



A cortiça

como material de construção

Manual Técnico

Portugal



A cortiça

como material de construção

Manual Técnico

Título

**A cortiça como material de construção
Manual Técnico**

Autor

Luís Gil

Edição

**APCOR – Associação Portuguesa de Cortiça
Av. Comendador Henrique Amorim, n.º 580 · Apart. 100
4536-904 Santa Maria de Lamas · Portugal
t. +351 22747 4040 · f. +351 22747 4049 · e. info@apcor.pt
www.realcork.org**

Fotografia

**APCOR, Amorim Isolamentos S.A, Amorim Revestimentos S.A,
CTCOR, João Nunes da Silva, João Paulo Serafim, João Paulo
Sotto Mayor, Nuno Correia, Virgílio Ferreira.**

Design e Produção Gráfica

Plenimagem

Impressão e acabamentos

XXXXXXXXXXXX

Depósito Legal

XXXXXXXXXXXX

ISBN XXXXXXX

Resumo

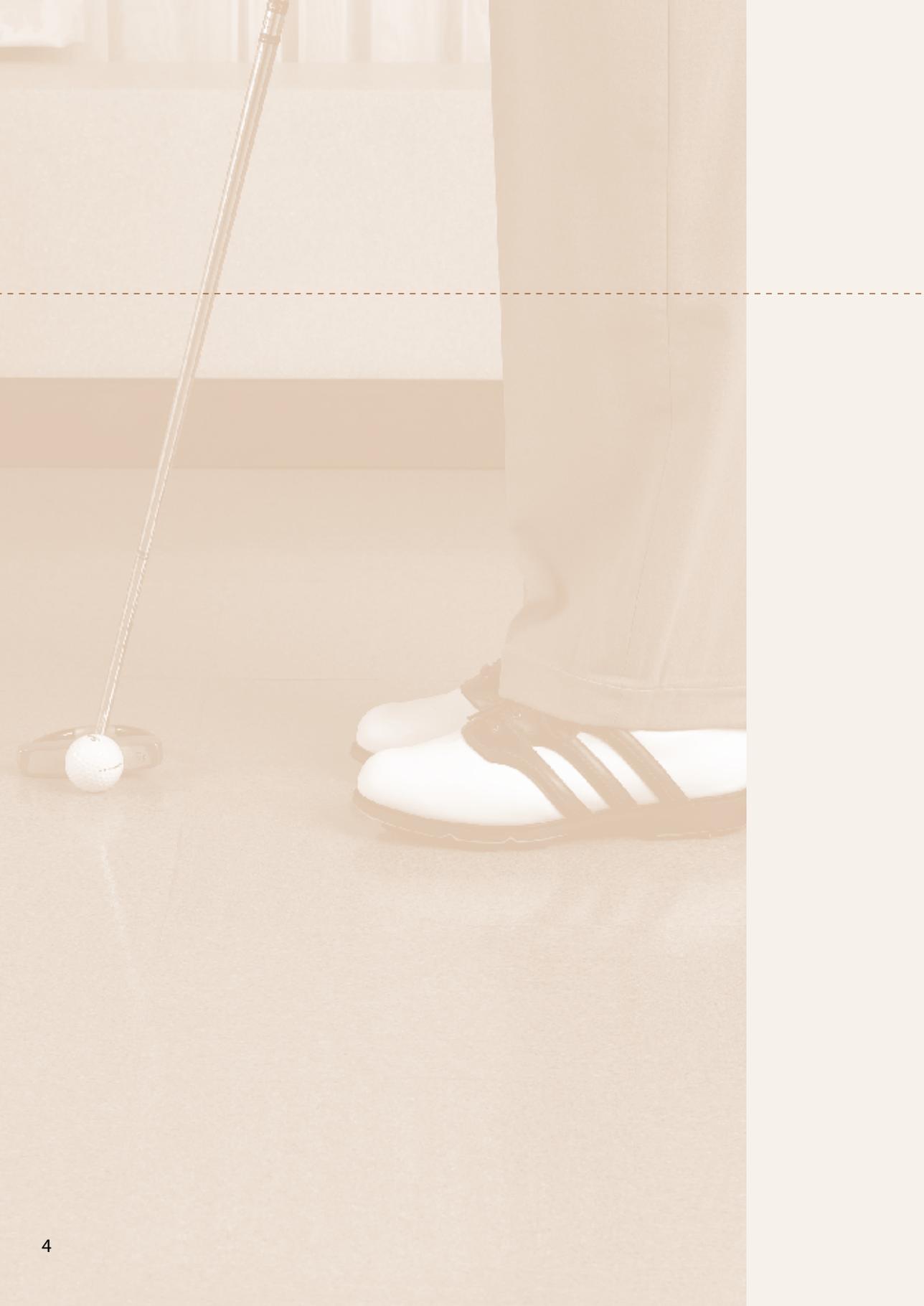
A cortiça é um material que tem acompanhado a Humanidade desde tempos imemoriais e que bem cedo se distinguiu em aplicações ligadas à construção, nomeadamente nos países mediterrânicos de onde provém.

Actualmente, devido ao desenvolvimento de novos materiais derivados, à melhoria das suas características, à crescente importância da utilização de materiais naturais e sustentáveis e também ao carácter exótico nalguns mercados longínquos, a sua utilização em revestimentos e isolamentos estendeu-se a todo o mundo.

Novos produtos, novos padrões e designs, novas cores, novas utilizações, têm permitido alargar o interesse nos produtos de revestimento em cortiça, o que tem sido facilitado por novas técnicas de aplicação que permitem mesmo o *“do-it-yourself”*.

Porém, os aplicadores e utilizadores finais nem sempre conhecem bem as características destes materiais, as melhores técnicas de aplicação e de manutenção e é essa lacuna que se pretende preencher com este Manual Técnico.

Neste Manual Técnico são descritos os aspectos referidos no índice, sendo ao longo do texto, indicadas as referências bibliográficas onde poderão ser encontrados mais pormenores, explicações e conclusões relativamente a cada um dos assuntos referenciados.



Índice

Resumo	3
1 – Introdução	7
1.1 – Ecologia do montado de sobre	7
1.2 – O que é a cortiça.....	7
1.3 – Matérias primas de cortiça	8
1.4 – Produção de produtos de cortiça para a construção civil.....	9
1.4.1– Granulados.....	10
1.4.2– Aglomerados compostos	10
1.4.3– Painéis de piso flutuante	13
1.4.4– Linóleo	14
1.4.5– Aglomerado de cortiça com borracha	14
1.4.6– Aglomerado expandido	14
2 – Estrutura e composição da cortiça	16
2.1 – Estrutura macroscópica da cortiça.....	17
2.2 – Estrutura microscópica da cortiça.....	18
2.3 – Composição química da cortiça	19
3 – Produtos de cortiça e suas características físico-mecânicas.....	20
3.1 – Aglomerados de cortiça para revestimentos (pisos e paredes).....	21
3.2 – Aglomerados de cortiça para isolamentos térmicos e acústicos.....	23
3.3 – Aglomerados de cortiça para isolamentos vibráticos.....	29
3.4 – Aglomerados de cortiça para juntas de dilatação	30
3.5 – Granulados e regranulados de cortiça	32
3.6 – Normalização e requisitos essenciais de produtos de cortiça para a construção civil	33
4 – Aplicação e conservação de produtos de cortiça.....	42
4.1 – Exemplos de aplicações	43
4.2 – Métodos de aplicação	46
4.3 – Conservação e limpeza.....	47
5 – Os produtos de cortiça no âmbito da Directiva dos Produtos de Construção ..	48
6 – Aspectos ecológicos relacionados com os produtos de cortiça	50
6.1 – Reutilização e reciclabilidade	51
6.2 – Aspectos ecológicos	51
7 – Futuros produtos de cortiça para a construção civil.....	54
Bibliografia.....	58
Normas relacionadas com materias de cortiça para a construção civil	59

1 Introdução

A photograph of a cork oak forest. The foreground is dominated by several thick, reddish-brown tree trunks, some of which are leaning slightly. The background shows a dense canopy of green leaves and more trees, with a clear blue sky visible through the branches. The lighting suggests a bright, sunny day. A semi-transparent white box with rounded corners is overlaid on the left side of the image, containing the text '1 Introdução'.

1.1 – Ecologia do montado de sobreiro

A União Europeia é o maior produtor de cortiça (> 80%), nomeadamente nos países do Sul do Mediterrâneo, dos quais se destaca Portugal (> 50%). Os sobreirais estão extremamente bem adaptados às regiões semi-áridas do Sul da Europa, evitando a desertificação e sendo o habitat perfeito para muitas espécies animais e vegetais. A quase totalidade da cortiça é processada na União Europeia, que importa também alguma cortiça do Norte de África, contribuindo para a economia e emprego europeus.

Para além da produção florestal e das actividades associadas à extracção de cortiça, outras actividades como a caça, a apicultura, a apanha de cogumelos e ervas aromáticas e medicinais têm uma grande importância nas regiões onde se situa o sobreiro.

Os montados de sobreiro têm sido uma bênção para a fauna e a flora selvagens. Cite-se que 42 espécies de aves dependem destes, incluindo algumas espécies raras e em vias de extinção. Refira-se também que em apenas 1 m² de montado foram identificadas 60 espécies de plantas. Outras referências apontam o montado de sobreiro como o habitat de 140 espécies de plantas e 55 espécies de animais, facto eventualmente inigualável a nível europeu (www.portalflorestal.com).

Dado que os sobreiros podem levar até 30 anos para se tornarem produtivos, a diminuição da viabilidade económica pode fazer com que não haja um investimento suficiente no montado. Salvar os sobreirais, aumentar as áreas dos mesmos, aumentar a quantidade e a qualidade da cortiça produzida e desenvolver novos produtos de grande valor acrescentado são aspectos fundamentais. A perda da importância económica da actividade corticeira, conduziria a um futuro incerto do montado, promovendo-se a perda da biodiversidade, o abandono das terras, o desequilíbrio social e o desaparecimento de uma das mais sustentáveis indústrias.



1.2 – O que é a cortiça

A cortiça é um material cujas aplicações são conhecidas desde a Antiguidade, algumas delas, desde logo relacionadas com a construção, mas sobretudo como artefacto flutuante e como vedante, cujo mercado, a partir do início do século XX, teve uma enorme expansão, nomeadamente face ao desenvolvimento de aglomerados diversos à base de cortiça. Esta é considerada um material estratégico utilizado para múltiplas aplicações, desde a vedação de vinhos até à aeronáutica.

Por definição, a cortiça é o parênquima suberoso originado pelo meristema súbero-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 praticamente 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, usualmente considerado semelhante ao ar, que ocupa cerca de 90% do volume (Gil, 1998).

Quando a cortiça é comprimida, as suas células encurvam e dobram, não lhe conferindo praticamente qualquer expansão lateral, havendo uma posterior recuperação devida à acção do gás comprimido no interior das células. 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 (Gil, 1998).

1.3– Matérias primas de cortiça

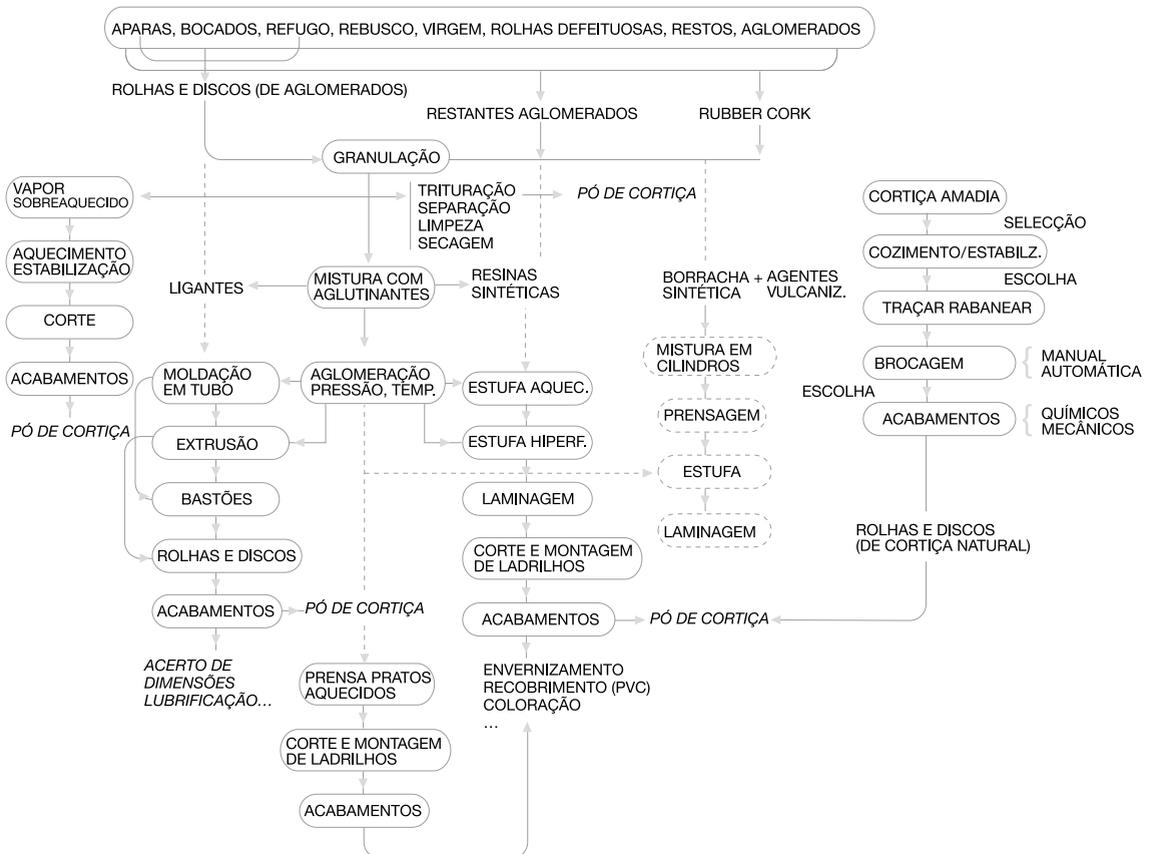
A cortiça é extraída do tronco e ramos do sobreiro, sob a forma de peças semi-tubulares, habitualmente no Verão, e com uma periodicidade legal mínima (em Portugal) de nove anos. A sua exploração começa após a árvore atingir cerca de 0,7 m de perímetro a 1,3 m do solo. A árvore não pode ser totalmente “despida” do seu revestimento suberoso, pois poderia não sobreviver a esta operação. Esta operação é efectuada manualmente com recurso a machados, existindo já processos mecânicos.

O primeiro descortiçamento (desbóia), produz uma cortiça chamada virgem, com uma superfície exterior muito irregular. Descortiçamentos sucessivos, dão origem a cortiça com uma superfície exterior mais uniforme, designada cortiça de reprodução, ou amadia. A primeira cortiça de reprodução, ainda com algumas irregularidades, tem o nome específico de secundeira, é utilizada, tal como a virgem, sobretudo para trituração, obtenção de granulados e eventualmente, posteriormente, o fabrico de aglomerados. Dos despojos da poda, é obtida a falca, tecido misto de cortiça virgem, entrecasco e lenho, retirada tradicionalmente com machado ou enxó a partir dos ramos podados dos sobreiros, ou com equipamento específico (Gil, 1998; Oliveira, 2000).

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 (Fernandez, 1971), obtido essencialmente por trituração de falca e de outros tipos menores de cortiça.



Transformação da cortiça



1.4 – Produção de produtos de cortiça para a construção civil

Tomando a indústria portuguesa como referência, a divisão do consumo dos vários tipos de produtos corticeiros para a construção civil em função do total dos produtos corticeiros (Anónimo 2000), era há alguns anos a seguinte:

Aglomerados para revestimento – 17% (10 milhões m²)

Aglomerado expandido de cortiça – 6% (150000 m³)



Outros dados obtidos no I.N.E. (Portugal) para a exportação portuguesa referente a 2004 dão os seguintes valores:

- 4501.90.00.0 – Desperdícios de cortiça, cortiça triturada, granulada ou pulverizada = 26269 ton
- 4504.10.91.0 – Cubos, blocos, chapas, folhas, tiras, ladrilhos, cilindros maciços em cortiça aglomerada com aglutinantes = 22463 ton
- 4504.10.99.0 – *idem* sem aglutinantes = 28267 ton
- 4504.90.99.0 – Cortiça aglomerada e obras de cortiça aglomerada = 15720 ton

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; roda-pés; linóleos; granulados para enchimento de espaços e misturas com argamassas; juntas isolantes e de dilatação ou compressão; e para fins industriais: anti-vibráticos para maquinaria e isolamentos para frio industrial.

1.4.1 - Granulados

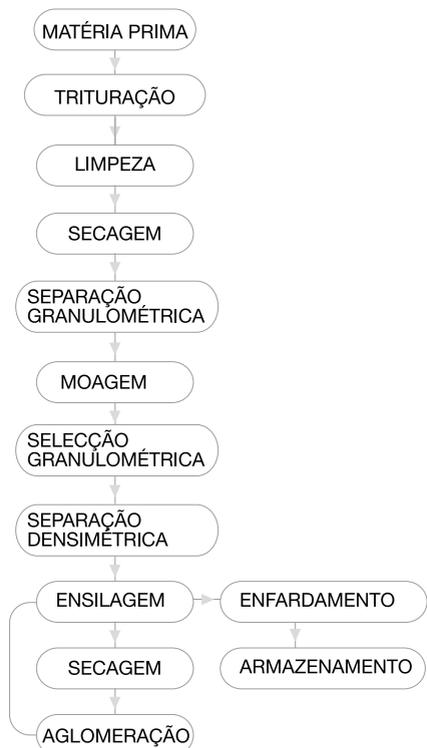
Os granulados são obtidos através da acção de vários tipos de moinhos em função do material a triturar e do tipo de grânulos pretendidos. (EGF, 1982). É também, geralmente, efectuada uma secagem por circulação forçada de ar quente, usualmente em secadores rotativos, para conferir ao granulado o grau de humidade desejado.

1.4.2 – Aglomerados compostos

A partir dos granulados, temos a produção dos aglomerados compostos de cortiça, que resultam de um processo de aglutinação dos grânulos com uma granulometria e massa volúmica específicas e pré-determinadas por acção conjunta da pressão, temperatura e um agente de aglutinação, em função do produto e aplicação pretendida. Após recurso a doseamento automático ou manual, a mistura de grânulos com o(s) aglutinante(s) e eventualmente outros agentes auxiliares, é habitualmente efectuada através de um processo mecânico (usualmente em misturadores de pás ou helicoidais), usando-se um processo de rolos para o caso do “rubbercork” (Gil, 1998).

Por exemplo, para aglomerados para fins decorativos, é usada uma massa volúmica do aglo-

Esquema de Produção de Granulados



merado entre 200 e 350 Kg/m³ e granulados de calibre fino-médio. Para aglomerados destinados a revestimentos de pisos, a densidade é normalmente superior a 450 kg/m³ e poderá chegar a 600 kg/m³. As juntas de dilatação são fabricadas com granulado de calibre médio e o aglomerado possui geralmente uma massa volúmica de 250-350 Kg/m³ (Gil, 1998).

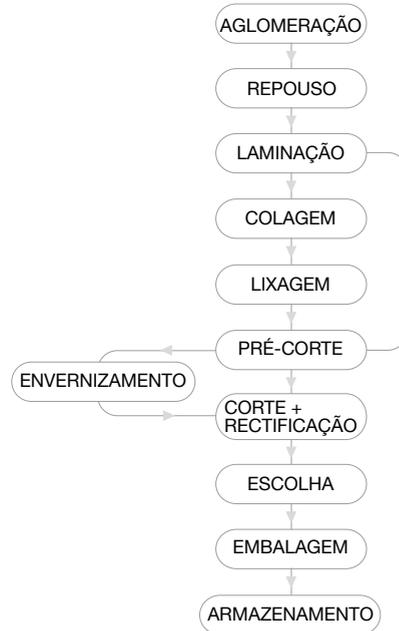
No fabrico deste tipo de aglomerados usam-se fundamentalmente resinas sintéticas de poliuretano, fenólicas (fenol-formaldeído) e melamínicas, e por vezes são também utilizadas resinas de origem vegetal (EGF, 1982; Pereira, 1988; Silva, 1982).

A mistura a utilizar, é medida e colocada em moldes, usualmente metálicos e de forma paralelipipédica (no fabrico de rolos são utilizados moldes cilíndricos), após o que são colocadas as tampas e se efectua uma prensagem, trancando sob determinada compressão. Os moldes contendo a mistura prensada são colocados (para polimerização dos aglutinantes) em estufas de "cura" que podem ser fornos de aquecimento ou sistemas de alta-frequência contínuos (túneis) ou descontínuos. No primeiro caso, são geralmente utilizadas temperaturas entre os 110-150°C, com um período de duração de 4 a 22 horas (Gil, 1987; Silva, 1982). No segundo caso, são utilizados moldes em fibra de vidro, sendo este processo bastante mais rápido, podendo chegar a valores entre 3 e 4 minutos (EGF, 1982; Gil, 1987).

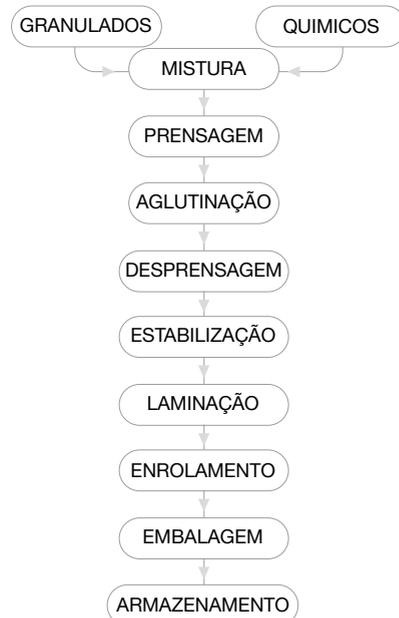
Após a "cura", efectua-se a desmoldagem e um arrefecimento/estabilização obtendo-se um bloco de aglomerado que é laminado em folhas, por vezes a quente.

A fase seguinte é a lixagem, para acerto da sua espessura e para conferir o grau de rugosidade desejado. As folhas assim preparadas são então cortadas, usualmente ladrilhos quadrados ou rectangulares, e depois sujeitos ao acerto das dimensões e esquadria (Gil, 1998). No caso dos rolos estes são "desenrolados" por laminagem contínua do bloco cilíndrico, obtendo-se uma folha contínua que vai sendo enrolada.

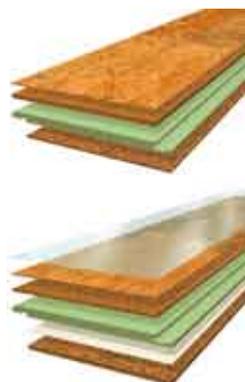
Esquema de Produção de Ladrilhos de Cortiça



Esquema de Produção de Rolos de Cortiça







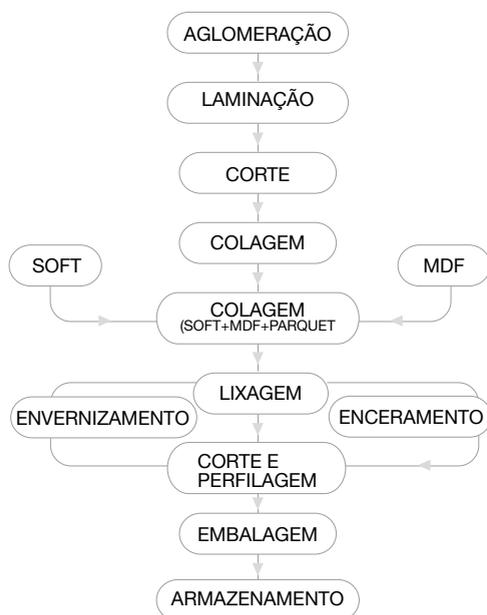
Os vários tipos de decorativos e revestimentos são obtidos ou por uma folha simples ou por sobreposição de vários tipos dessas folhas de aglomerados ou de laminados de cortiça natural, ou ainda por composição com outros materiais, nomeadamente madeira ou aglomerados de fibras ou partículas de madeira. Esta colagem é usualmente efectuada com o auxílio de rolos ou prensa de andares (Gil, 1987).

As placas assim formadas podem depois ter vários tipos de acabamentos superficiais: envernizamento, envernizamento, recobrimento com películas diversas (por exemplo, PVC) ou mesmo pintura. No envernizamento é habitualmente utilizado um verniz sintético (acrílico ou poliuretano), com cura por radiação ultra violeta (UV) ou secagem em túneis de ar quente forçado. Os aglomerados podem ainda ser corados com pigmentos durante a fase de aglomeração (mistura) ou pintados superficialmente, admitindo colorações diversas (Gil, 1998).

Alguns fabricantes têm ainda uma selecção das folhas ou ladrilhos por tonalidades (manual ou automaticamente). No final, há uma selecção/rejeição manual/visual relativamente a defeitos (por exemplo, cantos partidos, mau envernizamento etc.).

Existe ainda um processo de aglomeração (Gil, 1987; Silva, 1982) em que a mistura (grânulos + aglutinante + agentes opcionais) com as granulometrias desejadas é distribuída num tapete rolante e enviada para uma prensa de pratos aquecidos obtendo-se uma única folha na espessura desejada, com parâmetros operacionais usualmente nas seguintes gamas de valores: Temperatura dos pratos = 120-180°C; Pressão aplicada = 5-15 kgf/cm²; Tempo de prensagem = 3-8 minutos (Gil, 1998).

Esquema de Fabrico de Piso Flutuante



1.4.3 – Painéis de piso flutuante

Os chamados pisos flutuantes são usualmente formados com uma camada intermédia em MDF ou HDF (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 aglomerado de cortiça decorativa de alta densidade na parte superior. A colagem das diferentes camadas é efectuada por distribuição de cola em ambos os lados da camada intermédia, sendo posteriormente aplicadas as camadas superior e inferior de cortiça. O conjunto (ou "sandwich") é então prensado, podendo ser utilizadas prensas de pratos aquecidos ou a frio. As placas assim obtidas podem ser depois tratadas superficialmente como um aglomerado de revestimento tradicional. Após o corte em painéis de dimensão



determinada, as suas arestas são fresadas para formar o perfil de encaixe adequado (por exemplo, macho-fêmea ou encaixe mecânico “clique”).

1.4.4 – Linóleo

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 (Gil, 1998).

1.4.5 – Aglomerado de cortiça com borracha

Outro tipo de aglomerado à base de cortiça, com uma tecnologia de produção bastante diferente, e com algumas áreas de aplicação diferentes, é designado por “*rubbercork*” ou “*corkrubber*”. Este tipo de aglomerado é usado essencialmente em juntas e para pavimentos, sobretudo para locais de grande intensidade de tráfego (Gil, 1987; Gil, 1998). Nas diferentes formulações, para além do granulado de cortiça e da borracha, são também aplicados agentes de vulcanização, anti-oxidantes, 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 rotativos. A mistura é assim passada à calandra, até formar uma massa homogénea (Garrett, 1946). Esta pasta é cortada em placas e colocada em moldes, prensada e curada, do mesmo modo que no caso do aglomerado composto de cortiça usual (Gil, 1987; Gil, 1998), obtendo-se blocos que são depois seccionados nas dimensões desejadas. No caso da “cura” por alta-frequência (EGF, 1982) os tempos de “cura” são de 10-12 minutos.

1.4.6 – Aglomerado expandido

A indústria do aglomerado expandido utiliza a cortiça que não é usualmente processada nas restantes indústrias granuladoras/aglomeradoras, nomeadamente a falca. A utilização de cortiça virgem crua, como é o caso da falca, é positiva, uma vez que esta possui um teor de extractivos superior ao dos restantes tipos de cortiça, que funcionam como ligantes intergranulares naturais.

A granulação é semelhante à utilizada para os outros tipos de aglomerados de cortiça. A granulometria final obtida é função do tipo de aglomerado a fabricar, por exemplo, pode ser 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, nomeadamente lenho e entrecasco, 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

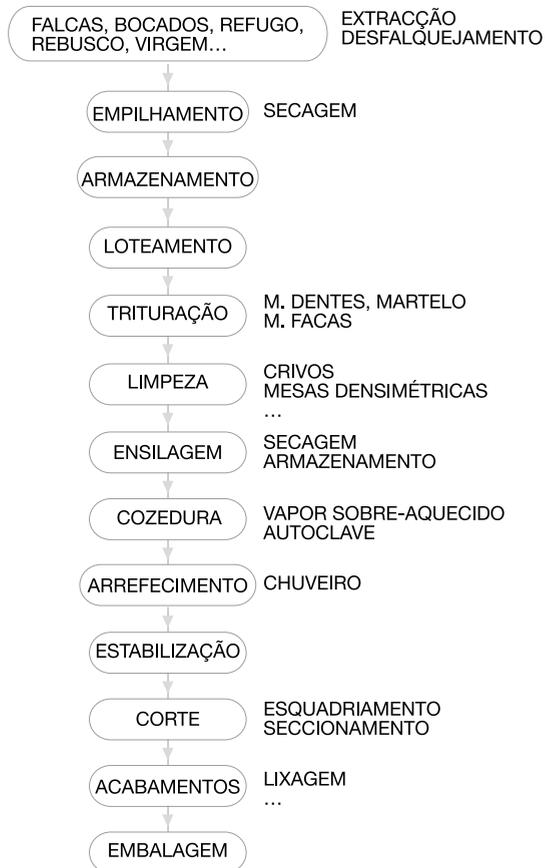
alcançar um teor de humidade ideal (Gil, 1998).

A aglomeração, é efectuada pelo processo do autoclave que funciona também como molde. O granulado é descarregado e depois do fecho do molde é ligeiramente comprimido. A cozedura é efectuada por insuflação de vapor de água sobreaquecido, a uma temperatura de cerca de 300-370°C. O vapor sobreaquecido atravessa a massa de grânulos e produz a exsudação das resinas da cortiça para a superfície dos grânulos e o seu aumento de volume, que como estão confinados no autoclave, determina a sua aglutinação. O tempo de cozimento é de 17 a 30 minutos nos casos mais comuns (Gil, 1998), dependendo do teor de humidade inicial do granulado.

Os blocos produzidos são cortados em placas de diferentes espessuras, normalmente com serras de fita, a que se segue o acerto de dimensões e esquadria, usualmente com serras de disco. As placas podem ter ainda uma ou ambas as faces maiores lixadas.

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 rerituração.

Esquema de Fabrico do Aglomerado Expandido

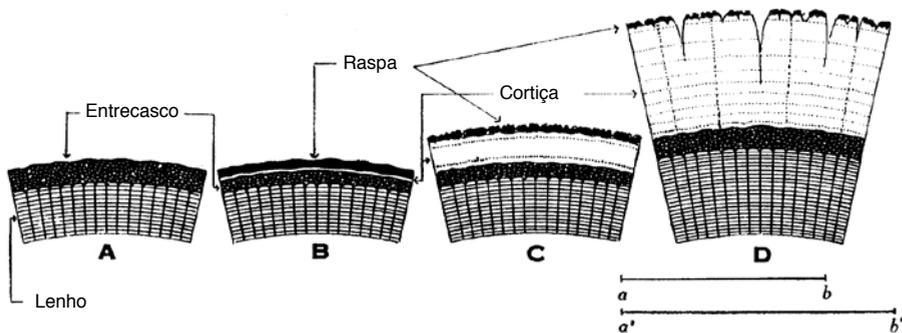




2 Estrutura e composição da cortiça

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 é o principal constituinte da “costa” da cortiça (parte externa), que seca, contrai e endurece, fendilhando 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 (Gil, 1998; Oliveira, 2000). A cortiça virgem não apresenta raspa.



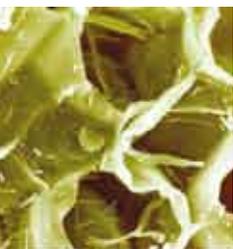
Ao longo da espessura da cortiça são observáveis os anéis de crescimento, distinguíveis por serem constituídos por células formadas com diferentes dimensões e com diferentes espessuras das suas paredes celulares, formadas na Primavera/Verão ou no Outono/Inverno.

Há alguns aspectos exteriores 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 sua “massa”. Dentro das discontinuidades existem 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 (porosidade) determinante na qualidade da cortiça (Gil, 1998).

Existe uma série de defeitos estruturais e outros da cortiça (por exemplo, mancha amarela, verde, insecto etc.) que são importantes para aplicações rolheiras mas 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 (Gibson, 1988). No entanto a anisotropia deixa de ser sentida quando temos um aglomerado de cortiça, dada a orientação aleatória dos grânulos, o que é o caso dos produtos de cortiça para a construção civil.

2.2 – Estrutura microscópica da cortiça



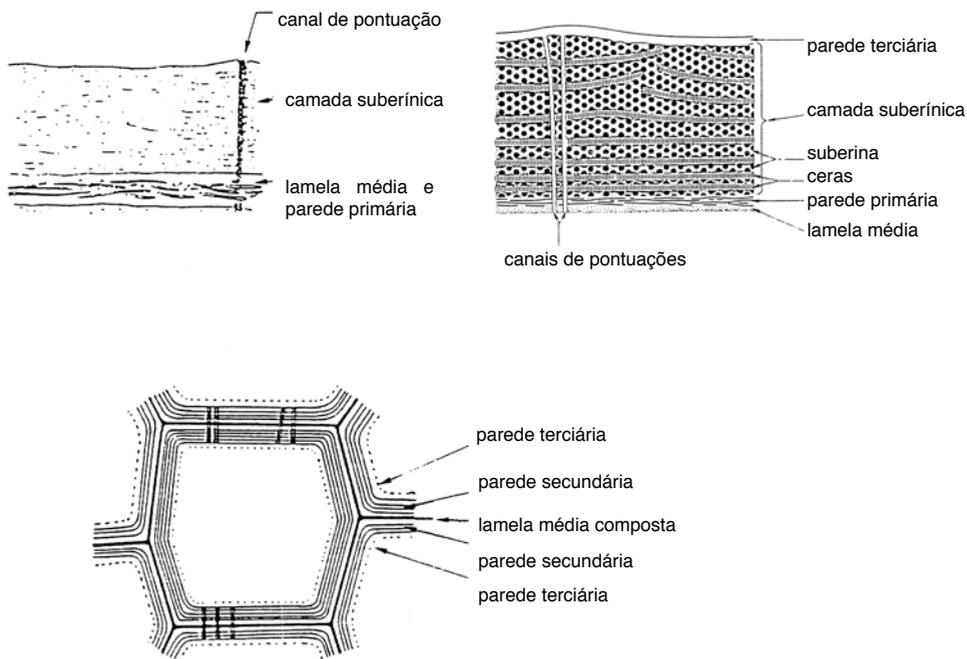
A cortiça é um tecido constituído por células, dispostas de modo compacto, sem espaços livres, de uma forma regular, cujo conteúdo desapareceu durante o crescimento, e sofreu um posterior processo de suberificação (impermeabilização) das membranas celulares. Não é apenas a estrutura do tecido que confere à cortiça as suas características, pois muitas das suas propriedades devem-se também à natureza das membranas celulares. As células comunicam entre si por microcanais que atravessam a parede celular (plasmodesmos). O volume das paredes das células é de cerca de 10-15% do volume total (Gil, 1998), ou seja, existe um espaço vazio de cerca de 85-90%, o que confere a este material as suas propriedades de isolamento e resiliência.

As paredes celulares são constituídas por uma base estrutural de lenhina e celulose com suberina e polifenóis e ainda com ceras extractáveis. A parede celular das células de cortiça apresenta cinco camadas: duas de natureza celulósica que forram as cavidades celulares; duas mais interiores suberificadas (com suberina e ceras; conferem impermeabilidade) e uma camada média lenhificada (que confere rigidez e estrutura) (Gil, 1998).

As membranas celulares possuem uma espessura mais fina nas células geradas na Primavera/Verão (1 a 1,25 μm) e maior nas células de Outono/Inverno (2 a 2,5 μm). Este facto, associado à maior ou menor dimensão das células, interfere também nas propriedades físico-mecânicas da cortiça (Gil, 1998).

Podemos 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 μm de largura (podendo ir de 10 μm a 50 μm) e 35-45 μm de altura com limites entre 10 e 70 μm . 1 cm^3 de cortiça possui em média entre 30 a 42 milhões de células. Cada anel anual compreende normalmente de 50 a 200 camadas de células de largura (1 a 6 mm), sendo esta variação a principal responsável pelas diferentes espessuras nos crescimentos anuais da cortiça. As diferenças no tamanho das células e na espessura da sua parede, 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 (Gibson, 1988; Gil, 1998).

As características de isolamento da cortiça devem-se ao facto de existirem 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 (daí a utilização do aglomerado expandido de cortiça para este fim). A convecção depende do tamanho das células e para células pequenas (caso da cortiça) não contribui significativamente. A radiação depende também do tamanho das células: quanto menores (como é o caso da cortiça), mais vezes o calor tem que ser absorvido e re-irradiado (Gil, 1998).



2.3 – Composição química da cortiça

A constituição química da cortiça, engloba vários tipos de compostos, que tradicionalmente são divididos em cinco grupos (Gil, 1998):

- a) suberina (45% - responsável pela sua compressibilidade e elasticidade);
- b) lenhina (27% - estrutura das paredes celulares);
- c) polissacáridos (12% - também ligados à estrutura da cortiça);
- d) ceróides (6% - repelem a água e contribuem para a impermeabilidade);
- e) taninos (6% - cor e protecção/conservação do material) e
- f) cinzas (4%)

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 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 (Gil, 1998).



3 Produtos de cortiça e suas características físico-mecânicas

3.1 – Aglomerados de cortiça para revestimentos (pisos e paredes)

Os pavimentos de cortiça têm vindo a ser cada vez mais reconhecidos pelas suas características, dado que conjugam a beleza com várias características técnicas vantajosas. 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. A popularidade dos pavimentos naturais cresceu nos últimos anos, mas problemas relacionados com o ruído que lhes é associado, evitou reacções ainda mais positivas. No entanto os produtos de cortiça desmistificam a ideia de que todos os pavimentos resistentes criam imenso ruído e ambientes frios (Anónimo, 2005).

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 que 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 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, revestimentos, polimentos ou lavagens. O mesmo se passa quando um cilindro ou uma esfera rolam sobre a cortiça.

A cortiça, para além destas propriedades relativas à fricção, é resiliente e absorve os choques do andamento (diminuindo os ruídos de percussão e dando conforto ao andar) (Gil, 1998). A resiliência da cortiça faz com que os revestimentos com este material aliviem a tensão nas articulações e coluna, sendo agradáveis ao toque, mesmo com os pés descalços, facto importante em determinadas culturas e, para além disso, estes não retêm facilmente a sujidade e reduzem os ruídos de impacto ao caminhar.

Relativamente ao "parquet" de cortiça, os ladrilhos apresentam uma massa volúmica aproximada de 450-500 Kg/m³ e um coeficiente de condutividade térmica de 0,064 W/m.K a 0,099 W/m.K. As dimensões podem ser variadas, sendo as mais frequentes 300 X 300 mm e 600 X 300 mm, existindo ainda 900 X 300 mm, 900 X 150 mm com espessuras entre 3,2 e 8 mm (Andrade, 1980; Borges, 1988).

Estudos realizados sobre uma série de produtos comerciais correntes permitiram chegar a resultados do teor de formaldeído libertado que variaram entre 0,036 e 33,86 mg/kg de amostra seca (Maurício, 2003), muito abaixo do valor máximo permitido (≤ 95 mg/kg de amostra seca segundo a norma EN12781).



Os valores apresentados por alguns fabricantes, para a tensão de rotura à tracção do “parquet” de cortiça tradicional, são de 1,5-2,0 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 aglomerado composto de cortiça, foram (Anónimo, 1973):

Massa volúmica 570 kg/m³, espessura 5 mm; IG=0 dB; IM=4 dB; IA=34 dB

Massa volúmica 503 kg/m³, espessura 5 mm; IG=0 dB; IM=4 dB; IA=40 dB

Massa volúmica 400 kg/m³, espessura 6 mm; IG=0 dB; IM=11 dB; IA=47 dB

Massa volúmica 490 kg/m³, espessura 12 mm; IG=0 dB; IM=13 dB; IA=41 dB



Também para os aglomerados tipo “parquet” tradicional, estudos sobre a sua estabilidade dimensional em ambientes com diferentes humidades relativas do ar, permitiram concluir que essa variação seria inferior a 1% (LEEC, 1977, 1978).

Quanto aos “soft”, aglomerados de cortiça de massas volúmicas na gama de 200-300 kg/m³, estes 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 (Gil, 1998; 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%. Já o “parquet” de cortiça, normal ou com PVC, apresentava valores superiores, na ordem de 26,5-27% (Borges, 1986). Saliente-se que quanto mais elevado o valor menor 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 (Fernandez, 1984).

O piso flutuante é normalmente constituído por uma base de aglomerado de cortiça de 1-3 mm, uma parte intermédia em MDF ou HDF de 6-7 mm e uma camada de uso em cortiça de 2,5-3,2 mm, perfazendo 10-12 mm de espessura. As dimensões lineares mais correntes são de 900 x 300 mm, com encaixes do tipo macho-fêmea para colagem ou encaixe mecânico do tipo clique.

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

- 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 mantinha 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.

3.2 – Aglomerados de cortiça para isolamentos térmicos e acústicos

Neste campo, temos o isolamento térmico de edifícios (tecto, solos e paredes), designadamente na protecção das coberturas em 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, 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 transmissão de som por impacto em aplicações especiais (Gil, 1998; Medeiros, n.d.).

Tabela 1 - Características médias do aglomerado expandido de cortiça (térmico).

Massa volúmica	100-140 kg/m³
Coefficiente de condutividade térmica ($\theta_m = 23^\circ\text{C}$)	0,039-0,045 W/m. $^\circ\text{C}$
Calor específico (a 20°C)	1,7-1,8 kJ/kg. $^\circ\text{C}$
Coefficiente de expansão térmica (20°C)	25-50 X 10^{-6}
Pressão máxima em condições elásticas	50 kPa
Módulo de elasticidade (compressão)	19-28 daN/cm ²
Difusividade térmica	0,18-0,20 X 10^{-6} m ² /s
Coefficiente 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 23-32 $^\circ\text{C}$, 50-90% HR	0,3%
Oxigénio index	26%
Tensão de deformação a 10% (compressão)	1,5-1,8 daN/cm ²
Deformação sob temperatura (80°C)	1,4 a 2,4% (espessura)

Tabela 2 - Características médias do aglomerado expandido de cortiça (acústico).

Massa volúmica	≤ 100 kg/m³
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. $^\circ\text{C}$
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) (capilaridade)	9,2 % 1,9%
Variação dimensional 32-66 $^\circ\text{C}$, 90-0% HR	0,4%

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 que exercer elevadas pressões fixas e/ou móveis, nomeadamente em pisos ou zonas de carga/descarga.

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, cheia de cavidades, aumentando as reflexões das ondas sonoras, com perda de energia em cada uma.

A condutividade térmica do aglomerado expandido de cortiça tipo térmico (λ) varia de forma linear com a temperatura (de -150 a 50 °C) média (T_m) de ensaio e com a massa volúmica (ρ), neste caso segundo a expressão (LEEC, 1974):

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

No que respeita à compressão-recuperação do aglomerado expandido (térmico) sob uma carga estática, estudos efectuados apontam para as seguintes relações (Fernandez, 1974, 1987):

$$d_a = d_1 + 2d_2 \qquad e \qquad d_p = d_1 + 3d_2$$

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 (Fernandez, 1974). Assim, em função do tipo de sons a isolar pode-se escolher o material mais indicado.

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 (Anónimo, 1973):

Laje de betão armado de 250 kg/m² com:

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

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 limites de utilização do aglomerado expandido cobrem facilmente a gama de valores encontrados nas aplicações em edifícios (-20°C a 90°) sem ocorrência de degradação, deformações ou alterações irreversíveis de propriedades, mesmo após décadas de utilização (Gil, 1996). 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).

Para aplicações de frio são usualmente consideradas as espessuras da Tabela seguinte, em função da temperatura a manter no interior das câmaras frigoríficas (Medeiros, n.d.).

Tabela 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

As propriedades requeridas para um isolante térmico são: baixo coeficiente de condutividade térmica, não absorção de 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 (Andrade, 1962) ou em zonas de carga 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 específico, o que conduz a difusividades térmicas muito baixas, comparativamente a isolantes com λ semelhantes, havendo uma excelente conservação do calor (ou do frio) (Fernandez, 1987). 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 dos isolamentos térmicos e mais concretamente do aglomerado expandido de cortiça é a determinação da espessura do isolamento necessário para determinadas condições térmicas e para evitar a condensa-

ção superficial. (Lissia, 1977). Para isso devem ser feitas várias considerações e os elementos sobre os quais se desenvolverão os cálculos são:

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:

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

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

$$a_1 = 8$$

$$a_2 = 25-30$$

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 dado por:

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

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

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

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 (λ/e) 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 kcal/m².h.°C, a resistência irá ser

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

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

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

Ou seja, para se obter o isolamento pretendido nestas condições, seria suficiente um aglomerado expandido de cortiça com 3,6 cm de espessura.

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

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

em que

T - temperatura interior ambiente

H - humidade do ambiente interior

ΔT - diferença de temperatura entre ambiente interior pretendida e mínima exterior a considerar

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 $T=20^\circ\text{C}$, $H=80\%$ e $\Delta T=24^\circ\text{C}$, temos:

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

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 com 1,14 cm de

espessura. Como para o isolamento térmico necessitaríamos de 3,6 cm de aglomerado expandido de cortiça, a condensação também seria evitada.

Os bons isolantes térmicos são usualmente bons correctores ou absorvedores acústicos, mas maus isolantes sónicos (por via aérea). Relativamente à protecção contra o ruído há três aspectos a considerar (Fernandez, 1987):

- 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).

No enchimento entre paredes, é conveniente que a sua frequência de vibração seja diferente da dos painéis exteriores, caso em que o aglomerado expandido de cortiça 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 (Fernandez, 1987).

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 (Andrade, 1962).

O aglomerado expandido de cortiça é um absorvedor acústico de estrutura porosa, que absorve parte da energia sonora incidente. O coeficiente (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 (Anónimo, 1986).

É necessário também considerar o comportamento do aglomerado expandido face à humidade (Fernandez, 1987). 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 disso, além da absorção e transmissibilidade da humidade interessa também o facto de não ficar armazenada no interior do material. A cortiça contém na sua composição 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 (Fernandez, 1974; Pinto, 1988). 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% e 2,4% (Pinto, 1988), ou de 0,1 a 0,6% e 0,1 a 2,3% respectivamente de acordo com os dados de fabricantes.

Segundo as normas ASTM-C-209 e ensaio Schuller, verificou-se ser o seu comportamento ao fogo bom (Fernandez, 1987). 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 (Guttridge, 1972).

O aglomerado expandido, comparativamente a outros isolantes orgânicos (p.e. plásticos celulares) apresenta vantagens, pois não funde facilmente como estes, com a perda total de resistência e de forma, podendo ainda ser protegido com pinturas anti-fogo. 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).

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 (Lissia, 1967);
- nos Frigoríficos Gerais de Trieste, que foram isolados logo após a I Grande Guerra, verificou-se depois da II Guerra Mundial que ainda estavam em perfeitas condições (Lissia, 1967);
- em 1996 foi divulgado um trabalho em que se estudou a condutividade térmica do aglomerado expandido obtido de demolições de edifícios com 50 (câmara frigorífica) e com cerca de 30 anos (edifício, laboratório) de existência, obtendo-se valores idênticos aos do aglomerado novo (Gil, 1996), para além de um aspecto semelhante ao acabado de produzir.

3.3 – Aglomerados de cortiça para isolamentos vibráticos

No campo anti-vibrático em que se utilizam os aglomerados mais densos (por exemplo, 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 (Medeiros, n.d.) e ainda, por exemplo, em carris.

O isolamento vibrático de maquinaria é também efectuado pelo “*rubbercork*” ou por vezes

também designado por “*corkrubber*”, consoante a proporção de cortiça é inferior ou superior à da borracha. Este produto é actualmente também usado como sub-pavimento, nomeadamente para pisos flutuantes.

A nível do comportamento como anti-vibrático, 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 características corresponde a uma menor frequência de ressonância mas a um maior factor de amplificação na ressonância (Prates, 1993). A frequência natural (f) do aglomerado expandido como suporte anti-vibratório 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 $F/f > 4$ (Fernandez, 1974, 1987), 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 anti-vibrático fornece bons suportes para máquinas cujas velocidades de rotação sejam superiores a 1200 rpm (Andrade, 1948).

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

- 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 (Katel, 1956);
- outras máquinas da “La gazet van Antwerpen” foram isoladas com aglomerado expandido, encontrando-se ainda em funcionamento 29 anos depois (Katel, 1956).

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 entre elementos rígidos, nomeadamente em betão. Colocados entre a laje e o piso das construções, constituem também um bom isolamento acústico e mesmo térmico.

Os aglomerados compostos para juntas de expansão podem apresentar tipicamente como características, uma redução a 50% da espessura inicial para cargas de 0,35 a 10,5 MPa, uma recuperação a 90% da espessura original após compressão a 50%, e uma expansão de cerca de 6 mm para a mesma compressão (Gil, 1998).

O “*rubbercork*” pode também ser aplicado em juntas de dilatação.



3.5 – Granulados e regranulados de cortiça

São considerados granulados 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 (norma NP-114).

Os granulados e/ou os regranulados podem ser 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 betão, 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.

As características técnicas do regranulado de cortiça (Catálogos 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

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 (LEEC, 1977), 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 ao regranulado de cortiça expandida podem considerar-se os valores da tabela seguinte (Catálogos de Fabricantes).

Tabela 4 - Características de betões leves com regranulado.

TRAÇO VOLUME			Peso/m ³	Resistência compressão	Condutividade térmica
Cimento	Areia	Regranulado	Kg	daN/cm ²	W/m.°C
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

3.6 – Normalização e requisitos essenciais 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 Comité Europeu de Normalização 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) (Bicho, 1999).

Seguem-se quadros 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 Cortiça – Guia Normativo (Bicho, 1999) com actualizações). Saliente-se que as normas ISO-Cortiça foram anuladas (excepção feita com as dos aglomerados acústicos e das juntas) mas continuam aqui ainda indicadas por poderem ser uma referência e úteis para certos fins.

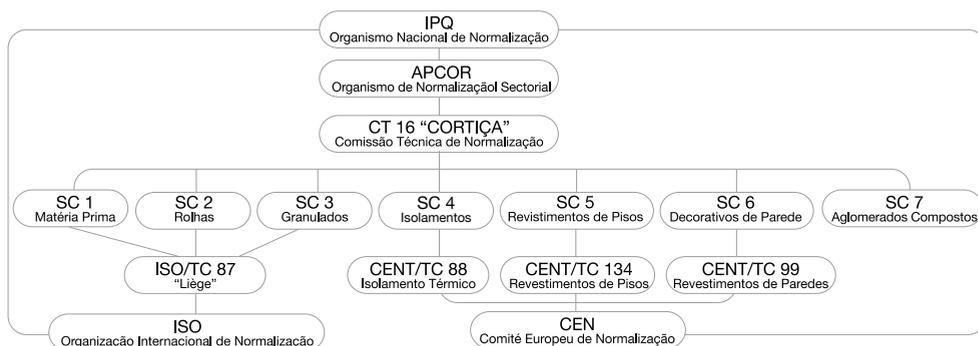


Tabela 5 - Granulado de cortiça (características, exigências e métodos).

CARACTERÍSTICA	EXIGÊNCIA	MÉTODO DE ENSAIO
Classificação	Por Massa volúmica e Granulometria	NP 605 ISO 2031 e NP 115 ISO 2030
Humidade	≤10 %	NP 606 ISO 2190
Teor em pó	≤ 0,4 %	NP 115 ISO 2030

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

Tabela 6 - Aglomerado composto de cortiça (características, exigências e métodos).

CARACTERÍSTICA	EXIGÊNCIA	MÉTODO DE ENSAIO
Espessura	≤ 3 mm	Tolerâncias s/ valor nominal: ± 15 % NP 2372
	> 3 mm	+ 15% 0 ISO 7322
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 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: ± 6,4 mm	NP 1777 ISO 3867
Largura	tolerância s/ valor nominal: ± 3,2 mm	NP 1777 ISO 3867
Espessura	tolerância s/ valor nominal: ± 0,15 mm	NP 1777 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 8 - Aglomerado composto de cortiça absorvente fónico (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: s/ chanfre ± 0,2 mm c/ chanfre ± 0,3 mm	NP 2804 ISO 9366
Esquadria	≤ 0,3 °	NP 2804
Rectilinearidade	≤ 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 9 - Aglomerado puro de cortiça absorvente fónico
(características, exigências e métodos).

CARACTERÍSTICA	EXIGÊNCIA	MÉTODO DE ENSAIO
Comprimento	tolerância: ± 0,4 %, c/ máximo 3 mm	NP 1551 ISO 2509
Espessura	mínima: 20 mm; tolerância: ± 0,4 mm	NP 1551 ISO 2509
Esquadria	≤ 0,3 °	NP 2804 ISO 9366
Tensão de rotura à flexão (para espessuras ≥ 20 mm)	≥ 140 kPa	NP 603 ISO 2077
Humidade	≤ 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 10 - Aglomerado de cortiça expandida
(características, exigências e métodos).

CARACTERÍSTICA	EXIGÊNCIA	MÉTODO DE ENSAIO
Conductividade térmica	≤ 0,060 W/m.K	ISO 8302
Resistência térmica	≥ 0,025 m².K/W	ISO 8301
Comprimento tolerâncias	Classe L1: valor nominal ± 3 mm Classe L2: valor nominal ± 5 mm	NP EN 822
Largura tolerâncias	Classe W1: valor nominal ± 2 mm Classe W2: valor nominal ± 3 mm	NP EN 822
Espessura 25 mm < esp ^a ≤ 50 mm esp ^a >50 mm	tolerâncias: Classe T1: ± 1 mm Classe T2: ± 2% c/ máximo 2 mm	NP EN 823
Esquadria Comp. e larg.	≤ 4 mm/m	NP EN 824
Espessura	≤ 2 mm/m	
Planeza	≤ 2 mm	NP EN 825
Estabilidade dimensional a (23±2)°C e (50±5)% hr comprimento e largura planeza	≤ 0,5% ≤ 1 mm/m	NP EN 1603
Estabilidade dimens. sob acção temp ^a e humidade comprimento e largura planeza	≤ 0,5% ≤ 1%	NP EN 1604

Deformação em condições específicas de compressão e temperatura	≥DLT	NP EN 1605
Manuseamento	≥ 130 kPa	EN 12089 mét° B
Teor em água	≤ 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	≥ nível declarado	NP EN 12430
Compressibilidade Espessura Compressibilidade Red. Esp. Longo termo	≤ valor declarado ≤ valor declarado Ver abaixo	NP EN 12431
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)	≤ 0,5 kg/m ²	NP EN 1609 mét° A
Transmissão ao vapor de água	≥ valor declarado	NP EN 12086
Massa volúmica aparente	≥ valor declarado	EN 1602
Resistência ao escoamento de ar	≥ nível declarado	EN 29053
Propriedades acústicas	≥ valor declarado	EN ISO 354:1993/A1 EN ISO 11654

Fonte - documento de especificação: NP EN 13170: 2001

Fluência sob compressão

A fluência sob compressão, ϵ_{ct} , e a redução total relativa da espessura, ϵ_t , devem ser determinadas após pelo menos cento e vinte e dois dias de ensaio, para a carga de compressão declarada, σ_c , dada em passos de, pelo menos, 1 kPa e os resultados devem ser extrapolados trinta vezes para obter os níveis declarados, de acordo com a EN 1606. A fluência sob compressão deve ser declarada em níveis, i_2 , e a redução total relativa da espessura deve ser declarada em níveis, i_1 , com passos de 0,5 %, para a carga declarada, σ_c . Nenhum resultado de ensaio deve exceder os níveis declarados para a carga declarada.

Nota 1: Exemplos de declaração de níveis da fluência sob compressão:

Nível	Tempo de ensaio dias	Tempo extrapolado anos	Carga declarada kPa	Exigência %
CC(i_1/i_2 %,10) σ_c	122	10	σ_c	$i_1/i_2 \leq i$
CC(i_1/i_2 %,25) σ_c	304	25	σ_c	$i_1/i_2 \leq i$
CC(i_1/i_2 %,50) σ_c	608	50	σ_c	$i_1/i_2 \leq i$

Nota 2: Relativamente ao código de designação conforme a secção 6, um nível declarado, por exemplo, de CC(2,5/2 %, 10)/50, indica um valor da fluência sob compressão que não excede 2% e uma redução da espessura total de 2,5%, após extrapolação de 10 anos (isto é, 30 vezes cento e vinte e dois dias de ensaio), sob uma carga declarada de 50 kPa.

Redução da espessura a longo termo

Quando a carga imposta à betonilha exceder 5,0 kPa, apenas os produtos que possuam um nível de compressibilidade declarado igual ou inferior a 2 mm devem ser utilizados e a redução de espessura a longo termo deve ser determinada.

Nota: Os níveis da carga imposta à betonilha foram retirados do ENV 1991-2-1 Eurocode 1 – Basis of design and actions on structures. Part 2.1 Actions on structures – Densities, self-weight and imposed loads.

A redução total relativa da espessura, ϵ_p , deve ser determinada após cento e vinte e dois dias de ensaio sob a carga imposta mais o peso próprio da betonilha, de acordo com a EN 1606 e extrapolada trinta vezes o que corresponde a dez anos. O valor a dez anos não deve exceder o nível de compressibilidade declarado.

Tabela 11 - Aglomerado de cortiça com borracha para revestimento de pisos (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 tardoz	\geq valor nominal	NP EN 429	
Esquadria Rectilinearidade	≤ 610 mm: > 610 mm:	$\leq 0,35$ mm $\leq 0,50$ mm	NP EN 426
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° 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 métº 3
Resistência ao cigarro		
esmagado:	≤ 1	NP EN 1399
queimadura:	≥ 4	

Fonte - documento de especificação: NP EN 1817:1999

Tabela 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 ≤ 0,2% e máximo de 1 mm	ISO 9366 NP EN 427
Espessura total (resultados individuais)	Desvio do valor nominal	ISO 9366 NP EN 428
com acabamento:	0 a 0,25 mm	
sem acabamento:	0 a 0,50 mm	
Esquadria e Retilinearidade		ISO 9366 NP EN 427
lado ≤ 400 mm:	≤ 0,50 mm	
lado > 400 mm:	≤ 1 mm	
Massa volúmica aparente		NP EN 433
valor médio:	≥ nominal	
valores individuais:	≥ 95 % nominal	
Massa por unidade de área		NP EN 430
valor médio:	nominal ± 10%	
Estabilidade dimensional		NP EN 434
variação permitida:	≤ 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 - 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 ≤ 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:	± 0,20 mm	
Esquadria e Retilinearidade		NP EN 427
lado ≤ 400 mm:	≤ 0,25 mm	
lado > 400 mm:	≤ 0,35 mm	
Estabilidade dimensional	≤ 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:	NP EN 436
valor médio:	± 0,05 g/m ³	

Espessura do tardez valor médio:	tolerância s/ valor nominal: ± 10 %	NP EN 429
Aderência entre camadas média: valores individuais:	≥ 35 N/50 mm ≥ 125 N/50 mm	NP EN 431

Fonte - documento de especificação: NP EN 655:1997

Tabela 14 - Painéis de revestimento de piso para instalação flutuante (características, exigências e métodos).

CARACTERÍSTICA	EXIGÊNCIA	MÉTODO DE ENSAIO
Dimensões medidas na camada de uso Painéis quadrados: Comprimento e Largura Painéis retangulares: Largura Comprimento	Desvio do valor nominal: ± 0,10 % c/ máx 0,5 mm ± 0,10 % c/ máx 0,5 mm máx 2,0 mm	NP EN 427
Espessura total: média valores individuais	Nominal ± 0,25 mm Máximo desvio da média: ± 0,30 mm	NP EN 428
Esquadria Rectilinearidade medida na camada de uso	≤ 0,50 mm ≤ 0,30 mm	NP EN 427
Planeza do painel em relação a Comprimento Côncavo / convexo Largura Côncavo / convexo	≤ 0,50 % / ≤ 1,0 % ≤ 0,10 % / ≤ 0,15 %	NP EN 14085 Anexo A
Folga entre painéis média valores individuais	≤ 0,15 mm ≤ 0,20 mm	NP EN 14085 Anexo B
Desnível entre painéis média valores individuais	≤ 0,15 mm ≤ 0,20 mm	NP EN 14085 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 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	≥ valor nominal	NP EN 426
Espessura total: ≤ 5 mm > 5 mm	tolerâncias s/valor nominal: ± 0,2 mm ± 5% c/ máximo 0,5 mm	NP EN 428
Massa por unidade de área	tolerância: valor nominal ± 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 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: NP EN 428
	Tipo I: Tipos II e III:	
Esquadria e Rectilinearidade	lado ≤ 400 mm:	NP EN 427
	lado > 400 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 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: $\pm 1 \%$ \geq valor nominal
	comprimento:	
Espessura total	tolerância s/ valor nominal: $\pm 0,3$ mm	ISO 7322
Rectilinearidade	tolerância: 1 % por cada 5 m de comprimento	NP EN 427
Tensão de rotura à tracção	≥ 200 kPa	ISO 7322
Humidade	$\leq 7\%$	NP EN 12105
Flexibilidade	não deve abrir fendas	ISO 4708
Teor em formaldeído	≤ 95 mg/kg	NP EN 12429

Fonte - documento de especificação: NP EN 13085: 2001

Tabela 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 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: ≤ 0,30 mm				média: ≤ 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 nº 3)			a superfície não deve apresentar alteração significativa (Pé nº 2)				
Pé de móvel em juntas soldadas	-	-			a superfície não deve apresentar alteração significativa (Pé nº 0)				

Fonte - documento de especificação: NP EN 655:1997

Tabela 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	≥ 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	≤ 0,4 mm				≤ 0,3 mm	
Cadeira com roletes	-				não deve ocorrer alteração significativa	
Pé de móvel	-				não deve ocorrer alteração significativa (Pé nº 2)	

Fonte - documento de especificação: NP EN 12104: 2000

Tabela 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	≥ 2,5 mm			≥ 3,0 mm	

Fonte - documento de especificação: NP EN 14085:2003

4 Aplicação e conservação de produtos de cortiça



4.1 – Exemplos de aplicações

No que se refere aos revestimentos, nos últimos anos, arquitectos, designers e decoradores voltaram a interessar-se pelos materiais naturais, entre os quais os de cortiça, que através da multiplicidade dos produtos de decoração/revestimento 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. O uso da cortiça na decoração tem aumentado a sua popularidade, quer para aplicadores profissionais, quer no domínio do “*do-it-yourself*”. Nomeadamente neste último caso, os modernos sistemas de aplicação (colagens, rolos, encaixes etc.) aumentam a sua facilidade e rapidez de instalação (Gil, 1998). Para utilização em revestimentos de piso, os produtos com base em cortiça são muito variados e podem agrupar-se em:

- a) Ladrilhos de aglomerado de cortiça;
- b) Ladrilhos de aglomerado de cortiça com elastómero;
- c) Ladrilhos de aglomerado de cortiça com PVC;
- d) Revestimentos vinílicos sobre suporte resiliente de aglomerado de cortiça e de aglomerado de cortiça com PVC no tardo;
- e) Revestimentos de “rubbercork”
- f) Pavimentos flutuantes com cortiça na camada superior e/ou inferior.

A nível do isolamento, as possibilidades de emprego do aglomerado expandido de cortiça na construção civil são (Gil, 1998):

- a) Açoteias e terraços - isolamentos térmicos, de vibrações, de condensação de humidade, impermeabilização;
- b) Muros e telhados - isolamento térmico, prevenção de condensações;
- c) Tabiques e portas - isolamento térmico e acústico;
- d) Paredes e tectos - correcção acústica, isolamento térmico, conforto ambiental, decoração;
- e) Solos - isolamento vibrátil e térmico;
- f) 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 de coberturas onde desempenha as funções de isolante e de suporte do sistema de impermeabilização, onde a resistência a temperaturas elevadas e características de resistência mecânica têm vantagens. No caso do isolamento pelo exterior, as placas de aglomerado são coladas/fixadas na face exterior da parede e posteriormente é aplicado o revestimento apropriado, por exemplo, reboco (Catálogos de Fabricantes).

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

exercer elevadas pressões fixas e/ou móveis (Gil, 1998; Medeiros, n.d.), nomeadamente no piso dessas câmaras onde são colocados os bens a conservar e onde pode ter que circular 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, em que o material isolante fica à vista, e que em associação acaba também por isolar termicamente e ainda por diminuição ou redução sonora de som por impacto (percussão) em aplicações especiais, tal como no caso do parquet de cortiça aglomerada, no parquet flutuante ou em casos em que os produtos de cortiça servem de descontinuidade entre elementos rígidos.

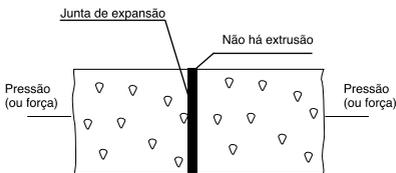
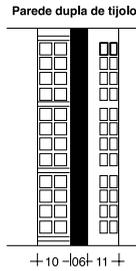
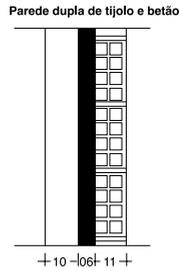
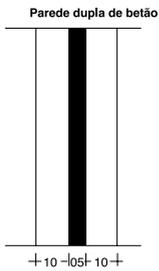
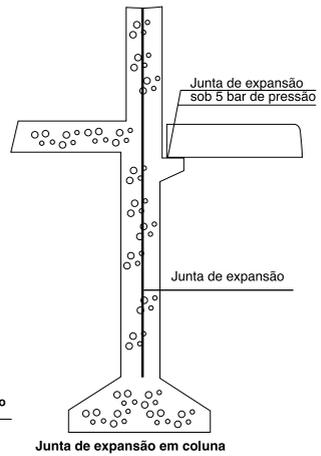
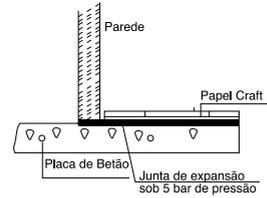
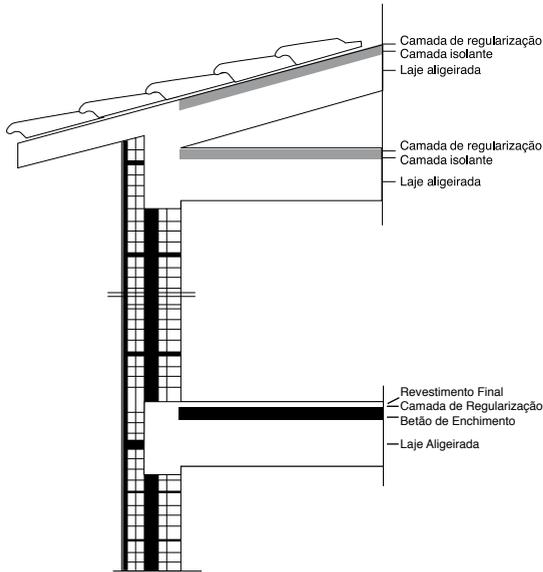
No campo anti-vibrático em que se utilizam os aglomerados mais densos, estes aplicam-se designadamente como amortecedores das vibrações nos suportes das máquinas, de modo a reduzir a transmissão das vibrações de funcionamento às estruturas em que assentam, ou a que estão ligados, o mesmo acontecendo para o isolamento das fundações. Os aglomerados de cortiça são especialmente indicados para utilização em tapetes anti-vibráteis, especialmente para as altas frequências (Garrett, 1946). São também aplicados como juntas de descontinuidade e dilatação entre elementos rígidos.

Existem ainda algumas aplicações específicas de granulados e regranolados de cortiça, podendo definir-se algumas funções específicas na construção civil:

- 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.

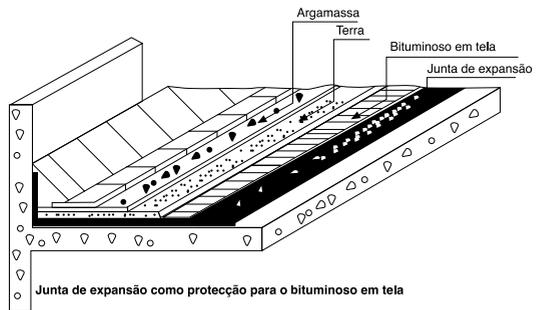


Aplicações dos aglomerados na construção civil



Quando temperatura aumenta, o betão expande e aperta a junta

Junta de expansão numa junta dum pavimento
(auto-estrada; parque de estacionamento)



4.2 – Métodos de aplicação

Um dos aspectos a ter em atenção na aplicação dos produtos de cortiça, nomeadamente 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). Deve também ter-se o cuidado de que o pavimento a ser revestido esteja já em equilíbrio higroscópico na altura da aplicação, sendo usualmente referenciado um período de 48 horas. Estes condicionamentos evitarão grandes transferências de humidade e, conseqüentemente, grandes variações dimensionais e/ou encurvamentos.

Deve retirar-se na totalidade o antigo revestimento, caso exista, e todo o pavimento de trabalho deve estar estruturalmente nivelado e limpo. No caso da utilização de cola (por exemplo, ladrilhos), esta deve ser compatível com a cortiça (acrílica, neoprene). No caso do pavimento ser em betonilha, a sua humidade residual não deve ser superior a 2,5%. Se a alcalinidade do pavimento for superior a 10, é conveniente neutralizá-lo antes da aplicação (Catálogos de Fabricantes).

Antes da aplicação os revestimentos devem ser seleccionados com relação à intensidade de tráfego dos locais em que vão ser colocados. Após aplicação, deverão os revestimentos ser conservados de acordo com o tipo de acabamento (por exemplo, verniz).

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, por exemplo, 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 do tipo PVA no rebordo macho) e no segundo por pressão e prisão (por vezes auxiliados por um maço).

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's, 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);
- instalar as placas seguindo a direcção da principal fonte de luz;
- 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 (Catálogos de Fabricantes) exemplo, uma película de polietileno.

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).

4.3 – Conservação e limpeza

Os revestimentos em aglomerados de cortiça são duráveis, sobretudo se bem conservados e com manutenção adequada, devendo-se evitar 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 ainda 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, aconselha-se a utilização de aspirador e esfregona apenas ligeiramente húmida.

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.

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.

No caso das outras aplicações de produtos de cortiça em construção civil não há cuidados especiais de conservação e limpeza a considerar.



5 Os produtos de cortiça no âmbito da Directiva dos Produtos de Construção



A cortiça, propriamente dita não é um material de construção, mas alguns dos “seus” produtos sim, como é o caso dos para isolamento térmico e para revestimento de piso.

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 (Bicho, 1999).

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).

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 (Bicho, 1999).

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.

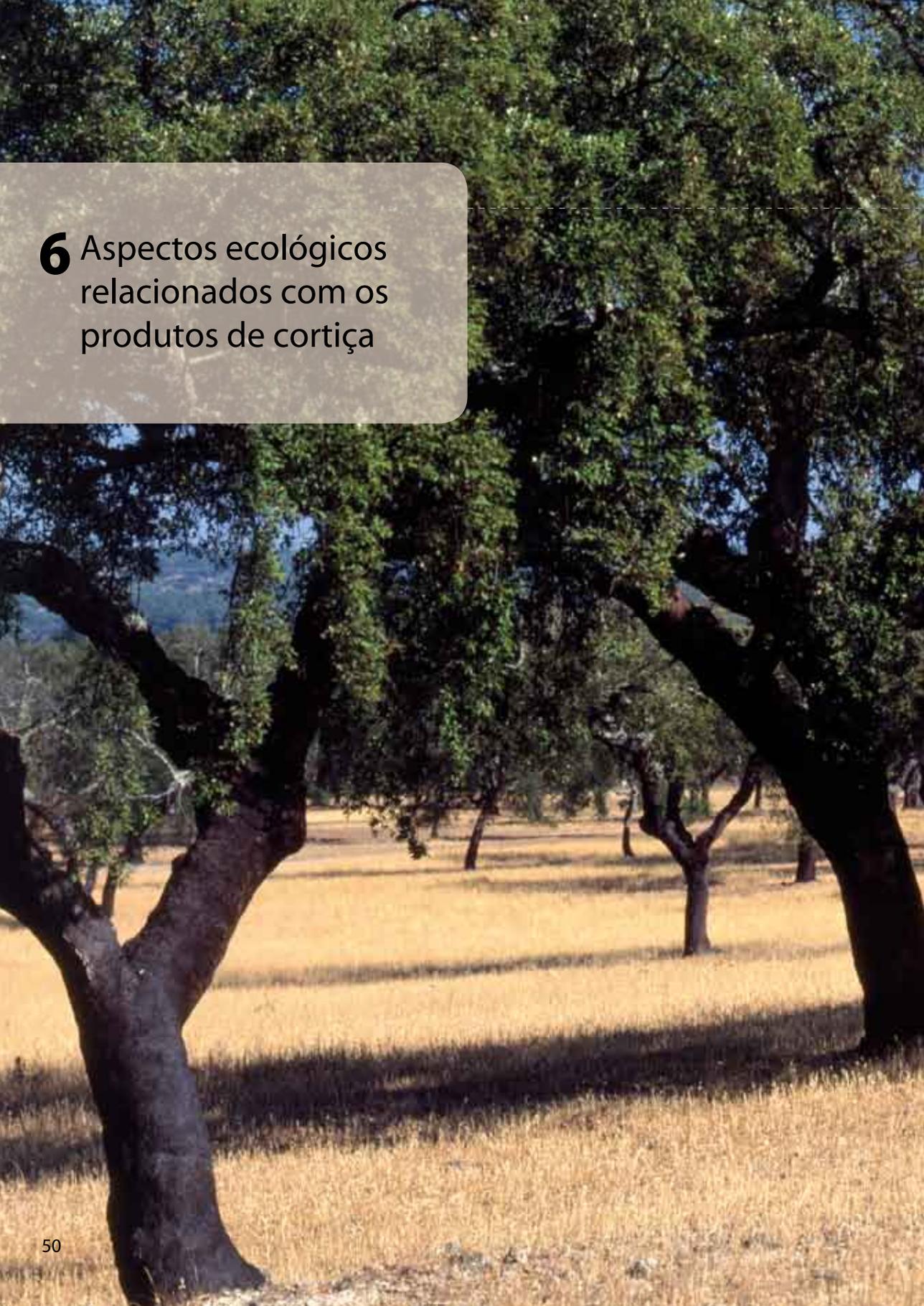
As hEN são voluntárias como as restantes Normas Europeias, mas são desenvolvidas em torno de exigências essenciais e são elaboradas com base em Mandatos da Comissão (Directiva 98/34/EC), a sua referência é publicada no Jornal Oficial, é obrigatória a sua transposição para a normalização nacional, sendo derogadas as normas nacionais do mesmo âmbito.

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 dos produtos cuja aposição é da exclusiva responsabilidade do fabricante.

Como normas aplicáveis temos:

- isolamento térmico: NPEN 13170, que virá a ter uma adenda para a montagem e fixação;
- revestimento de piso: NPEN 12104, NPEN 655 e NPEN 1817 para o parquet e para o que tem camada de uso em PVC. Para o cumprimento dos requisitos essenciais da directiva a norma é a NPEN 14041;
- revestimento de parede: NPEN 12781 e NPEN 13085

Estas normas dão os níveis de desempenho para diversas características e as exigências essenciais aplicáveis, nomeadamente nos seus anexos. Acresce que a NPEN 685 dá a classificação ao uso para todos os revestimentos de piso.

A photograph of a cork oak forest. The trees have thick, dark, textured bark and dense green foliage. The ground is covered in dry, golden-brown grass. A semi-transparent grey box with rounded corners is positioned in the upper left, containing the text '6 Aspectos ecológicos relacionados com os produtos de cortiça'.

6 Aspectos ecológicos relacionados com os produtos de cortiça

6.1 – Reutilização e reciclabilidade

No final do período de utilização, muitas vezes imposto pelo fim da vida útil do próprio edifício ou obra, 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 (Gil, 1996; Gil 2002).

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 (Gil, 2002).

Os granulados de cortiça natural não expandida 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.

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% natural e ecológico, vantagem muito difícil de igualar pelos materiais concorrentes.

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 ou mesmo cedida à rede eléctrica, dado o elevado conteúdo energético deste material. Não há resíduo industrial de cortiça que não seja reutilizado ou de outro modo valorizado/aproveitado.

O facto de se utilizarem produtos de cortiça é também muito importante do ponto de vista ecológico, porque se esta a utilizar um produto renovável em produtos de longa duração, promovendo a fixação de CO₂. Para além disso, um sobreiro explorado com extracções periódicas de cortiça, produz entre 250% e 400% mais de cortiça (Gil, 1998) do que a que produziria se não fosse explorado, incrementando a fixação de CO₂. Por isso, o consumo

de produtos de cortiça que conduz à exploração desse material promove a formação de mais cortiça a que corresponde uma maior quantidade de CO₂ sequestrado (Gil, 2005). Relativamente à quantidade de CO₂ sequestrado especificamente pelos produtos de cortiça para a construção civil, podem ser feitos os seguintes cálculos aproximados:

- utilizando os valores de referência indicados em 1.4, temos:

a) Revestimentos = 10 milhões m²/ano, considerando uma espessura média de 4 mm e uma massa volúmica média de 450 kg/m³ = 18.000 ton/ano

b) Isolamentos = 150.000 m³/ano, considerando uma massa volúmica média de 120 kg/m³ = 18.000 ton/ano

corresponde a um valor global de 36.000 ton/ano.

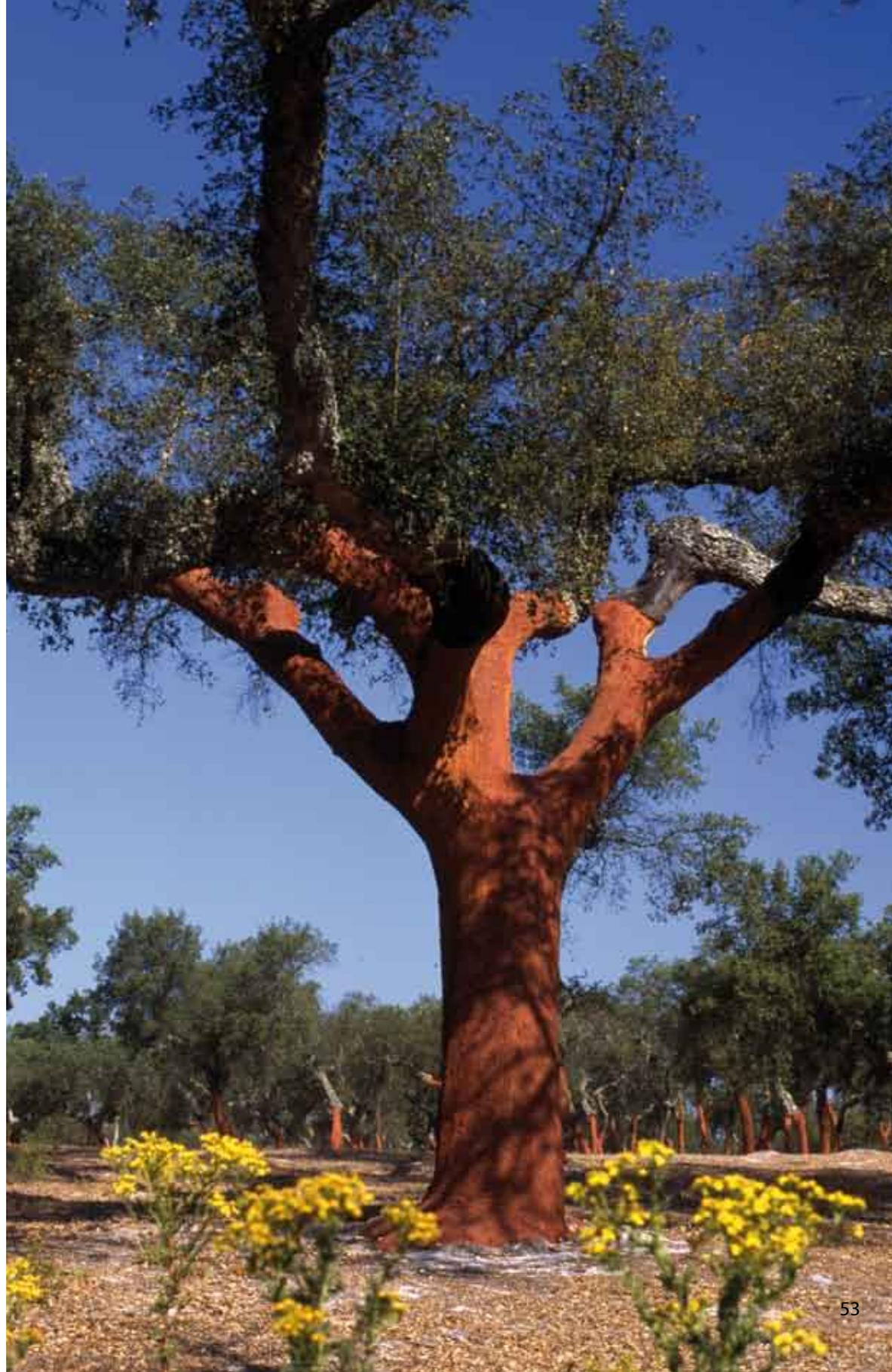
Sabendo que o teor médio de carbono da cortiça é de 57,37% (Gil, 2005), as 36.000 toneladas de cortiça correspondem a 20.653 toneladas de carbono/ano a que corresponde 75.673 toneladas CO₂/ano sequestrado (CO₂/C = 3,664).

Para uma melhor percepção do que é este valor, podem ainda ser efectuadas as seguintes conversões:

- considerando uma quilometragem média anual de um veículo automóvel de 17.500 km e a produção média de 170 g de CO₂/km, sabemos que num ano esse veículo produz 2,98 toneladas de CO₂. Assim, facilmente chegamos a que as 75.673 toneladas CO₂/ano sequestradas pelos produtos de cortiça para a construção civil correspondem à poluição gerada por cerca de 25.394 veículos por ano.

Saliente-se que estes são cálculos aproximados, correspondentes apenas à produção portuguesa, não se tendo entrado em linha de conta com outros produtos de cortiça, como juntas de dilatação, regranulado etc., sendo no entanto indicativos da importância ecológica dos produtos de cortiça.

Concluindo, existem poucos produtos que possam rivalizar com a harmonia ecológica da cortiça (Anónimo, 2005).





7 Futuros produtos de cortiça para a construção civil

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 (Gil, 1990; Gil, 2001).

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, muitas vezes responsáveis pela selecção dos materiais a utilizar, mas que, por vezes, os desconhecem. Porém esta abertura terá que estar perfeitamente coordenada com uma oferta suficiente.

Nesta área dos aglomerados compostos, está por explorar a produção industrial de aglomerados de cortiça rígidos, com base, nomeadamente, em ligantes plásticos (Gil, 1998^a) alargando aplicações e possibilitando-se a utilização de resíduos industriais com maior valor acrescentado.

Prevê-se também no futuro, o incremento da utilização de produtos de cortiça em associação com outros materiais, para fins estruturais, de que um exemplo é o da referência (Gil, 2005^b), assim como em utilizações de muito elevado valor acrescentado como sejam novas aplicações inovadoras no sector da construção e em outros domínios específicos.

Finalmente, ainda relacionado com a construção civil foi estudado e está em utilização um novo produto (Gil, 1999^a) para limpeza/remoção de sujidades e depósitos existente em materiais expostos à poluição ambiental com base na projecção de partículas de cortiça. 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.



■ *Agradecimentos*

O autor gostaria de agradecer a inestimável ajuda da Eng^a Margarida Bicho e do Eng^o Paulo Silva, assim como aos revisores da indústria na elaboração/actualização da informação normativa e outra deste Caderno.

BIBLIOGRAFIA

- Andrade A., 1962, Thermic and acoustic insulation, Separata Bol JUC. Lisboa.
- Andrade, A., 1948, Bol. JNC, N° 122, p. 61-66.
- Anónimo, 1973, A cortiça no isolamento sonoro de pavimentos, Separata Bol. JNC, Lisboa.
- Anónimo, 1986, Bol. IPF-Cortiça, N° 569, p. 65-67.
- Anónimo, 2000, The cork oak and the cork, Ed. DGDR, Lisboa.
- Anónimo, 2005, Notícias APCOR, N° 41, p. 13.
- Bicho, M.F.; Gil, L., 1999, Cortiça – Guia Normativo, Ed. IPQ/CTCOR, Lisboa
- Borges, 1986, Bol. IPF-Cortiça, N°573, p. 205-207.
- DGR, 2000, The cork oak and the cork, Ed. DGDR, Lisboa
- Directiva de Produtos de Construção, N° 89/106/CEE.
- EGF, 1982, Análise tecnológica do sector corticeiro, Vol. I e II, Lisboa.
- Fernandez, L.V., 1971, Aglomerados negros de corcho – Partes I e II, AITIM, SérieC, N°44, Madrid.
- Fernandez L.V., 1974, Estudio de la calidad de los aglomerados de corcho acusticos y vibraticos, AITIM, Série C, N° 62, Madrid.
- Fernandez L.V., 1984, Estanquidad, Dezembro, p.29-34.
- Fernandez, L.V, 1987, Bol. IPF-Cortiça, N° 587, p. 222-229.
- Garret, A., 1946, Cortiça aplicada, Ed. Altura, Porto.
- Gibson L.J., Ashby M. F., 1988, Cellular Solids. Structure and Properties, Pergamon Press, Oxford.
- Gil L., 1990, Rev. Foresta e Ambiente, N°11, p. 34-35.
- Gil L., 1996, Int. Conf. Applic. Of Life Cycle Assesment in Agric. Food and non-Food Agro-Industry and Forestry, Bruxelles.
- Gil L., 1987, Cortiça - Tecnologia de processamento e constituição química, Monografia Curso Mestrado Química Orgânica Tecnológica, UNL/LNETI, Ed. DTIQ, N° 3, Lisboa.
- Gil L., 1998, Cortiça – Produção, Tecnologia e Aplicação, Ed INETI, Lisboa.
- Gil, L., 1998ª, Patente Portuguesa N°94133.
- Gil L., 1999, Patente Portuguesa N°100647.
- Gil, L., 1999ª, Patente Portuguesa N°101915
- Gil, L., 2001, Cortiça Revista, N°1, p. 41-42.
- Gil L., 2002, World Renewable Energy Congress VII, Colónia, p. 705.
- Gil, L., 2005, Rev. Indústria & Ambiente, N°38, p.10-11.
- Gil, L., 2005ª, "Cortiça" in Materiais de Construção: Guia de Utilização, Ed. Loja da Imagem, Lisboa, p. 96-127.
- Gil, L., 2005ª, Patente Portuguesa N°102992.
- IPF, 1986, Bol. IPF_cortiça, N° 569, p. 65-67.
- JNC, 1973, A cortiça no isolamento sonoro de pavimentos, Separata Bol. JNC, Lisboa.
- Katel I.E., 1956, Bol. JNC, N° 207, p. 67-73.
- LEEC, 1974, Separata Bol. IPF-Cortiça, N° 427.
- LEEC, 1977, Bol. IPF-Cortiça, N° 469 e 470, p. 567-568 e p. 595-596.
- LEEC, 1978, Bol. IPF-Cortiça, N° 472, p. 49-50.
- Lissia F., Pes A., 1967, Bol. JNC, N° 339, p. 4-8.
- Lissia, F. 1977, Bol. IPF-Cortiça, N° 469, p. 553-561.
- Maurício, N.; Gil, L., 2003, Engenharia 2003 – Inovação e Tecnologia, Covilhã.
- Medeiros H., ABC insulation corkboard, Ed. JNC, Porto, n.d.
- Medeiros H., 1979, Bol. IPF-Cortiça, N° 490 e 491, p. 415-428 e 443-462.
- Oliveira M.A.; Oliveira L., 2000, The cork, Ed. Corticeira Amorim, Rio de Mouro.
- Pereira, 1988, J.C.S., Suplemento Boletim IPF-Cortiça, N° 600, p. 211-218.
- Prates, M.J.L., 1993, Características e comportamento mecânico de aglomerados negros de cortiça, Dissertação Curso Mestrado em Engª Mecânica, IST, Lisboa.
- Pinto, R., Melo B., 1988, Bol. IPF-Cortiça, N° 602, p. 322-338.
- Silva, H.L., 1982, Bol. IPF-Cortiça, N° 520, p.31-32.

NORMAS RELACIONADAS COM MATERIAS DE CORTIÇA PARA CONSTRUÇÃO CIVIL

NP EN 12781:2001 (Ed. 1) Revestimentos de paredes. Especificação dos painéis de cortiça. CT - 16

NP 114:1994 (Ed. 3) Cortiça. Granulados. Classificação e características.

NP 605:1996 (Ed. 4) Granulados de cortiça. Determinação da massa volúmica aparente.

NP 603:1967 Aglomerados de cortiça puros expandidos em placas - Determinação da tensão de rotura por flexão

NP 1042:1985 Aglomerados de cortiça puros expandidos em placas - Determinação da humidade

NP 115:1994 (Ed. 3) Cortiça. Granulados. Determinação da granulometria por peneiração mecânica.

NP 606:1995 (Ed. 4) Granulados de cortiça. Determinação da humidade.

NP 2372:1997 (Ed. 2) Aglomerado composto de cortiça. Ensaios.

NP 3004:1997 (Ed. 2) Aglomerado composto de cortiça. Especificações, colheita de amostras, embalagem e marcação.

NP 1777:1997 (Ed. 2) Aglomerado composto de cortiça. Material para preenchimento de juntas de dilatação. Ensaios.

NP 1778:1997 (Ed. 2) Aglomerado composto de cortiça. Material para preenchimento de juntas de dilatação. Especificações. Embalagem.

NP 2804:1999 (Ed. 2) Ladrilhos de aglomerado composto para revestimento de pisos. Determinação das dimensões e dos desvios da esquadria e da rectilinearidade das arestas.

NP EN 670:2000 (Ed. 1) Revestimentos de piso resilentes. Identificação do linóleo e determinação do teor de cimento e de resíduo de cinza.

NP 1552:1999 (Ed. 3) Aglomerado composto de cortiça absorvente fónico. Especificação, colheita de amostras e acondicionamento.

NP 1551:1999 (Ed. 2) Aglomerado de cortiça expandida absorvente fónico. Especificação, colheita de amostras e acondicionamento.

NP EN 822:1994 (Ed. 1) Produtos de isolamento térmico para aplicação em edifícios. Determinação do comprimento e da largura.

NP EN 823:1994 (Ed. 1) Produtos de isolamento térmico para aplicação em edifícios. Determinação da espessura.

NP EN 824:1994 (Ed. 1) Produtos de isolamento térmico para aplicação em edifícios. Determinação da esquadria.

NP EN 825:1994 (Ed. 1) Produtos de isolamento térmico para aplicação em edifícios. Determinação da planeza.

NP EN 1603:1998 (Ed. 1) Produtos de isolamento térmico para aplicação em edifícios. Determinação da estabilidade dimensional em condições normais e constantes de laboratório (23°C/50% de humidade relativa).

NP EN 1604:1998 (Ed. 1) Produtos de isolamento térmico para aplicação em edifícios. Determinação da estabilidade dimensional em condições definidas de temperatura e humidade.

NP EN 1605:1998 (Ed. 1) Produtos de isolamento térmico para aplicação em edifícios. Determinação da deformação em condições definidas de compressão e temperatura.

NP EN 12089:1997 (Ed. 1) Produtos de isolamento térmico para aplicação em edifícios. Determinação do comportamento à flexão.

NP EN 12105:1999 (Ed. 1) Revestimentos de piso resilientes. Determinação do teor de água do aglomerado composto de cortiça.

NP EN 13501-1:2004 (Ed. 1) Classificação do desempenho face ao fogo de produtos e de elementos de construção. Parte 1: Classificação utilizando resultados de ensaios de reacção ao fogo.

NP EN 1602:1998 (Ed. 1) Produtos de isolamento térmico para aplicação em edifícios. Determinação da massa volúmica aparente.

NP EN 826:1996 (Ed. 1) Produtos de isolamento térmico para aplicação em edifícios. Determinação do comportamento à compressão.

NP EN 12430:1999 (Ed. 1) Produtos de isolamento térmico para aplicação em edifícios. Determinação do comportamento sob acção de carga pontual.

NP EN 12431:1999 (Ed. 1) Produtos de isolamento térmico para aplicação em edifícios. Determinação da espessura dos produtos de isolamento para aplicação em pisos flutuantes.

NP EN 1606:1997 (Ed. 1) Produtos de isolamento térmico para aplicação em edifícios. Determinação da fluência em compressão.

NP EN 1607:1998 (Ed. 1) Produtos de isolamento térmico para aplicação em edifícios. Determinação da resistência à tracção perpendicular às faces.

NP EN 12090:1997 (Ed. 1) Produtos de isolamento térmico para aplicação em edifícios. Determinação do comportamento ao corte.

NP EN 1609:1998 (Ed. 1) Produtos de isolamento térmico para aplicação em edifícios. Determinação da absorção de água por imersão parcial: ensaio de curta duração.

NP EN 12086:1997 (Ed. 1) Produtos de isolamento térmico para aplicação em edifícios. Determinação das propriedades de transmissão ao vapor de água.

EN 29053:1993 (Ed. 1) Acoustics. Materials for acoustical applications. Determination of airflow resistance (ISO 9053:1991).

EN ISO 354:2003 (Ed. 2) Acoustics. Measurement of sound absorption in a reverberation room (ISO 354:2003).

EN ISO 11654:1997 (Ed. 1) Acoustics. Sound absorbers for use in buildings. Rating of sound absorption (ISO 11654:1997).

NP EN 13170:2001 (Ed. 1) Produtos de isolamento térmico para aplicação em edifícios. Produtos manufacturados de cortiça expandida (ICB). Especificação.

NP EN 426:1994 (Ed. 1) Revestimentos de piso resilientes. Determinação da largura, do comprimento, da rectilinearidade e da planeza dos materiais em peça.

NP EN 429:1994 (Ed. 1) Revestimentos de piso resilientes. Determinação da espessura das camadas.

NP EN 433:1995 (Ed. 1) Revestimentos de piso resilientes. Determinação da massa residual após aplicação de carga estática.

NP EN 434:1995 (Ed. 1) Revestimentos de piso resilientes. Determinação da estabilidade dimensional e do encurvamento após exposição ao calor.

NP EN 435:1995 (Ed. 1) Revestimentos de piso resilientes. Determinação da flexibilidade.

NP EN 431:1995 (Ed. 1) Revestimentos de piso resilientes. Determinação da resistência à separação entre camadas.

NP EN 1399:1998 (Ed. 1) Revestimentos de piso resilientes. Determinação da resistência à queimadura do cigarro e ao cigarro esmagado.

NP EN 1817:1999 (Ed. 1) Revestimentos de piso resilientes. Especificações dos revestimentos de piso lisos, homogêneos e heterogêneos, de borracha.

NP EN 427:1995 (Ed. 1) Revestimentos de piso resilientes. Determinação do comprimento do lado, da esquadria e da rectilinearidade dos ladrilhos.

NP EN 428:1994 (Ed. 1) Revestimentos de piso resilientes. Determinação da espessura total.

NP EN 433:1995 (Ed. 1) Revestimentos de piso resilientes. Determinação da massa residual após aplicação de carga estática.

NP EN 430:1995 (Ed. 1) Revestimentos de piso resilientes. Determinação da massa por unidade de área.

NP EN 12104:2000 (Ed. 1) Revestimentos de piso resilientes. Ladrilhos de aglomerado composto de cortiça. Especificação.

NP EN 436:1995 (Ed. 1) Revestimentos de piso resilientes. Determinação da massa volúmica.

NP EN 429:1994 (Ed. 1) Revestimentos de piso resilientes. Determinação da espessura das camadas.

NP EN 431:1995 (Ed. 1) Revestimentos de piso resilientes. Determinação da resistência à separação entre camadas.

NP EN 655:1997 (Ed. 1) Revestimentos de piso resilientes. Ladrilhos de aglomerado composto de cortiça com camada de uso em policloreto de vinilo. Especificações.

NP EN 14085:2003 (Ed. 1) Revestimentos de piso resilientes. Especificação dos painéis de revestimento de piso para instalação flutuante.

NP EN 12103:1999 (Ed. 1) Revestimentos de piso resilientes. Forros de aglomerado de cortiça. Especificação.

NP EN 672:1997 (Ed. 1) Revestimentos de piso resilientes. Determinação da massa volúmica aparente do aglomerado de cortiça.

NP EN 12149:1998 (Ed. 1) Revestimentos de paredes em rolos. Determinação da migração de metais pesados e outros elementos, do monómero de cloreto de vinilo e da emissão de formaldeído.

NP EN 12781:2001 (Ed. 1) Revestimentos de paredes. Especificação dos painéis de cortiça.

NP EN 12429:1999 (Ed. 1) Produtos de isolamento térmico para aplicação em edifícios. Condicionamento até à humidade de equilíbrio hidrosópico, em condições específicas de temperatura e humidade.

NP EN 13085:2001 (Ed. 1) Revestimentos de parede. Especificação dos rolos de cortiça.

NP EN 1817:1999 (Ed. 1) Revestimentos de piso resilientes. Especificações dos revestimentos de piso lisos, homogêneos e heterogêneos, de borracha.

NP EN 655:1997 (Ed. 1) Revestimentos de piso resilientes. Ladrilhos de aglomerado composto de cortiça com camada de uso em policloreto de vinilo. Especificações.

NP EN 14085:2003 (Ed. 1) Revestimentos de piso resilientes. Especificação dos painéis de revestimento de piso para instalação flutuante.

NP EN 14041:2005 (Ed. 1) Revestimentos de piso resilientes, têxteis e laminados. Características essenciais.

NP EN 685:2005 (Ed. 2) Revestimentos de piso resilientes, têxteis e laminados. Classificação.

ASTM C209-98 Standard Test Methods for Cellulosic Fiber Insulating Board

ISO 2031:1991 Granulated cork - Determination of bulk density

ISO 2030:1990 Granulated cork - Size analysis by mechanical sieving

ISO 2190:1998 Granulated cork - Determination of moisture content

ISO 1997:1992 Granulated cork and cork powder - Classification, properties and packing

ISO 7322:2000 Composition cork - Test methods

ISO 4714:2000 Composition cork - Specifications, sampling, packaging and marking

ISO 3867:2001 Composition cork - Expansion joint fillers - Test methods

ISO 3869:2001 Composition cork - Expansion joint fillers - Specifications, packaging and marking

ISO 9366:2001 Agglomerated cork floor tiles - Determination of dimensions and deviation from squareness and from straightness of edges

ISO 354:2003 Acoustics - Measurement of sound absorption in a reverberation room

ISO 2510:1989 Sound-reducing composition cork in tiles

ISO 2509:1989 Sound-absorbing expanded pure agglomerated cork in tiles

ISO 2077:1979 Pure expanded corkboard - Determination of the modulus of rupture by bending

ISO 2066:2004 Resilient floor coverings - Determination of moisture content of agglomerated composition cork

ISO 8301:1991 Thermal insulation - Determination of steady-state thermal resistance and related properties
- Heat flow meter apparatus

ISO 8302:1991 Thermal insulation - Determination of steady-state thermal resistance and related properties
- Guarded hot plate apparatus

ISO 4649:2002 Rubber, vulcanized or thermoplastic - Determination of abrasion resistance using a rotating cylindrical drum device

ISO 7619-1:2004 Rubber, vulcanized or thermoplastic - Determination of indentation hardness - Part 1: Duro-meter method (Shore hardness)

ISO 7619-2:2004 Rubber, vulcanized or thermoplastic - Determination of indentation hardness - Part 2: IRHD pocket meter method

ISO 105-B02:1994 Textiles - Tests for colour fastness - Part B02: Colour fastness to artificial light: Xenon arc fading lamp test

ISO 9366:2001 Agglomerated cork floor tiles - Determination of dimensions and deviation from squareness and from straightness of edges

ISO 7322:2000 Composition cork - Test methods

ISO 140-1:1997 Acoustics - Measurement of sound insulation in buildings and of building elements - Part 1: Requirements for laboratory test facilities with suppressed flanking transmission

ISO 8724:1989 Cork decorative panels - Specification

ISO 4708:2000 Composition cork - Gasket material - Test methods



Ministério da Economia
e da Inovação

Icep Portugal



prime
Programa de Incentivo à
Modernização da Economia