduz à exploração desse material, promove a formação de mais cortiça e conseqüentemente mais CO_2 sequestrado [34], para além do facto de este tipo de produtos ser de vida longa, retendo o carbono que os compõem durante a sua vida útil e sendo «carbono neutro» na altura da sua decomposição ou aproveitamento energético.

Se considerarmos o valor médio de 94,7 mil toneladas de exportações portuguesas (em 2007) de materiais de construção civil em cortiça (ver ponto 13.1.4) e sabendo que o teor médio de carbono da cortiça é de 57,37 por cento [34], este valor corresponde a um valor de 54330 toneladas de carbono/ano nessa cortiça, a que correspondem 199065 tonela-

das de CO₂ sequestrado/ano (CO₂:C = 3,664 (p/p)). Considerando uma quilometragem média anual de um veículo automóvel de 17500 km e a produção média de 170 g CO₂/km, num ano esse veículo produz 2,98 toneladas de CO₂. Assim se conclui que aquele valor corresponde à poluição gerada por cerca de 66800 veículos/ano.

13.7 FUTUROS PRODUTOS DE CORTIÇA PARA A CONSTRUÇÃO CIVIL

Começa-se aqui por abordar um novo produto derivado de cortiça que se encontra em fase de introdução no mercado e que consiste num revestimento tubular flexível obtido por extrusão. Destina-se a aplicações industriais e residenciais para isolamento mecânico, térmico e acústico, nomeadamente sob condições exteriores onde o desgaste provocado por via fotoquímica, química, física e biológica é muito acentuado, resistindo melhor (maior durabilidade, resistência ao fogo, acção dos raios UV, amplitudes térmicas) do que materiais concorrentes (ex., espumas de poliuretano, derivados de poliésteres, etc.). Prevê-se uma alargada utilização (ver exemplo na Figura 13.19) nos isolamentos em tubagens de ar condicionado, sistemas de aquecimento de água por energia solar etc. Este material pode ser também enterrado no solo ou incorporado na construção e possui uma condutividade térmica de cerca de 0,05 W.m/m².h.°C.

Uma evolução futura para o aglomerado expandido será a adopção de técnicas de densificação já desenvolvidas, conferindo diferentes características físico-mecânicas mas mantendo as suas especiais características ecológicas, que permitem uma diversificação nas aplicações possíveis, e o alargamento do mercado de utilização [35] [36].

Os aglomerados para revestimento e decorativos terão também futuro, uma vez que se nota a tendência para a utilização acrescida de produtos naturais para esta aplicação. A sua diversificação, a nível de padrões e combinação com outros materiais, continuará a ser importante, tendo grande relevância aspectos envolvendo os estudos de mercado e as acções de divulgação perante os influenciadores de opinião, como são os decoradores, *designers*, arquitectos e engenheiros civis.

Nesta área dos aglomerados compostos, está por explorar a produção industrial de aglomerados de cortiça rígidos, com base, designadamente, em ligantes plásticos [37] alargando aplicações e possibilitando-se a utilização de resíduos industriais com maior valor acrescentado.

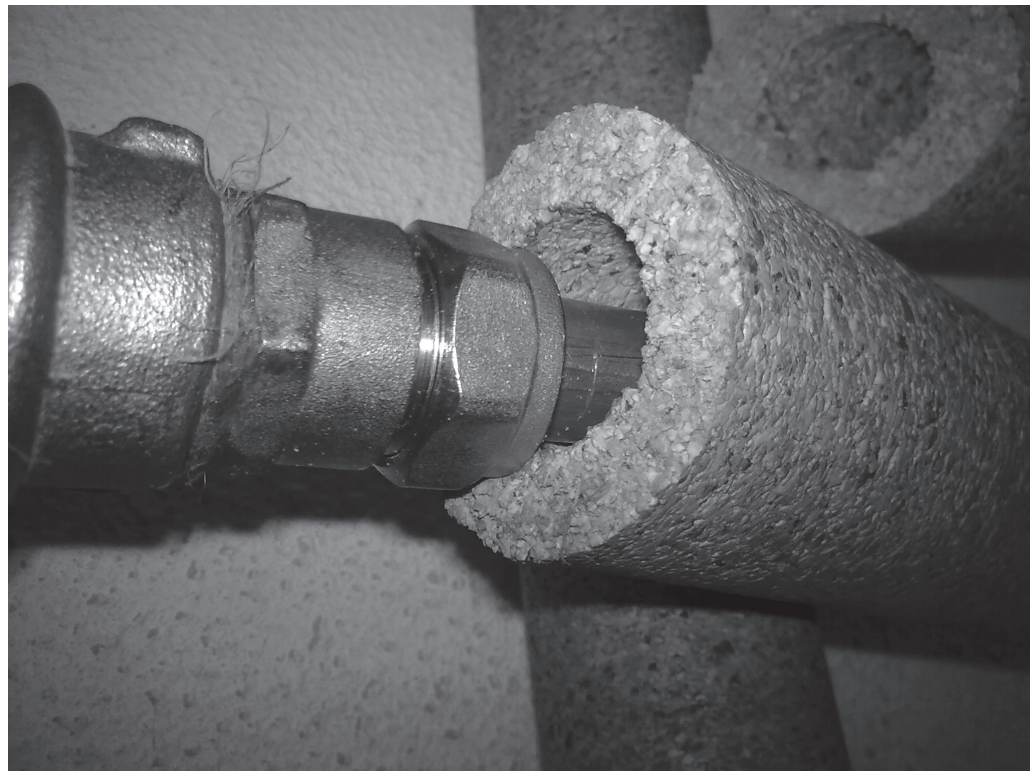


FIGURA 13.19: Isolamento de tubagem com aglomerado de cortiça extrudido.

Prevê-se também, no futuro, o incremento da utilização de produtos de cortiça em associação com outros materiais, de que um exemplo é dado na Figura 13.19 [38], para fins estruturais, assim como em utilizações de muito elevado valor acrescentado, tais como novas aplicações inovadoras no sector da construção e em outros domínios específicos.

Neste domínio podem ser ainda salientados novos produtos já estudados, mas ainda não no mercado, tais como os aglomerados de cortiça com ligantes à base de resíduos de lenhina, produtos obtidos com misturas de argamassa, gesso, com cortiça etc.

Uma sùmula de possíveis produtos incorporando cortiça para aplicações futuras na construção civil encontra-se na referência [39].

Prevê-se ainda a utilização estrutural de alguns elementos construtivos em cortiça e a utilização de peças «tridimensionais» (formatos irregulares, relevos) contribuindo para uma maior riqueza arquitectónica.

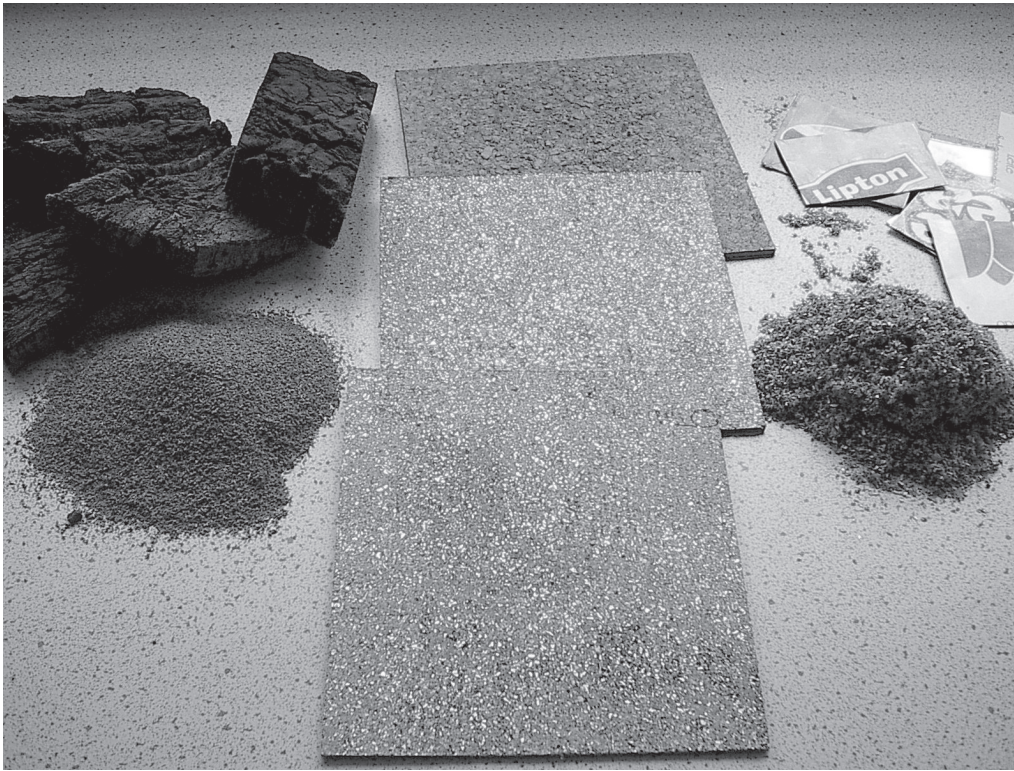


FIGURA 13.20: Novos produtos à base de cortiça e resíduos de embalagens cartonadas.

Finalmente, foi estudado um novo produto para limpeza/remoção de sujidades e depósitos existente em materiais expostos à poluição ambiental com base na projecção de partículas orgânicas obtidas na indústria corticeira como resíduos. Estão previstas novas aplicações, como a limpeza de monumentos e de fachadas de prédios, podendo este vir a ser um importante campo de utilização de produtos de cortiça na construção civil.

REFERÊNCIAS

- [1] Gil L. 1998. *Cortiça — Produção, Tecnologia e Aplicação*, Ed INETI, Lisboa.
- [2] Gil L. 2007. *Manual Técnico: Cortiça como Material de Construção*. Ed. APCOR, St^a M^a Lamas.
- [3] Oliveira MA, Oliveira L. 2000. *The Cork*, Ed. Corticeira Amorim, Rio de Mouro.
- [4] Fernandez LV. 1971. *Aglomerados Negros de Corcho — Partes I e II*, AITIM, Série C, n.º 44, Madrid.

- [5] APCOR-*Anuário*, 2009, Ed. APCOR, Santa Maria Lamas.
- [6] EGF, 1982, *Análise Tecnológica do Sector Corticeiro*, vols I e II, Lisboa.
- [7] Pereira JCS. 1988. Suplemento Boletim IPF-Cortiça, n.º 600, pp. 211–218.
- [8] Silva HL. 1982. Bol. IPF — Cortiça, n.º 520, pp. 31–32.
- [9] Gil L. 1987. Cortiça — *Tecnologia de Processamento e Constituição Química*, monografia do curso de mestrado em Química Orgânica Tecnológica, UNL/LNETI, Ed. DTIQ, n.º 3, Lisboa.
- [10] Garret A. 1946. *Cortiça Aplicada*, Ed. Altura, Porto.
- [11] Gibson LJ, Ashby MF. 1988. *Cellular Solids. Structure and Properties*, Pergamon Press, Oxford.
- [12] Anónimo. 2005. *Notícias APCOR*, n.º 41, p. 13.
- [13] Anónimo. 1973. *A Cortiça no Isolamento Sonoro de Pavimentos*, separata Bol. JNC, Lisboa.
- [14] LEEC. 1977. Bol. IPF — Cortiça, n.ºs 469 e 470, pp. 567–568 e pp. 595–596.
- [15] LEEC. 1978. Bol. IPF — Cortiça, n.º 472, pp. 49–50.
- [16] Borges M. 1986. Bol. IPF — Cortiça, n.º 573, pp. 205–207.
- [17] Fernandez LV. 1984. Estanquidad, Dezembro, pp. 29–34.
- [18] Medeiros H. *ABC Insulation Corkboard*, Ed. JNC, Porto, n.d.
- [19] LEEC. 1974. separata Bol. IPF — Cortiça, n.º 427.
- [20] Fernandez LV. 1974. Estudio de la calidad de los aglomerados de corcho acusticos y vibratorios, AITIM, série C, n.º 62, Madrid.
- [21] Gil L. 2005. *Cortiça*, in *Materiais de Construção: Guia de Utilização*, Ed. Loja da Imagem, Lisboa, pp. 96–127.
- [22] Andrade A. 1962. *Thermic and Acoustic Insulation*, separata Bol JNC. Lisboa.
- [23] Fernandez LV. 1987. Bol. IPF — Cortiça, n.º 587, pp. 222–229.
- [24] Lissia F. 1977. Bol. IPF — Cortiça, n.º 469, pp. 553–561.
- [25] Anónimo. 1986. Bol. IPF — Cortiça, n.º 569, pp. 65–67.
- [26] Pinto R, Melo B. 1988. Bol. IPF — Cortiça, n.º 602, pp. 322–338.
- [27] Lissia F, Pes A. 1967. Bol. JNC, n.º 339, pp. 4–8.
- [28] Gil L. 1996. *Int. Conf. Applic. of Life Cycle Assessment in Agric. Food and non--Food Agro-Industry and Forestry*, Bruxelles.
- [29] Prates MJL. 1993. *Características e Comportamento Mecânico de Aglomerados. Negros de Cortiça*. Dissertação do curso de Mestrado em Engenharia Mecânica, IST, Lisboa.
- [30] Andrade A. 1948. Bol. JNC, n.º 122, pp. 61–66.

- [31] Katel IE. 1956. Bol. JNC, n.º 207, pp. 67–73.
- [32] Bicho MF, Gil L. 1999. Cortiça — Guia Normativo, Ed. IPQ/CTCOR, Lisboa.
- [33] Gil L. 2002. World Renewable Energy Congress VII, Colónia, p. 705.
- [34] Gil L. 2005. Rev. Indústria & Ambiente, n.º 38, pp. 10–11.
- [35] Gil L. 1999. Patente Portuguesa n.º 100647.
- [36] Gil L. 2001. Cortiça Revista, n.º 1, pp. 41–42.
- [37] Gil L. 1999. Patente Portuguesa, n.º 101915.
- [38] Gil L. 2003. Patente Portuguesa, n.º 102 992.
- [39] Gil, L. 2009. Materials 2 (3): 776–789.

