

SOALHOS COMPÓSITOS INDUSTRIALIZADOS EM MADEIRA

Revisão tecnológica

PEDRO CASTRO DE SOUSA

Dissertação submetida para satisfação parcial dos requisitos do grau de
MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL — ESPECIALIZAÇÃO EM CONSTRUÇÕES

Orientador: Professor Doutor José Manuel Marques Amorim de
Araújo Faria

JULHO DE 2011

MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA CIVIL 2010/2011

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

Tel. +351-22-508 1901

Fax +351-22-508 1446

✉ miec@fe.up.pt

Editado por

FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO

Rua Dr. Roberto Frias

4200-465 PORTO

Portugal

Tel. +351-22-508 1400

Fax +351-22-508 1440

✉ feup@fe.up.pt

🌐 <http://www.fe.up.pt>

Reproduções parciais deste documento serão autorizadas na condição que seja mencionado o Autor e feita referência a *Mestrado Integrado em Engenharia Civil - 2010/2011 - Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2011.*

As opiniões e informações incluídas neste documento representam unicamente o ponto de vista do respectivo Autor, não podendo o Editor aceitar qualquer responsabilidade legal ou outra em relação a erros ou omissões que possam existir.

Este documento foi produzido a partir de versão electrónica fornecida pelo respectivo Autor.

Aos meus Pais e em especial ao meu Avô

O engenho nasce da dificuldade

Pedro Sousa

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Prof. Dr. Amorim Faria, pelo acompanhamento nesta dissertação e em especial pelos sábios ensinamentos e conselhos que me transmitiu durante o curso e que muito estimularam o meu gosto pela engenharia.

À Estela, pelo incentivo e dedicação constante e pelo partilhar de alegrias e tristezas que surgiram ao longo do curso.

À empresa SOPSEC e em particular ao Marcelo Mendes pela disponibilização e total abertura ao caso de estudo analisado nesta dissertação.

RESUMO

Revestimentos de piso em madeira têm já uma longa tradição no interior dos edifícios. No século XX, a revolução industrial e o crescimento económico estimularam a indústria da construção e consequentemente os níveis de procura de revestimentos de piso. Ao nível dos revestimentos de piso em madeira, essa procura motivou a exploração desregrada, em massa, pondo em causa a sustentabilidade da própria matéria-prima.

Por estas razões surgiram os soalhos compósitos industrializados (mais conhecidos por parquet multi-camada), que permitiram racionalizar o uso da madeira e ao mesmo tempo diminuir as variações dimensionais por exposição à humidade. Desde então, diversos fabricantes europeus desenvolvem novas tecnologias que facilitam a colocação em obra e o recurso a espécies de madeira sustentáveis.

Esta dissertação desenvolve um estudo tecnológico dos soalhos compósitos industrializados, ao nível dos materiais, componentes, processos de fabrico e execução dos trabalhos. Para o controlo de qualidade em obra desenvolveram-se fichas de inspecção e ensaio e uma avaliação de anomalias potenciais associadas.

Os soalhos compósitos industrializados são esteticamente atraentes, duráveis e de reduzido impacto ambiental. Exigem uma manutenção cuidada e um rigoroso controlo de qualidade, essencialmente por serem sensíveis à acção da humidade.

PALAVRAS-CHAVE: Madeira, Revestimentos de piso em madeira, Parquet multi-camada, Análise tecnológica de produto, Controlo de qualidade.

ABSTRACT

There's a strong tradition in using wood flooring inside buildings. In the 20th century, the Industrial Revolution and economic progress stimulated the construction industry and consequently the search for floor coverings. The demand for wood flooring led to an unregulated exploitation of wood, disregarding the sustainability of the raw material.

Multi-layer parquet came as an answer to these problems, since it allows the rational use of wood and decreases the dimensional variations due to moisture exposure. Several European manufacturers have been developing new technologies which make its construction use easier and allow the usage of sustainable wood species.

This dissertation develops a technological study of multi-layer parquet, at material, component, manufacturing processes and work execution levels. It was created test inspection sheets for construction quality control and made an assessment of potential pathologies.

Multi-layer parquet is aesthetically attractive, durable and of low environmental impact. It requires a careful maintenance and a rigorous quality control, mainly due to its moisture exposure sensitivity.

KEYWORDS: Wood, Wood flooring, Multi-layer parquet, Product technology analysis, Quality control.

ÍNDICE GERAL

AGRADECIMENTOS	i
RESUMO	iii
ABSTRACT	v
 1. INTRODUÇÃO	 1
1.1. OBJECTO DE ESTUDO	1
1.2. MOTIVAÇÃO	2
1.3. OBJECTIVOS	2
1.4. BASES BIBLIOGRÁFICAS	2
1.5. ESTRUTURA E ÂMBITO DA DISSERTAÇÃO	2
 2. MADEIRA NA CONSTRUÇÃO	 5
2.1. ENQUADRAMENTO HISTÓRICO DA MADEIRA	5
2.2. MADEIRA E DERIVADOS	6
2.2.1. MADEIRA MACIÇA	9
2.2.2. DERIVADOS DE MADEIRA	10
2.2.2.1. Derivados de madeira para uso estrutural	10
2.2.2.2. Aglomerados de madeira	10
2.3. PROPRIEDADES DA MADEIRA	11
2.3.1. CONCEITOS GERAIS	11
2.3.2. PROPRIEDADES FÍSICAS	12
2.3.2.1. Higroscopicidade	12
2.3.2.2. Massa volúmica	14
2.3.2.3. Condutibilidade térmica	14
2.3.2.4. Propriedades acústicas	14
2.3.2.5. Dureza	14
2.3.2.6. Cor e aspecto	15
2.3.3. PROPRIEDADES MECÂNICAS	15
2.3.4. PROPRIEDADES QUÍMICAS	15

3. REVESTIMENTOS DE PISO EM MADEIRA	17
3.1. REVESTIMENTOS DE PISO	17
3.2. SÍNTESE HISTÓRICA	19
3.3. CLASSIFICAÇÃO DOS SOALHOS	20
3.3.1. SISTEMAS DE COLOCAÇÃO	20
3.3.2. TIPOS DE SOALHOS	20
3.3.2.1. Soalhos de madeira maciça	22
3.3.2.2. Soalhos multi-camada	26
3.3.3. PADRÕES CARACTERÍSTICOS DO PARQUET MULTI-CAMADA	26
3.4. PRODUTOS AUXILIARES	28
3.4.1. ACESSÓRIOS	28
3.4.2. COLAS	28
3.4.3. VERNIZES	29
3.4.4. ÓLEOS	30
3.4.5. PRODUTOS DE PREPARAÇÃO DO SUPORTE	31
3.4.5.1. Pastas niveladoras	31
3.4.5.2. Impermeabilizantes	31
3.4.5.3. Consolidantes	31
3.4.5.4. Promotores de adesão	31
3.4.5.5. Reparadores de fissuras	31
3.5. OPERAÇÕES BÁSICAS DE ACABAMENTO	31
3.5.1. LIXAGEM	31
3.5.2. EMASSAMENTOS E APLICAÇÃO DE FUNDOS	32

4. FABRICAÇÃO DE SOALHOS COMPÓSITOS INDUSTRIALIZADOS	33
4.1. PROCESSO DE FABRICO	33
4.1.1. INTRODUÇÃO	33
4.1.2. ETAPAS DO PROCESSO	33
4.1.2.1. Recepção da madeira	33
4.1.2.2. Secagem	34
4.1.2.3. Serragem	34
4.1.2.4. Fusão dos painéis	34

4.1.2.5. Acabamento	34
4.1.2.6. Selecção e empacotamento	35
4.2. CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DO SOALHO.....	35
4.2.1. TEOR DE HUMIDADE	35
4.2.2. ESTADO FITOSSANITÁRIO	35
4.2.3. QUALIDADE ESTÉTICA E DECORATIVA	35
4.2.3.1. Nós	35
4.2.3.2. Homogeneidade da cor	35
4.2.3.3. Fio.....	36
4.2.4. QUALIDADE DE FABRICO	36
4.3. NORMAS	36
4.3.1. NORMAS GERAIS.....	37
4.3.1.1. EN 13756. Revestimentos de piso de madeira – Terminologia.....	37
4.3.1.2. NP EN 14342:2005+A1 2010. Revestimentos de piso de madeira – Características, avaliação da conformidade e marcação.	37
4.3.2. NORMAS DE ENSAIO	40
4.3.3. NORMAS DE PRODUTO (EN 13489)	40
4.3.3.1. Requisitos específicos do produto	40
4.3.3.2. Especificações técnicas e propriedades.....	41
4.3.3.3. Marcação	41
4.4. ESTUDO DE MERCADO	41
4.4.1. INTRODUÇÃO.....	41
4.4.2. FABRICANTES.....	42
4.4.2.1 Suíça – Bauwerk	42
4.4.2.2 Noruega – Boen	44
4.4.2.3 Suécia – Kährs	45
4.4.2.4 Áustria – Mafi	47
4.4.2.5 Portugal - Wicanders	50
4.4.2.6 Políticas de sustentabilidade.....	51
4.4.2.7 Preço.....	51
4.4.3. SÍNTESE ESTATÍSTICA.....	51
4.4.3.1 Dados FEP	51
4.4.3.2 Dados NWFA	55

4.5. EXEMPLOS DE INVESTIGAÇÃO SOBRE O TEMA	57
4.5.1. INTRODUÇÃO	57
4.5.2. ARTIGOS CIENTÍFICOS	57
4.5.2.1. Avaliação de diferentes tipos de construção de soalhos multi-camada	57
4.5.2.2. Análise comparativa de resultados LCI (“life cycle inventory”) de diferentes revestimentos de piso	62
 5. CONTROLO DE QUALIDADE EM OBRA	 65
5.1. INTRODUÇÃO	65
5.2. CONTROLO DE MATERIAIS	65
5.2.1. RÉGUAS DE SOALHO	65
5.2.2. COLAS, VERNIZES, ÓLEOS E OUTROS PRODUTOS AUXILIARES	65
5.3. CONTROLO DA EXECUÇÃO DOS TRABALHOS	66
5.3.1. REGRAS GERAIS DE EXECUÇÃO DOS TRABALHOS	66
5.3.1.1. Condições gerais da obra	66
5.3.1.2. Condições do suporte	66
5.3.1.3. Condições higrotérmicas do local	67
5.3.1.4. Juntas	68
5.3.1.5. Espaços de ar	68
5.3.1.6. Isolamento de tubos de distribuição de água	69
5.3.1.7. Armazenamento de materiais em obra	69
5.3.2. PROCEDIMENTOS GERAIS DE INSTALAÇÃO	69
5.3.2.1. Colocação por colagem	69
5.3.2.2. Colocação por pregagem	70
5.3.2.3. Colocação flutuante	70
5.3.2.4. Colocação sobre pavimentos radiantes	74
5.4. FICHAS DE INSPECÇÃO E ENSAIO	74
5.5. ESTUDO DE CASO	80
5.5.1. DESCRIÇÃO	80
5.5.2. INSTALAÇÃO DO SOALHO	81
5.6. ANOMALIAS POTENCIAIS EM SOALHOS MULTI-CAMADA	86
5.6.1. INTRODUÇÃO	86
5.6.2. CAUSAS DAS ANOMALIAS	86

5.6.3. MANIFESTAÇÕES DAS ANOMALIAS	87
5.6.4. CAUSAS PROVÁVEIS ASSOCIADAS A MANIFESTAÇÕES DE ANOMALIAS	88
5.6.5. METODOLOGIAS DE CONCEPÇÃO PREVENTIVA	89
5.6.6. PROPOSTAS DE INTERVENÇÃO	90

6. CONCLUSÃO	91
6.1. CAPÍTULO 2	91
6.2. CAPÍTULO 3	91
6.3. CAPÍTULO 4	91
6.4. CAPÍTULO 5	92
6.5. CONCLUSÕES FINAIS	93
6.6. DESENVOLVIMENTOS FUTUROS	93

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 2.1 – Algumas aplicações da madeira [6] [7] [8]	5
Fig. 2.2 – Estrutura em betão armado, Pavilhão de Portugal [10].....	6
Fig. 2.3 – Ocupação do solo em Portugal, 2005-2006	7
Fig. 2.4 - Espécies florestais em Portugal, 2005-2006	7
Fig. 2.5 – Área florestal dos 27 países europeus (Adaptado de [5])	8
Fig. 2.6 – Produção de madeira redonda em 2009	9
Fig. 2.7 – Produção de madeira serrada em 2009	9
Fig. 2.8 – Madeira lamelada colada [13]	10
Fig. 2.9 – Placas de derivados de madeira em função do grau de desagregação da madeira (adaptado de [14]).....	11
Fig. 2.10 – Direcções principais. [15].....	12
Fig. 2.11 – Secção transversal de um tronco de madeira. (Adaptado de [15]).....	12
Fig. 2.12 – Distorções na secagem conforme a localização do corte no tronco [5]	14
Fig. 3.1 – Soalho da Casa Andersen – Jardim botânico do porto.	19
Fig. 3.2 – Galeria dos espelhos. Château de Versailles [3]	19
Fig. 3.3 – Soalho laminado [19]	21
Fig. 3.4 – Soalho de madeira maciça [22].....	22
Fig. 3.5 – Soalho multi-camada [23]	22
Fig. 3.6 – Régua de parquet maciço com encaixe à direita.	22
Fig. 3.7 – Sistema de encaixe à esquerda (A) e à direita (B).....	23
Fig. 3.8 – Perfil em bloco (A) e em tábuas (B). [24]	23
Fig. 3.9 – Régua de soalho maciço.	23
Fig. 3.10 – Parquet mosaico.....	24
Fig. 3.11 – Parquet industrial [3].....	25
Fig. 3.12 – Pannel de entarugado [25].....	25
Fig. 3.13 – Parquet multi-camada [27].....	26
Fig. 3.14 - Padrões típicos do parquet multi-camada [26]	27
Fig. 3.15 – Medalhões decorativos em madeira [28]	27
Fig. 3.16 – Tipos de perfis [25]	28

Fig. 4.1 – Normas de soalhos de madeira	36
Fig. 4.2 – Organização terminológica	37
Fig. 4.3 – Exemplo da informação a disponibilizar na marcação CE [20]	39
Fig. 4.4 – Documentos a emitir com base no sistema de avaliação da conformidade [29]	39
Fig. 4.5 – Técnica de substituição de régua. [31]	44
Fig. 4.6 – Sistema de encaixe tipo click. [27]	45
Fig. 4.7 – Concepção estrutural do piso desportivo Kährs [33]	46
Fig. 4.8 - Sistema de encaixe Woodloc® 5S. [33]	47
Fig. 4.9 - Concepção estrutural de uma régua de duas camadas. [25]	48
Fig. 4.10 - Concepção estrutural de uma régua de três camadas. [25]	48
Fig. 4.11 – Madeira tratada com resina colorida de preenchimento. [25]	49
Fig. 4.12 – Soalho com relevo superficial. [25]	49
Fig. 4.13 – Régua multi-camada Wicanders. [37]	50
Fig. 4.14 - Produção por tipo de soalho.	51
Fig. 4.15 – Produção de parquet por país europeu.	52
Fig. 4.16 – Consumo de parquet por país europeu.	52
Fig. 4.17 – Consumo <i>per capita</i> de parquet por país europeu. [30]	53
Fig. 4.18 – Espécies de madeira usadas no fabrico de parquet. [30]	53
Fig. 4.19 - Crescimento da produção e consumo de parquet em países europeus. [30]	54
Fig. 4.20 - Evolução da produção e consumo anual (10^3 m^2) de parquet. [30]	54
Fig. 4.21 – Consumo e produção de revestimentos de piso de madeira a nível mundial (2007). [39] ..	55
Fig. 4.22 – Embarcações, exportações e importações de soalhos maciços e multi-camada no mercado Americano de 2007 a 2009. [40]	56
Fig. 4.23 – Cola aplicada e condições de prensagem das régua. [41]	57
Fig. 4.24 – Modelos de soalhos testados. [41]	58
Fig. 4.25 – Amostra de soalho para simulação em serviço. [41]	58
Fig. 4.26 – Mecanismo para medição da distorção. [41]	59
Fig. 4.27 – Curva de referência dos resultados obtidos [41]	60
Fig. 4.28 – Distorção por curvatura da amostra de soalho. [41].	60
Fig. 4.29 – Distorção por curvatura das régua não envernizadas. [41]	61
Fig. 4.30 – Distorção por curvatura das régua envernizadas. [41].	61
Fig. 4.31 – Emissão de substâncias nocivas no processo de produção de revestimentos de piso. [42] 63	
Fig. 4.32 – Consumo de água no processo de produção de revestimentos de piso. [42]	63
Fig. 4.33 – Consumo de energia primária no processo de produção de revestimentos de piso. [42] ..	64

Fig. 4.34 – Estimativa do tempo de vida útil de revestimentos de piso. [42].	64
Fig. 5.1 – Ensaio de avaliação da dureza e coesão do suporte por risco de prego. [31]	67
Fig. 5.2 – Ajuste com taco de madeira e martelo. [31]	71
Fig. 5.3 – Ajuste com pé-de-cabra. [31].	71
Fig. 5.4 – Remate da última fiada. [34]	72
Fig. 5.5 – Folga perimetral com cunhas auxiliares. [34]	72
Fig. 5.6 – Aplicação correcta da cola. [3]	72
Fig. 5.7 – Distância mínima entre juntas transversais. [31]	72
Fig. 5.8 – Remate em zona de passagem de tubos. [34]	73
Fig. 5.9 – Remate em cercadura de porta. [34]	73
Fig. 5.10 – F.I.E para recepção de materiais.	75
Fig. 5.11 – F.I.E para preparação do suporte.	76
Fig. 5.12 – F.I.E para soalhos colados.	77
Fig. 5.13 – F.I.E para soalhos pregados.	78
Fig. 5.14 – F.I.E para soalhos flutuantes.	79
Fig. 5.15 – Moradia unifamiliar.	80
Fig. 5.16 – Réguas de soalho.	80
Fig. 5.17 – Suporte em betonilha e ripado de madeira.	80
Fig. 5.18 – Armazenamento do soalho.	81
Fig. 5.19 – Sistema de auxílio aos alinhamentos.	81
Fig. 5.20 – Corte transversal com serra eléctrica.	81
Fig. 5.21 – Homogeneização da cola.	82
Fig. 5.22 – Espalhamento com espátula denteada.	82
Fig. 5.23 – Assentamento da primeira fiada.	82
Fig. 5.24 – Pregagem.	83
Fig. 5.25 – Encaixe da segunda fiada.	83
Fig. 5.26 – Cunha de estabilização.	83
Fig. 5.27 – Corte longitudinal com serra eléctrica.	84
Fig. 5.28 – Cunha auxiliar de aperto.	84
Fig. 5.29 – Cunhas de nivelamento.	84
Fig. 5.30 – Cunha para folga perimetral.	85
Fig. 5.31 – Pormenores do encaixe entre réguas.	85

Fig. 5.32 – Régua defeituosa.	85
Fig. 5.33 – Quadro de correspondência manifestação/anomalia.	89

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 2.1 – Alterações nas espécies florestais nacionais, 1995-2005	8
Quadro 2.2 – Classificação da madeira de acordo com o seu teor de água (Adaptado de [5])	13
Quadro 2.3 – Humidade de equilíbrio higroscópico da madeira (%) (Adaptado de [3])	13
Quadro 3.1 - Exigências funcionais de revestimentos de piso correntes (adaptado de [18])	18
Quadro 3.2 – Dimensões mínimas de parquet maciço.....	23
Quadro 3.3 – Dimensão nominal das réguas de soalho maciço (EN 13228)	24
Quadro 3.4 – Dimensão das réguas de parquet mosaico.....	24
Quadro 3.5 – Dimensões lamparquet	24
Quadro 3.6 – Dimensões usuais de blocos de entarugado	25
Quadro 3.7 – Dimensões habituais de soalhos de madeira folheada	26
Quadro 3.8 – Dimensões habituais do parquet multi-camada	26
Quadro 3.9 – Dimensões habituais dos rodapés.....	28
Quadro 4.1 – Ensaio de tipo inicial [20].....	37
Quadro 5.1 – Dimensão da junta perimetral em função da largura da divisão. [34]	68
Quadro 5.2 – Geometria recomendável das ripas em função da espessura das réguas. [3]	70

SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

CPF – Controlo produção em fábrica

EN – Norma Europeia

EPI – Equipamento de Protecção Individual

ETI – Ensaio de Tipo Inicial

FAO – Food and Agriculture Organization

FEP – European Federation of the Parquet Industry

FIE – Ficha de inspecção e ensaio

FSC – Forest Stewardship Council

HDF – High Density Fiberboard

ISO – Organização Internacional de Normalização

MDF - Medium Density Fiberboard

NP – Norma Portuguesa

NPD – Desempenho não determinado

NWFA – National Wood Flooring Association

OSB – Oriented Strand Board

PSF – Ponto de saturação das fibras (%)

PEFC – Programme for the Endorsement of Forest Certification

UV – Ultra Violeta

1

INTRODUÇÃO

1.1. OBJECTO DE ESTUDO

Designados ao nível europeu por “multi-layer parquet” (soalhos multi-camada), os soalhos compósitos industrializados são um tipo de revestimento de piso em madeira que em finais do século XX sofreram uma grande evolução.

A elevada higroscopicidade da madeira torna-a especialmente sensível à acção da humidade, logo, a sua utilização como revestimento de piso representa um elevado risco de exposição a variações de humidade relativa do ar interior dos edifícios. Dessa exposição resultam frequentemente empenos e distorções excessivas que deterioram a qualidade estética e funcional do soalho. Por esta razão, em 1943, Gustaf Kähr desenvolveu e patenteou a estrutura de uma régua de soalho compósito [1], obedecendo ao princípio da sobreposição de camadas de madeira por cruzamento perpendicular das fibras, melhorando consideravelmente a estabilidade dimensional. Simultaneamente e respondendo à explosão da procura no mercado habitacional, G.Kähr desenvolveu ainda uma metodologia de fabrico industrial [2] que permitiu aumentar significativamente os níveis de produção de soalhos compósitos. Assim nasceram os primeiros soalhos compósitos industrializados.

A estabilidade dimensional, beleza estética e capacidade de racionalização da madeira foram características fundamentais para o desenvolvimento em larga escala deste tipo de revestimento. Desde então, ao nível europeu muitas empresas se dedicaram ao seu fabrico aperfeiçoando e desenvolvendo novas tecnologias e uma gama de produtos bastante alargada.

Os níveis mínimos de qualidade exigidos aos edifícios aumentaram significativamente nos últimos tempos. Face à diversidade e livre circulação de produtos em território europeu, tornou-se evidente que a escassez de normas aplicáveis ao fabrico de soalhos compósitos poderia pôr em causa o cumprimento das exigências funcionais associadas. Desenvolveram-se então um conjunto de normas europeias, tendo em vista a marcação CE dos produtos, como garantia de qualidade e conformidade da produção. No que respeita à execução dos trabalhos as instruções e recomendações de instalação são elaboradas pelos fabricantes.

Métodos de controlo de qualidade ao nível da execução dos trabalhos revelam ser fundamentais para garantir um bom desempenho do produto em obra. As fichas de inspecção são um instrumento adequado a isso tipo de controlo.

As anomalias embora inconvenientes são bastante frequentes em qualquer tipo de edifício. Como elementos de construção sujeitos a vários tipos de acções e agentes agressores, as anomalias em soalhos compósitos industrializados podem manifestar-se de diversas formas.

1.2. MOTIVAÇÃO

A madeira é um material natural e renovável, com propriedades físicas e mecânicas que permitem afirmar que será um material de construção do futuro. De facto, as preocupações ambientais dos dias de hoje só vêm reforçar esta ideia.

A sua ampla aplicação em revestimentos de piso durante longos anos comprova que contribui indubitavelmente para a valorização do aspecto estético de um espaço interior.

Os soalhos compósitos industrializados têm já elevada tradição em países da Europa central, assumindo-se como o tipo de revestimento de piso em madeira mais usado. A racionalização da madeira aliada a uma estabilidade dimensional muito superior aos soalhos de madeira maciça, vem reforçar ainda mais que o seu futuro é promissor.

1.3. OBJECTIVOS

Pretende-se com esta dissertação fazer uma descrição tecnológica detalhada dos soalhos compósitos industrializados, para que se possa perceber que factores poderão afectar o seu desempenho em obra. Um estudo de mercado reveste-se de particular importância porque a tendência de evolução da indústria obviamente implicará ajustes nos produtos e porque grande parte do conhecimento teórico e experimental foi desenvolvido e estudado pelos fabricantes.

Posteriormente, pretende-se propor um conjunto de fichas de inspecção e ensaio que reduzam o risco de ocorrência de anomalias.

De maneira a melhorar e ajustar o controlo de qualidade efectuado pretende-se investigar que tipos de anomalias estão associadas aos soalhos compósitos industrializados, bem como as causas possíveis para a sua ocorrência.

1.4. BASES BIBLIOGRÁFICAS

A principal referência desta dissertação foi a publicação espanhola do manual de instalação de pavimentos de madeira [3].

Destaca-se também as dissertações de Juliana Lopes [4] e Ana Cardoso [43], e o livro sobre construções em madeira de Paulo Cachim [5].

Foram consultadas um conjunto de normas aplicáveis a revestimentos de piso em madeira, bem como catálogos e especificações técnicas produzidas por fabricantes.

1.5. ESTRUTURA E ÂMBITO DA DISSERTAÇÃO

Esta dissertação é composta por seis capítulos:

- Capítulo 1. Abordagem temática geral aos assuntos desenvolvidos na dissertação;
- Capítulo 2. Caracterização da madeira como material de construção, com descrição das propriedades mais relevantes para aplicação em revestimentos de piso;
- Capítulo 3. Classificação e descrição de revestimentos de piso em madeira previstos nas normas europeias;

- Capítulo 4. Análise do processo de fabrico e caracterização do mercado europeu, incluindo informações técnicas válidas produzidas por fabricantes de produtos com marcação CE. Revisão de artigos científicos relacionados com soalhos compósitos industrializados;
- Capítulo 5. Controlo de qualidade na aplicação de soalhos compósitos industrializados sobre suportes em betonilha. Fichas de inspecção e ensaio. Avaliação de anomalias potenciais;
- Capítulo 6. Principais conclusões obtidas e propostas para desenvolvimentos futuros.

2

MADEIRA NA CONSTRUÇÃO

2.1. ENQUADRAMENTO HISTÓRICO DA MADEIRA

A madeira, como principal constituinte das árvores, esteve disponível para o Homem desde os seus primórdios. Como tal, e à medida que este se apercebeu da sua utilidade, evoluiu tecnologicamente como material em paralelo com o progredir do engenho humano.

Dando uma resposta muito satisfatória à diversidade de desafios a enfrentar, compreende-se a razão das mais diversas aplicações que o Homem lhe deu. Desde a sua utilização em instrumentos de caça, objectos decorativos e veículos à concepção de grandes estruturas como pontes, navios e edifícios, uma vasta gama de produtos foi desenvolvida.



Fig. 2.1 – Algumas aplicações da madeira [6] [7] [8]

Todas estas aplicações são o resultado de um conjunto de propriedades e características intrínsecas à madeira, que fazem dela uma matéria-prima de excelência. A facilidade de manuseamento e processamento, a variedade de espécies, tamanhos, cor e forma, aliados a uma elevada resistência mecânica (quando comparada com o seu peso), reforçam a nobreza do material.

Na construção, desde sempre a madeira incorporou os mais diversos sistemas construtivos desenvolvidos. Inicialmente usada na construção de pequenos abrigos, com o progresso tecnológico das civilizações, a madeira começou a articular-se com outros materiais como o tijolo e a pedra. Mais recentemente, início do séc. XX, a revolução industrial e o aparecimento do betão armado, permitiram a construção de estruturas bastante arrojadas, remetendo os tradicionais materiais a um papel mais secundário. [9]



Fig. 2.2 – Estrutura em betão armado, Pavilhão de Portugal [10]

No fim do séc. XX, início do séc. XXI, novos desafios e preocupações surgiram. A temática do aquecimento global e das alterações climáticas ganharam força e credibilidade junto da comunidade internacional, tornando-se um dos assuntos mais preocupantes para a humanidade. A emissão de CO₂ para a atmosfera foi apontada como a principal causa do problema, sendo este indicador a unidade de medida da contribuição negativa que uma indústria, produto ou actividade podem proporcionar.

A construção, uma indústria que envolve o recurso a grandes quantidades de matéria-prima e posterior transformação, detém uma parcela muito significativa dessas emissões. O conjunto de medidas a adoptar para fazer face ao problema deu origem a uma nova filosofia, a sustentabilidade. É aqui que a madeira “renasce” com um novo potencial e perspectiva de futuro.

“A construção sustentável é aquela que é capaz de utilizar materiais e métodos de construção e manutenção de edifícios, satisfazendo as necessidades do presente, sem comprometer as necessidades das gerações futuras.” [5]

Sendo considerada um material de construção natural e renovável, do ponto de vista da construção sustentável, a madeira possui enormes vantagens relativamente a outros materiais de construção. Uma análise comparativa do ciclo de vida de cada um deles, permite concluir que do ponto de vista da energia incorporada, a madeira apresenta valores inferiores ao aço, betão, tijolo e alumínio. [5]

2.2. MADEIRA E DERIVADOS

É necessário incentivar o desenvolvimento de empresas portuguesas produtoras de soalhos de madeira. A criação de um plano nacional de reflorestação sustentável reveste-se de particular importância, já que só desta maneira a floresta nacional poderá garantir matéria-prima suficiente à indústria madeireira sem prejudicar o ecossistema. De forma indirecta, seria uma medida que estimularia as exportações ao invés das importações.

Seguidamente, resumem-se alguns dados recolhidos pelo 5º Inventário Florestal Nacional [11], procurando caracterizar a floresta portuguesa.

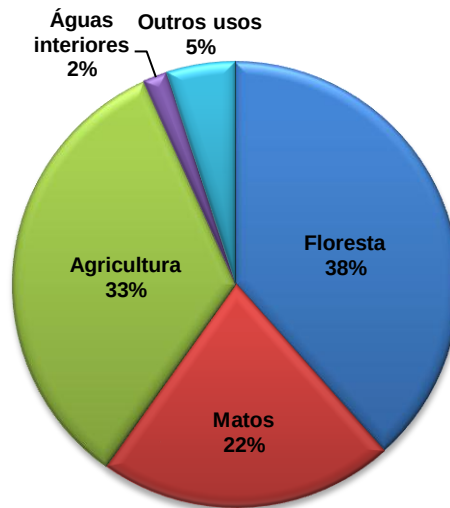


Fig. 2.3 – Ocupação do solo em Portugal, 2005-2006

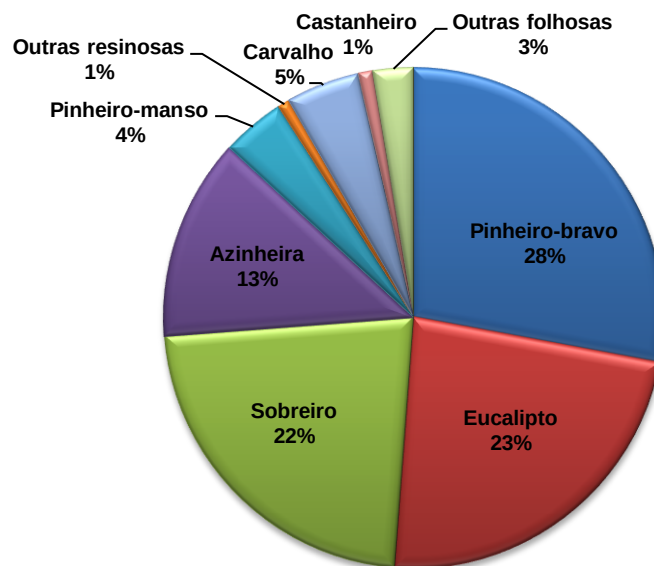


Fig. 2.4 - Espécies florestais em Portugal, 2005-2006

Segundo o relatório final apresentado em 2010 pelo Director Nacional para a Gestão Florestal [11], este inventário permitiu concluir que na década de 1995-2005, em termos de ocupação do solo, houve um aumento de 3% da ocupação florestal. Quanto às espécies florestais, no quadro 2.1 destacam-se as principais alterações.

Quadro 2.1 – Alterações nas espécies florestais nacionais, 1995-2005

Espécie	Alteração da área (%)
Pinheiro-manso	+68
Carvalho	+15
Eucalipto	+10
Castanheiro	-26
Outras folhosas	-19
Azinhiera	-11
Pinheiro-bravo	-9
Outras resinosas	-8
Sobreiro	0

Para um melhor enquadramento europeu, e segundo dados da FAO (“Food and Agriculture Organization”) de 2005 [5], indica-se a área florestal de cada um dos 27 países europeus.

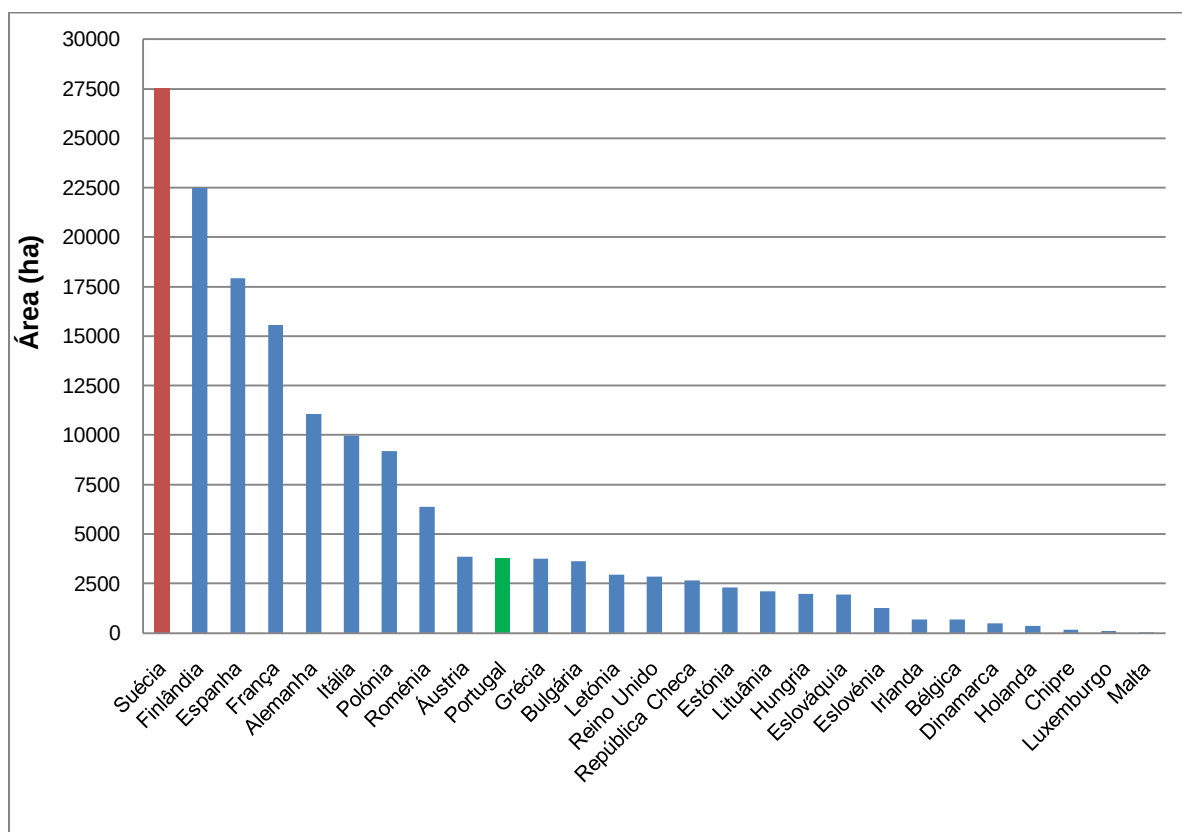


Fig. 2.5 – Área florestal dos 27 países europeus (Adaptado de [5])

2.2.1. MADEIRA MACIÇA

Na indústria da madeira destacam-se duas grandes classes de produtos, a madeira maciça e os derivados de madeira.

A madeira maciça é obtida directamente do tronco e ramos da árvore, que ao serem trabalhados adquirem duas formas distintas, cilíndrica e rectangular. Quando a secção é cilíndrica designa-se por madeira redonda, quando esta apresenta forma rectangular ou quadrada é designada por madeira serrada.

Para uma aproximação aos volumes de produção de madeira maciça ao nível europeu, reúne-se uma parte da informação estatística publicada pelo Eurostat [12], dando destaque aos maiores produtores para o ano de 2009.

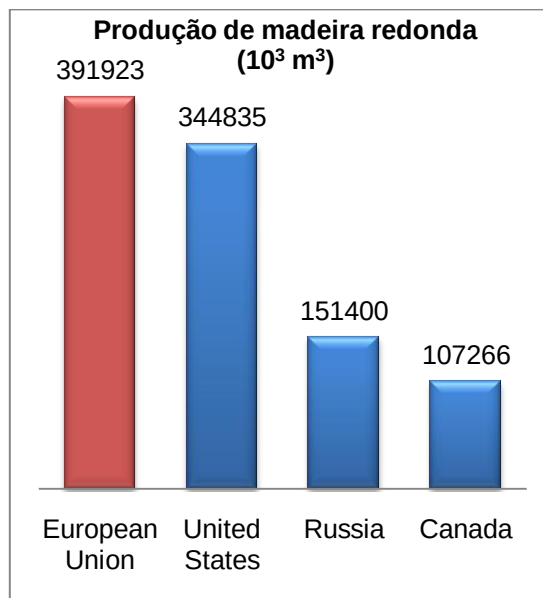


Fig. 2.6 – Produção de madeira redonda em 2009

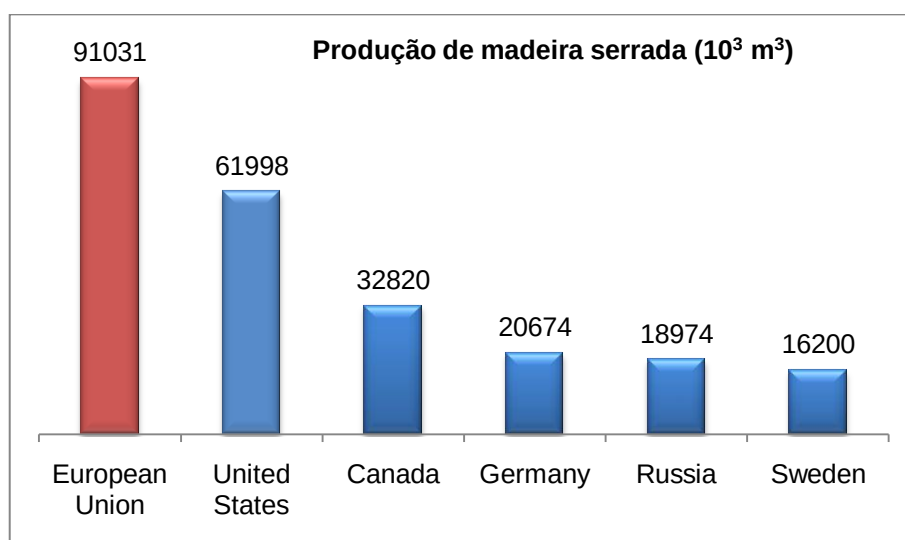


Fig. 2.7 – Produção de madeira serrada em 2009

2.2.2. DERIVADOS DE MADEIRA

A madeira até ao surgimento do betão armado e das estruturas metálicas foi o único material capaz de vencer grandes vãos. A limitação das dimensões pelo tamanho das árvores foi ultrapassada em finais do séc. XX, com o desenvolvimento dos derivados de madeira. O progresso das resinas sintéticas possibilitou a justaposição por colagem de várias lâminas de madeira, bem como a agregação de partículas de madeira em formas de placas. Desta forma, tornou-se possível aproveitar grande parte dos desperdícios produzidos, corrigir os grandes defeitos da madeira e melhorar a estabilidade dimensional com a reorganização das fibras.

Os produtos derivados de madeira organizam-se em dois grupos principais, os derivados de madeira para uso estrutural e as placas de aglomerados de madeira.

2.2.2.1. Derivados de madeira para uso estrutural

Como o próprio nome indica, os derivados de madeira para uso estrutural, são normalmente produtos desenvolvidos para fins estruturais. A orientação das fibras desenvolve-se preferencialmente na direcção do eixo da peça, para uma maior mobilização da capacidade resistente. Destaca-se nesta categoria de produtos a madeira lamelada colada (“glulam”), o LVL (“laminated veneer lumber”), PSL (“parallel strand lumber”) ou o LSL (“laminated strand lumber”).

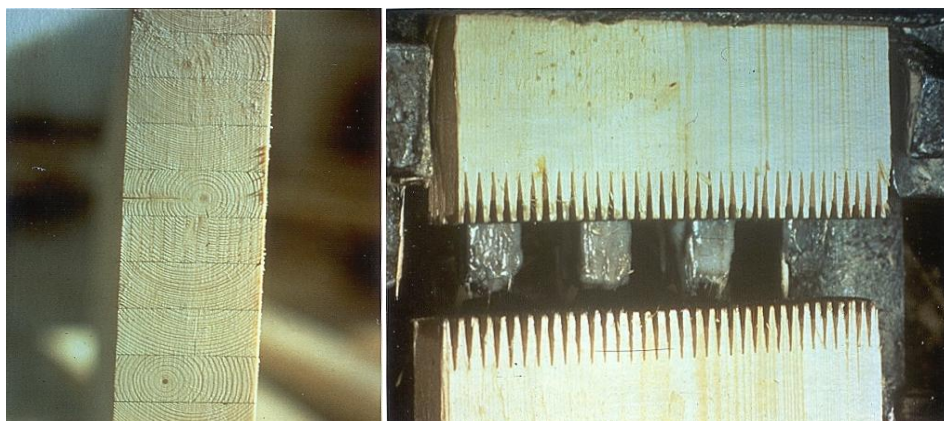


Fig. 2.8 – Madeira lamelada colada [13]

2.2.2.2. Aglomerados de madeira

Apresentam-se normalmente sob a forma de painéis e resultam do destroçamento da madeira, com excepção do contraplacado que é obtido por colagem de folhas de madeira natural.

Embora nos últimos tempos tenham surgidos inúmeros produtos com esta classificação, os mais correntes são os contraplacados, os aglomerados de partículas de madeiras, os aglomerados de partículas longas orientadas (OSB), os aglomerados de madeira-cimento (CBPB) e os aglomerados de fibra de madeira.

Os aglomerados de fibra de madeira são muitas vezes aplicados nas camadas de revestimentos de madeira. As mais usadas são as placas de HDF (“high density fiberboard”) que resultam de um processo de fabrico a seco e apresentam massa volúmica superior a 800 kg/m³.

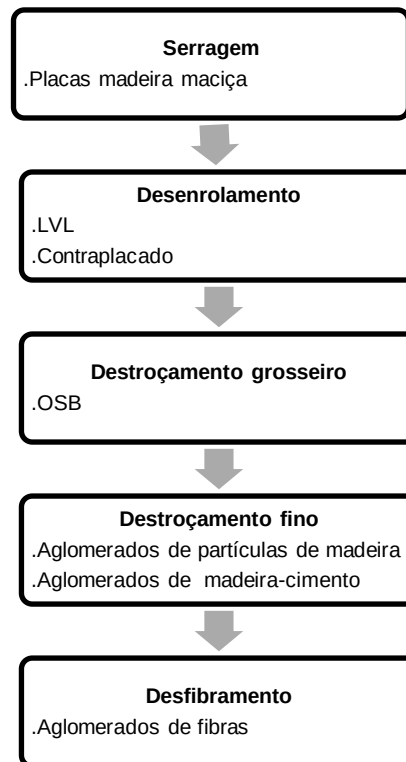


Fig. 2.9 – Placas de derivados de madeira em função do grau de desagregação da madeira. (adaptado de [14])

2.3. PROPRIEDADES DA MADEIRA

2.3.1. CONCEITOS GERAIS

Na indústria da madeira distinguem-se dois grupos botânicos principais, a madeira proveniente das resinosas (ou coníferas) e a madeira proveniente das folhosas. Internacionalmente, madeiras de resinosas são designadas por “softwood” (madeira branda) e as madeiras de folhosas por “hardwood” (madeira dura).

A grande maioria dos soalhos de madeira apresenta como camada de topo a chamada madeira nobre, onde são aplicadas madeiras duras. [3]

O conhecimento das características biofísicas da madeira é fundamental para que se possam compreender as suas propriedades.

A estrutura da árvore baseia-se em três partes fundamentais: a raiz, o fuste e a copa. Ao conjunto do fuste e da copa dá-se a designação de tronco.

O crescimento da árvore efectua-se segundo três direcções principais: axial, radial e tangencial.

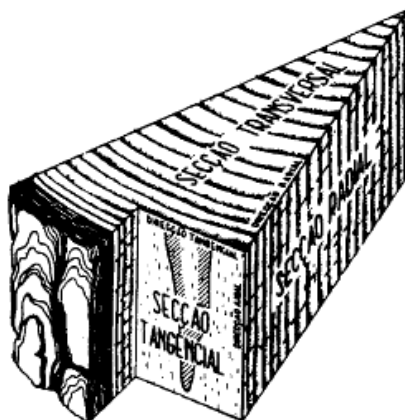


Fig. 2.10 – Direcções principais. [15]

Da secção transversal de um tronco destacam-se as seguintes zonas: A medula, o cerne ou durâmen, o borne ou alburno, o câmbio ou líber e a casca.

Considera-se madeira o conjunto formado pelo cerne e o borne. Ao contrário do borne, constituído por células vivas e de cor mais clara, o cerne apresenta-se normalmente com uma tonalidade mais escura. Por ser constituído por células mortas e conter substâncias impregnadas, oferece grande resistência ao ataque por agentes biológicos e apresenta geralmente melhores propriedades mecânicas.

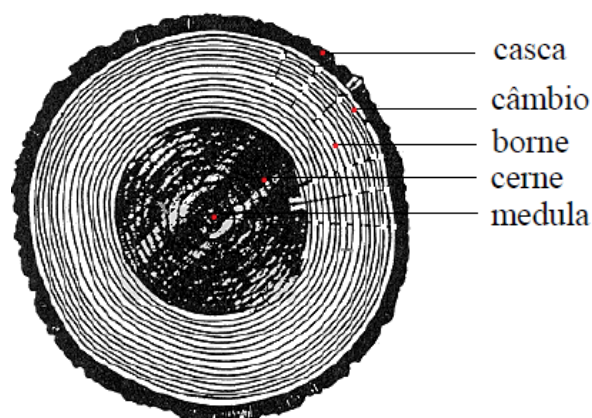


Fig. 2.11 – Secção transversal de um tronco de madeira. (Adaptado de [15])

2.3.2. PROPRIEDADES FÍSICAS

2.3.2.1. Higroscopicidade

A madeira é um material higroscópico que efectua trocas constantes de água com o ambiente exterior, até encontrar um ponto de equilíbrio. A esse ponto de equilíbrio dá-se o nome de teor de água de equilíbrio.

Esta propriedade é fundamental para prevenir fenómenos de retracção e inchamento que se manifestam especialmente nos pavimentos, originando empenos e distorções indesejáveis.

A água na madeira apresenta-se de três formas:

- Água livre – Água que preenche os vazios celulares, facilmente expulsa por secagem natural e que não provoca variação significativa de outras propriedades. Quando esta é completamente eliminada atinge-se o ponto de saturação das fibras (PSF), que em geral se correlaciona com um teor de humidade de 30%.
- Água de impregnação – Água contida nas paredes celulares, com grande influência nas propriedades físico-mecânicas.
- Água de constituição – Faz parte da composição química da madeira e a sua eliminação impõe a destruição do material.

Quadro 2.2 – Classificação da madeira de acordo com o seu teor de água (Adaptado de [5])

Classe	Teor de água (%)
Madeira saturada	>70
Madeira verde	PSF - 70
Madeira semi-seca	23 - PSF
Madeira seca	18 - 23
Madeira seca ao ar	13 - 18
Madeira dessecada	0 - 13
Madeira anidra	0

Para prevenir variações dimensionais indesejáveis, o teor de humidade da madeira deve estar o mais próximo possível do teor de água de equilíbrio correspondente às condições higrométricas de serviço.

Quadro 2.3 – Humidade de equilíbrio higroscópico da madeira (%) (Adaptado de [3])

Humidade relativa (%)	Temperatura (°C)		
	10	20	30
35	7	7	7
40	8	8	7
45	9	9	8
50	10	9	9
55	10	10	10
60	11	11	11
65	12	12	12
70	14	13	13
75	15	15	14
80	17	16	16
85	19	18	18

Como consequência da estrutura anisotrópica da madeira, onde as fibras se orientam maioritariamente paralelas ao eixo do tronco, as variações dimensionais segundo as três direcções principais são bastante diferentes. Geralmente, despreza-se a retracção na direcção axial pois é 20 vezes inferior à direcção transversal. Como os movimentos na direcção tangencial são 1,5 a 2 vezes maiores que na direcção radial, os processos de humedificação e secagem geram distorções e empenos que muitas vezes prejudicam o bom desempenho do material.

A norma EN 1910 define os procedimentos necessários para a determinação da estabilidade dimensional de revestimentos de madeira.

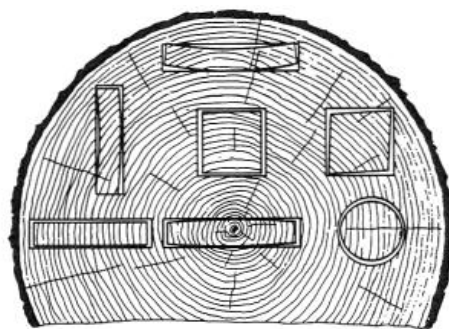


Fig. 2.12 – Distorções na secagem conforme a localização do corte no tronco [5]

2.3.2.2. Massa volúmica

A massa volúmica, relação entre a massa e o volume da madeira, permite prever outras propriedades mecânicas que lhe estão relacionadas. De maneira a uniformizar os valores determinados, os ensaios previstos na norma definem um teor de humidade padrão da madeira de 12%.

2.3.2.3. Condutibilidade térmica

A madeira é considerada um mau condutor térmico. Apresenta valores de condutibilidade térmica da ordem dos 0,13 – 0,29 W/(m.°C), que variam essencialmente com a massa volúmica.

2.3.2.4. Propriedades acústicas

A madeira, em geral, é considerada pouco indicada para isolamento de ruído de percussão, mas um bom material absorvente sonoro. A sua eficácia acústica é inversamente proporcional à massa volúmica e é muitas vezes melhorada quando se articula em conjunto com sistemas de isolamento acústico.

2.3.2.5. Dureza

A dureza, resistência que um material oferece a ser penetrado por outro, é uma propriedade essencial quando se utiliza madeira em pavimentos. É esta propriedade que define o bom comportamento do pavimento em serviço, garantindo em grande parte a sua durabilidade. Genericamente, pode dizer-se que a dureza está intimamente ligada à massa volúmica da madeira, sendo que madeiras muito densas são normalmente madeiras muito duras.

Existem três métodos clássicos para determinação da dureza, conhecidos por método de Brinell, Janka e Monnin. As normas europeias, nomeadamente a EN 1534, adopta o método de Brinell como norma de ensaio. Diz ainda a norma que a dureza mínima das madeiras aplicadas em revestimentos de piso é de 10HB, valor excessivamente permissivo uma vez que madeiras muito brandas como o pinho e o abeto apresentam uma dureza da ordem dos 13-16 HB.

2.3.2.6. Cor e aspecto

A cor natural da madeira depende essencialmente da cor das paredes celulares e das substâncias impregnadas nas células. É uma propriedade que varia com o tempo e em função da exposição ao ar e à radiação ultravioleta.

A mudança de cor é um comportamento normal da madeira, mas não deve ser confundida com o acinzentar generalizado que resulta da degradação das camadas exteriores quando expostas ao exterior.

Apesar de muitas vezes ser motivo de reclamação, é bastante difícil garantir a homogeneidade da cor. Para tal, é necessário um rigoroso controlo na classificação, factor que leva a um aumento significativo dos custos.

2.3.3. PROPRIEDADES MECÂNICAS

A árvore, no seu processo de crescimento, produz uma estrutura tubular destinada a resistir essencialmente a esforços de flexão (devido ao vento) e compressão (devido ao peso). Como já foi referido, existem três direcções principais, no entanto, relativamente às propriedades mecânicas basta considerar a direcção paralela (axial) e perpendicular às fibras.

Relativamente à resistência mecânica destacam-se as seguintes propriedades:

- Elevada resistência à flexão (relação resistência/peso 1,3 vezes superior ao aço e 10 vezes superior ao betão);
- Boa resistência à tracção (8 - 30 MPa nas resinosas e 18 - 42 MPa nas folhosas) e à compressão (16 - 29 MPa nas resinosas e 23 - 34 MPa nas folhosas) na direcção paralela às fibras;
- Fraca resistência ao corte;
- Muito fraca resistência à tracção (0,4 - 0,6 MPa) e à compressão (2,0 - 3,2 MPa nas resinosas e 8,0 - 12,5 MPa nas folhosas) na direcção perpendicular às fibras;
- Baixo módulo de elasticidade (7 - 16 GPa nas resinosas e 10 - 20 GPa nas folhosas) na direcção paralela às fibras e (0,23 - 0,53 GPa nas resinosas e 0,64 - 1,33 GPa nas folhosas) na direcção perpendicular às fibras. Esta característica traduz-se numa deformação excessiva de elementos comprimidos e sua possibilidade de encurvar.

2.3.4. PROPRIEDADES QUÍMICAS

A estrutura da madeira controla a velocidade de entrada do agente químico e a composição química da parede celular afecta a velocidade de acção do agente químico no local de contacto.

A madeira tem uma considerável resistência à acção de ácidos diluídos à temperatura ambiente, em especial, aos ácidos orgânicos. No entanto, é facilmente atacada por soluções alcalinas.

A resistência a ataques químicos pode ser melhorada com a impregnação de resinas protectoras.

3

REVESTIMENTOS DE PISO EM MADEIRA

3.1. REVESTIMENTOS DE PISO

O revestimento de piso é um elemento de construção, constituído por um conjunto de camadas colocadas sobre o pavimento resistente, que assegura o acabamento do mesmo.

Durabilidade, funcionalidade e estética são critérios fundamentais que os revestimentos de piso devem cumprir. A durabilidade é um critério essencial para uma análise de custo global, que por sua vez permitirá um estudo de custo-benefício mais rigoroso. A durabilidade está intimamente ligada às características do próprio material (durabilidade intrínseca), bem como do local de aplicação e tipo de utilização (durabilidade em função do uso). [16]

Os revestimentos de piso devem satisfazer um conjunto de exigências de modo a assegurar níveis adequados de segurança, habitabilidade e durabilidade.

As exigências de segurança são, em geral, impostas através de regulamentos, que limitam valores padrão para determinados elementos de construção.

À excepção do conforto acústico sobre o qual incide um regulamento específico, para as exigências de habitabilidade e durabilidade, por não porem em causa (directamente) a segurança de pessoas e bens, possibilita-se, dentro de certos limites, uma variação das características em função do grau de satisfação pretendido. [17]

Quadro 3.1 - Exigências funcionais de revestimentos de piso correntes (adaptado de [18])

Exigência funcional	Sub-exigência			
Exigências de segurança	Riscos correntes	Resistência mecânica às cargas		
		Segurança na circulação	Limitação dos riscos de escorregamento	
			Ausência de obstáculos ao nível do piso	
	Riscos não-correntes	Segurança ao fogo	Reacção ao fogo	Combustibilidade
		Segurança contra riscos de electrocussão		Inflamabilidade
Exigências de habitabilidade	Estanquidade			
	Salubridade	Higiene normal		
		Higiene especial		
		Pureza do ar ambiente		
	Conforto higratérmico	Isolamento térmico		
		Secura das superfícies		
	Conforto acústico	Isolamento sonoro à transmissão de ruído aéreo e de percussão		
		Absorção sonora		
	Conforto circulação	Planeza e horizontalidade do piso		
		Resiliência do piso		
	Conforto visual	Rectiliniaridade das arestas		
		Ausência de defeitos superficiais		
		Planeza e horizontalidade do piso		
		Uniformidade da cor		
		Uniformidade do brilho		
	Conforto tátil	Textura do piso		
		Sensação de calor ou frescura		
		Ausência de constrangimento fisiológico ou de desconforto devido à electricidade estática		
Exigências de durabilidade	Durabilidade intrínseca			
	Durabilidade em função do uso	Resistência ao desgaste		
		Resistência ao punçoamento		
		Resistência ao choque		
		Resistência ao arrancamento		
		Resistência ao cigarro aceso		
		Comportamento sob acção da água e vapor de água	Água no piso	
			Água ascendente	
		Comportamento sob acção de produtos químicos	Produtos domésticos	
			Produtos limpeza	
	Limpeza, conservação e reparação	Facilidade de limpeza		
		Manutibilidade		
		Facilidade de reparação		

3.2. SÍNTESE HISTÓRICA

Admite-se que a civilização egípcia foi a primeira a aplicar a madeira como revestimento do pavimento dos seus navios. [3]

Mais tarde, tirando partido da boa resistência mecânica e qualidade higrotérmica que a madeira possui, o Homem começou a usar a madeira como sistema estrutural nos conhecidos vigamentos de madeira, que como forma de acabamento superior, eram preenchidos com tábuas de madeira. A junção destes dois sistemas deu origem ao tradicional pavimento de madeira, mais conhecido por soalho.



Fig. 3.1 – Soalho da Casa Andersen – Jardim botânico do porto.

Da idade média até ao séc. XVI os pavimentos eram normalmente de pedra. O uso de madeira como revestimento estava reservado a locais de honra dos castelos, procurando desta forma evidenciar-se a hierarquia entre os estratos sociais. [4]

É no início do séc. XVII que a palavra parquet, de origem francesa, começa a ser utilizada como sinónimo de pavimento de madeira tal como hoje a conhecemos. [3] No entanto, só em finais do séc. XVII o parquet assume uma elegância invulgar, passando a ser bastante utilizado no pavimento dos castelos e palácios franceses. Na altura, as peças que compunham o parquet eram cortadas manualmente e dispostas em elaborados padrões 3D, o que exigia grande técnica de mão-de-obra. Consequentemente, este tipo de pavimento de grande requinte era também bastante caro.



Fig. 3.2 – Galeria dos espelhos. Château de Versailles [3]

No séc. XVII e XVIII, com a incorporação de outros materiais como o marfim, pérolas, peles e metais o parquet alcança o seu grau máximo de refinamento e complexidade. [4]

No início do séc. XX, o aumento da procura de parquet e a revolução industrial, estimulou a sua industrialização. Nasce então na Suécia o primeiro protótipo industrial de parquet flutuante multi-camada, desenvolvido por Kährs em 1943. [4]

Graças ao engenho da sua composição, o parquet multi-camada apresenta uma estabilidade dimensional superior à madeira maciça, ao mesmo tempo que economiza a quantidade de madeira nobre aplicada sem perder o seu requinte. Por estas razões, este produto emergiu rapidamente no mercado e é nos dias de hoje o mais utilizado na gama dos revestimentos de madeira.

Destaca-se ainda neste campo o desenvolvimento dos laminados flutuantes e as inovações tecnológicas recentes nos sistemas de junta (em aplicação flutuante), pavimentos desportivos e em resinas mais ecológicas.

3.3. CLASSIFICAÇÃO DOS SOALHOS

Na indústria dos soalhos de madeira, a terminologia adoptada pelos comerciantes é bastante diversa e tecnicamente incorrecta.

O mais comum dos erros é confundirem-se sistemas de colocação e tipos de produtos. Por exemplo, é muito usual chamar-se soalhos flutuantes a produtos como os laminados e os soalhos compósitos industrializados.

Espera-se, com a adaptação da indústria às normas europeias (recentemente obrigatórias), que este tipo de imprecisão venha a desaparecer.

3.3.1. SISTEMAS DE COLOCAÇÃO

Actualmente, existem três tipos de sistemas de colocação dos soalhos.

- Sistema pregado.
As réguas do soalho são pregadas directamente a um ripado de madeira. O sistema de ripas pode estar pregado, aparafusado ou colado ao suporte;
- Sistema colado.
As réguas do soalho fixam-se ao suporte através de adesivos. A vasta gama de adesivos desenvolvidos permite, nos dias de hoje, colar peças de madeira a suportes em mármore, pedra, betão, metal, etc.;
- Sistema flutuante.
É um sistema onde o soalho não está fixo ao suporte, daí a designação de flutuante. No entanto, entre as réguas do soalho e o suporte são aplicadas mantas resilientes para correcção do ruído de percussão. As diversas réguas estão unidas entre si por sistemas de encaixe tipo “click” formando um sistema rígido. É um sistema de fácil montagem, sem necessidade de qualquer colagem à base.

3.3.2. TIPOS DE SOALHOS

De acordo com o tipo de acabamento da camada de topo, pode dizer-se que existem duas categorias de soalhos, os laminados e os soalhos de madeira natural.

i. Laminados

Especificados na norma EN 14041, os soalhos laminados são um produto heterogéneo, comercializado em régua e são constituídos por três camadas distintas. A face de tardo, que comunica com o suporte, é composta por uma película inferior que protege e equilibra a camada intermédia estrutural. Constituída por uma placa de aglomerado de fibras de madeira (HDF), a camada intermédia assegura por sua vez a rigidez da régua e serve de suporte ao material de acabamento que irá constituir a camada de uso. A camada de topo (ou de uso) contém um filme decorativo (a imitar a madeira) que é protegido por uma camada de resistência ao desgaste.

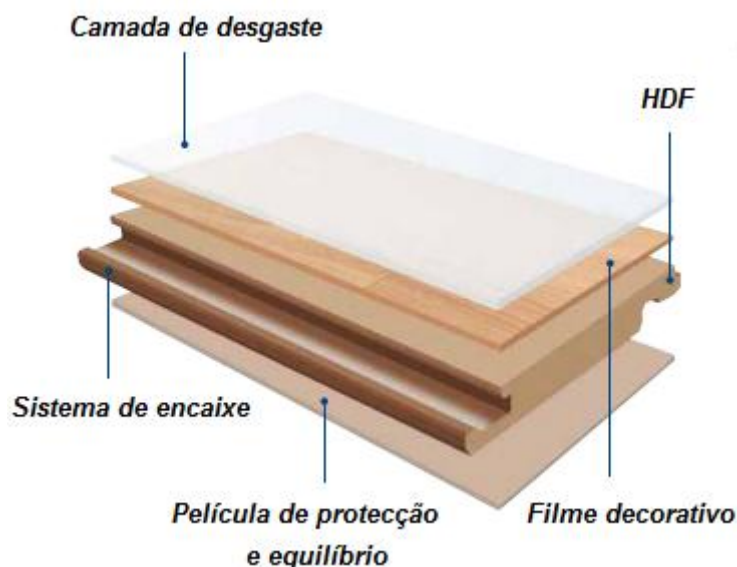


Fig. 3.3 – Soalho laminado [19]

ii. Soalhos de madeira natural

As especificações da norma NP EN 14342:2005+A1 2010 [20] para soalhos de madeira natural abrangem nove tipos de produtos. Entre eles, existe uma série de critérios que os distingue.

Do ponto de vista terminológico, a norma EN 13756 [21] define que a espessura mínima da camada de topo para classificação de um soalho como parquet é de 2,5mm. Desta forma pretendeu-se salvaguardar a qualidade que está associada ao parquet, distinguindo-o de várias alternativas propostas pelo mercado.

Do ponto de vista tecnológico a disposição/quantidade de camadas de madeira aplicadas distingue dois tipos de produtos; soalhos de madeira maciça e soalhos multi-camada.

Os soalhos de madeira maciça caracterizam-se por serem constituídos por uma só camada de madeira maciça. Consoante as dimensões dadas às peças (especialmente à espessura), classificam-se diferentes produtos desta gama tecnológica.



Fig. 3.4 – Soalho de madeira maciça [22]

Os soalhos multi-camada são constituídos por duas ou três camadas de madeira. Na camada de topo aplicam-se usualmente madeiras duras, enquanto na camada intermédia são usadas madeiras brandas (pinho, espruce, abeto) ou derivados de madeira (HDF, contraplacado). Frequentemente, quando existem três camadas, a camada inferior é do mesmo tipo da superior ou é realizada em madeira folheada.

Nesta gama tecnológica os produtos distinguem-se pela espessura da camada de topo e têm a particularidade de cruzarem perpendicularmente a orientação das fibras de cada camada. Esta tecnologia aumenta consideravelmente a estabilidade dimensional no plano da régua.

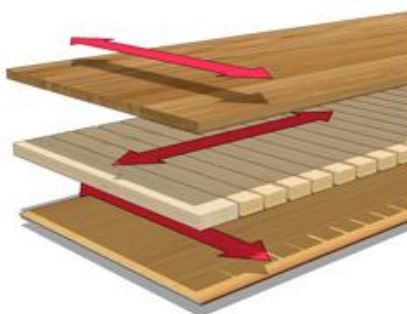


Fig. 3.5 – Soalho multi-camada [23]

3.3.2.1. Soalhos de madeira maciça

i. Parquet maciço

Especificado pela norma EN 13226, é um produto constituído por régua de madeira maciça e um sistema de encaixe macho-fêmea em todo o seu perímetro.



Fig. 3.6 – Régua de parquet maciço com encaixe à direita.



Fig. 3.7 – Sistema de encaixe à esquerda (A) e à direita (B).

Distingue-se principalmente por ter espessuras superiores a 14mm. Ao nível europeu a espessura mais frequente é de 22mm, mas são também comercializadas régua com 15, 16, 19, 20 e 23mm de espessura.

Quadro 3.2 – Dimensões mínimas de parquet maciço.

Espessura (mm)	Comprimento (mm)	Largura (mm)
≥14	≥250	≥40

ii. Soalho maciço

Especificado pela norma EN 13228 [24], é bastante semelhante ao parquet maciço, mas com uma variante no sistema de encaixe que não tem função resistente. É por isso aplicado sobre uma superfície de suporte contínua. Consoante o perfil da peça (figura 3.8) consideram-se dois tipos de régua com restrições geométricas (quadro 3.3) distintas.



Fig. 3.8 – Perfil em bloco (A) e em tábuas (B). [24]



Fig. 3.9 – Régua de soalho maciço.

Quadro 3.3 – Dimensão nominal das régua de soalho maciço (EN 13228)

Perfil	Dimensão		
	Espessura (mm)	Comprimento (mm)	Largura (mm)
Bloco	≥13	200 a 400	40 a 80
Tábua	8 a 14	200 a 2000	40 a 100

iii. Parquet mosaico

Especificado pela norma EN 13488, este tipo de parquet é constituído por régua de pequenas dimensões, cujo comprimento é um múltiplo exacto da largura. Esta relação geométrica permite agrupar várias régua e formar pequenos quadrados. É um produto colocado por colagem.



Fig. 3.10 – Parquet mosaico

Quadro 3.4 – Dimensão das régua de parquet mosaico

Espessura (mm)	Comprimento (mm)	Largura (mm)
≥8	115 a 165	≤35

iv. Lamparquet

Especificado pela norma EN 13227, o lamparquet é constituído por régua de média dimensão, que possuem um comprimento múltiplo da largura e arestas planas. Distingue-se fundamentalmente pela espessura das régua (entre os 9 e 14mm) e por não apresentar sistema de encaixe macho-fêmea. É por isso colocado por colagem ao suporte.

Quadro 3.5 – Dimensões lamparquet

Lamparquet	Espessura (mm)	Comprimento (mm)	Largura (mm)
Standard	9 a 12	120 a 400	30 a 75
Maior dimensão	13 a 14	350 a 900	60 a 80

v. Parquet industrial

É um produto que resulta da assemblagem face a face de régua maciças, deixando os bordos à vista e a funcionar como superfície de desgaste. Desta maneira reforça-se a resistência ao desgaste e possibilita-se a utilização de régua de fraca qualidade, sem classificação comercial. É colocado por colagem ao suporte e aplicado em locais de tráfego intenso.

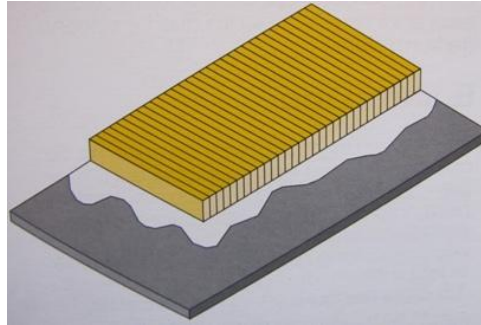


Fig. 3.11 – Parquet industrial [3]

vi. Entarugado

É um produto que resulta da assemblagem de blocos de madeira maciça de forma quadrangular ou rectangular. São normalmente agrupados em fábrica, formando pequenos painéis que são posteriormente colados ao suporte em obra. Têm a particular característica de ter as fibras orientadas perpendicularmente ao plano do suporte.

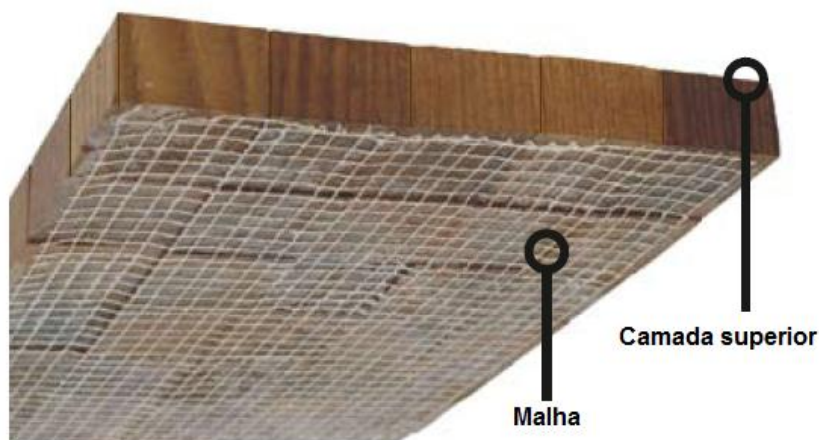


Fig. 3.12 – Painel de entarugado [25]

Quadro 3.6 – Dimensões usuais de blocos de entarugado

Espessura (mm)	Comprimento (mm)	Largura (mm)
≥15	7 a 15	7 a 15

3.3.2.2. Soalhos multi-camada

i. Soalho de madeira folheada

Especificado pela norma EN 14354, é um produto constituído por duas camadas. A camada de suporte usualmente em HDF serve de apoio a um folheado de madeira com 0,5 a 0,8mm de espessura, dependendo da natureza da madeira. As régua são envernizadas em fábrica com várias demãos e são frequentemente dotadas de sistemas tipo “click” para aplicação flutuante.

É um produto especialmente concebido para competir com os laminados.

Quadro 3.7 – Dimensões habituais de soalhos de madeira folheada

Espessura (mm)	Comprimento (mm)	Largura (mm)
7 a 8	1200	200

ii. Parquet multi-camada (soalho compósito industrializado), também conhecido por “engineered wood floor”.

Especificado pela norma EN 13489 [26] que não estabelece restrições geométricas quanto ao comprimento e largura das régua, tem de ter uma espessura mínima de 2,5mm da camada de topo.

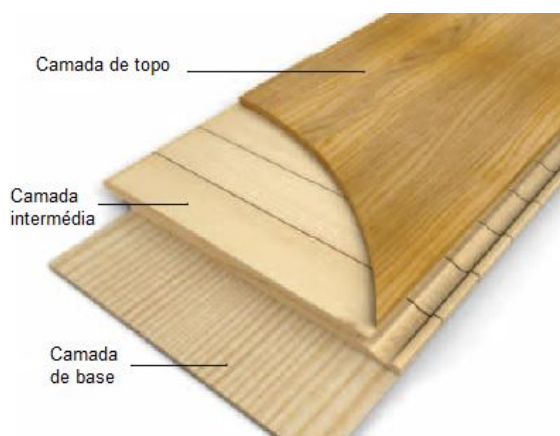


Fig. 3.13 – Parquet multi-camada [27]

Quadro 3.8 – Dimensões habituais do parquet multi-camada

Espessura (mm)	Comprimento (mm)	Largura (mm)
8 a 15	1800 a 2500	180 a 220

3.3.3. PADRÕES CARACTERÍSTICOS DO PARQUET MULTI-CAMADA

Existe uma variedade enorme de desenhos que podem ser formados com as peças de madeira.

A norma EN 13489 classifica quatro tipos de padrões para a camada superior de uma régua de parquet multi-camada. Refere ainda que elementos do tipo 3 são previstos para assemblagem e instalação modular, e que padrões do estilo mosaico devem submeter-se à classificação da norma EN 13488 (parquet mosaico) no que respeita às regras de aparência das camadas.

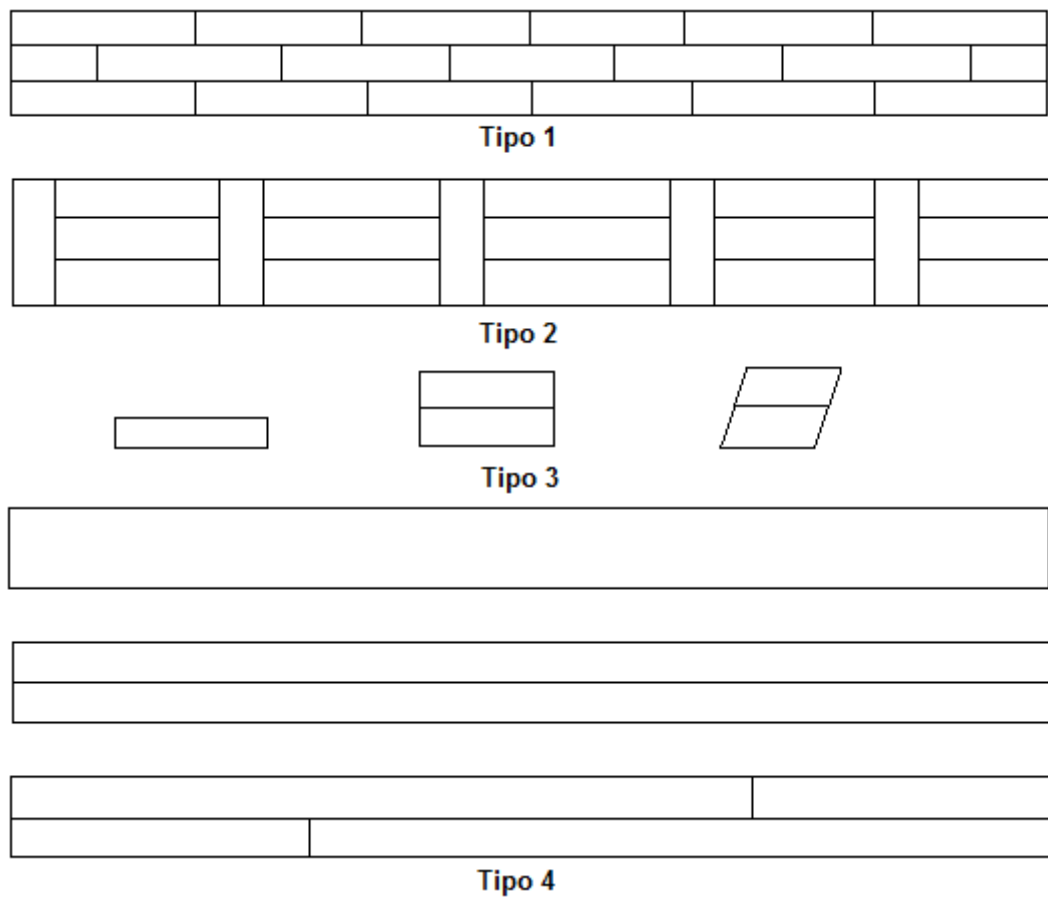


Fig. 3.14 - Padrões típicos do parquet multi-camada [26]

Existe ainda a possibilidade de incorporar elementos decorativos no soalho. Actualmente, algumas empresas dedicam-se ao fabrico de bordaduras e medalhões de diversos desenhos, que aumentam o grau de refinamento do soalho.



Fig. 3.15 – Medalhões decorativos em madeira [28]

3.4. PRODUTOS AUXILIARES

3.4.1. ACESSÓRIOS

i. Rodapés

Elementos lineares, moldados em vários tipos de secção para um melhor acabamento decorativo do perímetro do revestimento.

Os materiais mais usados no seu fabrico são a madeira maciça, o MDF e a cortiça.

São usados para ocultar imperfeições que surgem no encontro parede-pavimento e para ocultar juntas perimetrais que garantem as folgas suficientes às variações dimensionais do revestimento. Adicionalmente, protegem as paredes do contacto directo com o mobiliário e podem servir para ocultar a passagem de cabos eléctricos.

Quadro 3.9 – Dimensões habituais dos rodapés

Altura (mm)	Espessura (mm)
70	10

Os rodapés são normalmente pregados ou aparafusados à parede. Por serem elementos lineares de grande comprimento, qualquer desvio implica folgas entre os elementos. Nesses casos, as folgas são preenchidas com produtos elásticos, desde que a sua dimensão não seja superior a 3 mm e que não impliquem a selagem das juntas perimetrais.

ii. Perfis

Elementos lineares de secção variável, em plástico, metal ou madeira.

Fazem a transição entre revestimentos de piso distintos ou ocultam juntas de dilatação e tubagens.

Permitem resolver esteticamente juntas e encontros entre diferentes revestimentos de piso, ao mesmo tempo que protegem os bordos laterais das peças.



Fig. 3.16 – Tipos de perfis [25]

3.4.2. COLAS

As colas são produtos que promovem a fixação entre as régua do soalho e o suporte.

Numa colagem, a adesão e a coesão são propriedades fundamentais. A adesão é a capacidade da cola se fixar à superfície dos elementos a unir, a coesão é a capacidade resistente da própria cola como elemento compacto. Para uma boa colagem é indispensável uma boa adesão entre a cola, a madeira e o suporte, e uma coesão de ambos os materiais que garanta a rigidez do sistema.

i. Aplicação

A quantidade de cola a aplicar é recomendada pelos fabricantes e deve ser rigorosamente cumprida. Ao contrário do que se possa pensar, o aumento da quantidade de cola aplicada não significa uma colagem mais forte. Quantidades excessivas de cola armazenam maiores quantidades de água e diminuem a adesão.

É necessário garantir condições ambientais adequadas ao tipo de colagem. No processo de secagem da cola, a evaporação dos solventes dá origem à polimerização das partículas de resina, formando uma película homogênea. Essa película só se forma correctamente a temperaturas superiores ao chamado “ponto branco”, caso contrário, fica comprometida a adesão e coesão da colagem.

ii. Tipos de colas

a) Colas em dispersão aquosa de acetato de polivinilo;

São colas mais económicas, onde a água actua como solvente em percentagens de 30 a 60%. Quanto maior a percentagem de água, menor é a força adesiva, daí que misturas com menor quantidade de água são usadas na colagem de elementos de maior dimensão.

Por terem elevada fluidez e secagem lenta, facilitam correcções no posicionamento das réguas e permitem a aplicação em áreas mais extensas. Têm o inconveniente de humidificar bastante a madeira, provocando inchamentos e exigindo maiores tempos de secagem antes da aplicação das camadas de acabamento. Deverá garantir-se um teor de humidade das réguas inferior a 10% após secagem.

b) Colas à base de resinas em solução com dissolventes orgânicos;

São colas que por não conterem água reduzem o inchamento da madeira.

Este tipo de cola é resistente à acção da água, mas é mais volátil exigindo áreas de trabalho mais reduzidas. A evaporação do solvente liberta vapores tóxicos e inflamáveis que devem ser acautelados na instalação.

c) Colas de reacção.

São colas à base de resinas epóxi e/ou poliuretano, sem produtos voláteis. Por não conterem componentes absorvíveis pela madeira, evitam o seu inchamento. Além disso, a secagem da cola não origina perda de volume, o que permite corrigir (dentro de certos limites) alguns desníveis do revestimento.

São recomendadas para superfícies pouco porosas e pouco absorventes, previamente tratadas com promotores de aderência.

3.4.3. VERNIZES

São os produtos mais usados no acabamento superficial de soalhos de madeira. Constituídos por misturas de resinas, solventes, diluentes e aditivos diversos, formam uma película transparente que protege o soalho da acção de agentes externos, ao mesmo tempo que aumentam a resistência superficial, impermeabilidade e a facilidade de limpeza.

Os aditivos são produtos químicos especiais que permitem alterar ou reforçar propriedades do verniz. A penetração e fixação na madeira, velocidade de secagem, brilho, tensão superficial e protecção da cor à luz, são alguns exemplos de características que podem ser melhoradas.

O processo de endurecimento dos vernizes está associado à evaporação dos solventes e diluentes e à reacção simultânea das substâncias entre si. Neste processo, as condições ambiente são fundamentais, sendo recomendado pelos fabricantes, temperaturas da ordem dos 20°C e humidade relativa de 50%.

As principais propriedades de aplicação do verniz são a aderência, penetração na madeira, trabalhabilidade, recobrimento, vida da mistura e tempo de secagem.

A diluição dos vernizes é uma técnica que permite alterar a viscosidade, tempo de secagem e outras propriedades. Recomenda-se nas seguintes situações:

- Como primeira demão, para melhorar a penetração nos poros da madeira. Diluição entre 5 a 10%;
- Para compensar a evaporação dos solventes e evitar o endurecimento prematuro. Diluição entre 2 e 5%.

Deverão usar-se diluentes especificados pelos fabricantes e cumprir as suas instruções.

Existem diversos tipos de vernizes, de natureza química diferente, que proporcionam desempenhos diferentes à camada de acabamento.

Destaca-se os sistemas de ureia-formol, poliuretano e os vernizes acrílicos.

3.4.4. ÓLEOS

São produtos menos agressivos para o ambiente, de menor toxicidade, que dão um acabamento mais natural ao soalho, realçando as texturas e cores naturais da madeira.

Os óleos são de origem vegetal ou sintética. Óleos de origem vegetal endurecem com mais facilidade, mas penetram menos nos poros da madeira. Como tal, em ambos os casos, é necessário adicionar aditivos que melhorem ou a penetração ou o endurecimento.

Aplicam-se por impregnação a poro aberto, com penetrações da ordem dos 1 a 3mm de profundidade.

Comparativamente aos vernizes, são de aplicação mais simples, com maior resistência à água e aos produtos domésticos. Além disso, permitem renovações ou reparações localizadas, dissimulando perfeitamente o seu contorno. Esta é uma grande vantagem relativamente aos vernizes, que exigem a total renovação da área onde estão aplicados. Caso contrário, notar-se-á contrastes de brilho e textura nas zonas de contorno.

As principais desvantagens dão-se ao nível da resistência às acções mecânicas. Para além disso, o sistema de impregnação a poro aberto facilita a acumulação de sujidade nos poros, o que obriga a ciclos de limpeza e manutenção mais curtos. Pode ainda haver absorção de óleo diferenciada em zonas distintas da madeira.

Tipos de aditivos:

- Hidrófugos – Melhoram a resistência aos líquidos e à água;
- Ignífugos – Melhoram a reacção ao fogo;
- Dissolventes – Melhoram a capacidade de penetração nos poros da madeira;
- Insecticidas e fungicidas – Aumentam a resistência a fungos e insectos;
- Metalizantes – Conferem diferentes graus de brilho;
- Pigmentos – Alteram a cor de madeiras claras;
- Filtros UV – Evitam as mudanças de cor do soalho, por exposição à luz.

3.4.5. PRODUTOS DE PREPARAÇÃO DO SUPORTE

3.4.5.1. Pastas niveladoras

São produtos aplicados sobre o suporte para corrigir imperfeições, irregularidades e nivelamentos.

Podem ser fornecidos em pó para mistura com água, ou serem à base de resinas para mistura com argamassas de cimento. Em ambos os casos, são preparados no momento de aplicação.

O tipo de pasta a aplicar varia com a espessura da imperfeição a corrigir. Por esta razão, utilizam-se pastas diferentes em trabalhos de nivelamento (grande espessura) e preenchimentos (pequenas espessuras).

É importante perceber que estas pastas não são produtos consolidantes e que devem ter rugosidade suficiente para promover a adesão das colas.

3.4.5.2. Impermeabilizantes

São produtos de elevada resistência à difusão de vapor e que aderem facilmente à superfície do suporte, funcionando como uma barreira pára-vapor.

São indicados para proteger as colas da humidade ascensional e para possibilitar a colagem em suportes com teor de humidade superior a 2,5% (quando não há tempo para a secagem).

3.4.5.3. Consolidantes

São produtos líquidos de elevado poder de penetração, concebidos para aumentar a coesão e dureza do suporte, impedindo as partículas de se desagregar.

Devem ser aplicados antes da colagem e depois da aplicação de pastas niveladoras.

3.4.5.4. Promotores de adesão

Comercialmente designados por primários, são produtos líquidos que compatibilizam e promovem a adesão entre a superfície do suporte e a cola.

3.4.5.5. Reparadores de fissuras

São produtos indicados para preenchimento de fissuras que surgem frequentemente após a secagem da camada de suporte. Dependendo do tamanho das fissuras, podem aplicar-se em estado líquido ou em pasta.

Não devem ser aplicados em juntas de dilatação ou retracção para não comprometer as variações dimensionais.

3.5. OPERAÇÕES BÁSICAS DE ACABAMENTO

3.5.1. LIXAGEM

A lixagem dos soalhos é uma operação que antecede o envernizamento e permite eliminar ressaltos ou imperfeições, de maneira a obter uma superfície plana e afinada.

O processo consiste na passagem de lixas, cuja granulometria diminui progressivamente com o número de passagens. A quantidade de passagens depende dos desníveis da superfície, dureza da madeira, dureza do verniz, entre outros. A lixagem com lixas de granulometria muito reduzida é também efectuada entre as demãos do envernizamento, eliminando pequenas irregularidades que daí resultam.

Para além da diminuição progressiva da granulometria das lixas, é fundamental que a direcção das primeiras passagens mantenha um ângulo de 45° relativamente à orientação das fibras e que só depois se desenvolva paralelamente a estas.

De maneira a evitar sombreamentos durante o processo, a lixagem deve fazer-se de frente para as entradas de luz.

3.5.2. EMASSAMENTOS E APLICAÇÃO DE FUNDOS

Os emassamentos são usados na reparação de imperfeições e fissuras que não foram detectadas após a segunda lixagem. Devem ter boa capacidade de preenchimento de fendas, secagem rápida, elasticidade suficiente para resistir às variações dimensionais e uma boa adesão à madeira sem a manchar.

Os fundos têm por objectivo preencher parcialmente o poro da madeira, protegendo-a da acção de substâncias agressivas contidas no verniz e ao mesmo tempo uniformizar a absorção.

4

FABRICAÇÃO DE SOALHOS COMPÓSITOS INDUSTRIALIZADOS

4.1. PROCESSO DE FABRICO

4.1.1. INTRODUÇÃO

Os soalhos compósitos industrializados são o tipo de soalho mais exigente e de maior complexidade ao nível dos processos de fabrico.

A montagem de distintas camadas de madeira e o acabamento em fábrica das régua, implicam um controlo e domínio total das técnicas de colagem e acabamento, bem como das propriedades e compatibilidade dos materiais. A precisão dos trabalhos é também fundamental, porque só dessa maneira se garante qualidade e facilidade de manuseamento na aplicação em obra.

A complexidade de fabrico é compensada pela excelência do produto final, que apresenta óptimos desempenhos em serviço e qualidades estéticas excepcionais.

A competitividade entre fabricantes baseia-se na tecnologia de produção, especialmente ao nível do acabamento, que mantém em segredo. Por essa razão, apenas se fará uma descrição geral e sumária das principais etapas produtivas.

4.1.2. ETAPAS DO PROCESSO

4.1.2.1. Recepção da madeira

Nesta primeira etapa começa-se por verificar a identificação dos lotes e quantidade de material a armazenar. É indispensável também nesta fase exigir o passaporte fitossanitário, que comprova e indica o tratamento efectuado às embalagens e produtos de madeira.

Seguidamente é feita uma inspecção visual para avaliação de defeitos na madeira, definindo um critério para aceitação ou rejeição. Mede-se então por amostragem, o teor de humidade de cada espécie de madeira recebida e define-se o programa ideal de secagem em estufa. Conforme os valores obtidos, poderá ser vantajoso armazenar algumas unidades ao ar livre e assim realizar uma pré-secagem, economizando energia.

4.1.2.2. Secagem

A secagem é um procedimento fundamental para prevenir a decomposição e o aparecimento de manchas na madeira, e para permitir a penetração de aditivos.

É fundamental definir um programa de secagem adequado às características das peças, uma vez que a retracção induzida, dá lugar à abertura de fendas e outros defeitos. O tempo necessário para uma secagem adequada depende das condições climáticas, da localização, do método de empilhamento, da dimensão das peças e das espécies de madeira.

Em estufa, por monitorização da temperatura e humidade relativa, são criadas condições ambiente ideais para que as peças atinjam determinado teor de água de equilíbrio, valores que rondam os 7 a 9%. Estes valores são comprovados por medição directa com higrómetros.

4.1.2.3. Serragem

A serragem engloba um conjunto de máquinas de corte (serras) que afinam a espessura e largura da madeira já seca.

A velocidade com que as ripas passam pelas serras depende da espécie de madeira. Já as dimensões finais são condicionadas pela estrutura de camadas que se pretende para a régua final.

Depois de todo o processo de corte, as lâminas são novamente inspeccionadas. Por observação visual, identifica-se nas madeiras das camadas de suporte, nós e outros defeitos que comprometam a solidez. Para as madeiras da camada de topo a inspecção é mais rigorosa, pois além da solidez, deverão estar garantidas qualidades estéticas e decorativas.

4.1.2.4. Fusão dos painéis

Após a disposição e colagem das peças de madeira que constituem as camadas do soalho, formam-se painéis diferenciados que têm de ser sobrepostos. Com o cuidado de se cruzar perpendicularmente a orientação das fibras de cada camada, os painéis são colados e prensados em condições de temperatura, humidade e pressão controladas.

Para estabilizar o painel sanduíche final, dá-se um tempo de espera após a descompressão e finalmente uma calibradora ajusta a espessura final.

Por corte longitudinal do painel final calibrado, define-se a geometria final das régua de soalho. É nesta altura que máquinas perfiladoras executam os recortes macho-fêmea e biselam as arestas.

4.1.2.5. Acabamento

Nesta etapa, a tecnologia de fabrico varia muito entre os fabricantes. Basicamente, é nesta fase que se aplicam os principais tratamentos, sejam de preservação do material ou de valorização da qualidade estética.

Técnicas de lixagem, envernizamento e oleado, são constantemente aperfeiçoadas e estudadas, de maneira a que o soalho tenha o melhor desempenho possível.

4.1.2.6. Selecção e empacotamento

Antes de embalar as réguas é feita uma inspecção visual de controlo de defeitos. As réguas que não cumprem os requisitos mínimos de qualidade, são assinaladas e usadas para reaproveitamento.

No empacotamento, um determinado número de réguas é agrupado e embalado em caixas. As caixas são então etiquetadas em função da espécie, qualidade, dimensões e número de réguas. A etiqueta contém ainda a área total de soalho correspondente à caixa em causa e em alguns casos informações adicionais.

4.2. CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DO SOALHO

4.2.1. TEOR DE HUMIDADE

A higroscopicidade da madeira torna o soalho especialmente sensível à acção da humidade, afectando bastante o seu comportamento após a instalação.

Em todas as normas europeias respectivas a soalhos de madeira, são indicados teores de humidade das réguas da ordem dos 7 a 11%. Em zonas climáticas mais húmidas, recomenda-se valores entre os 9 e 11%, já em regiões mais secas é aconselhável baixar para os 7 a 8%.

4.2.2. ESTADO FITOSSANITÁRIO

A madeira deve apresentar-se isenta de insectos e fungos, pois são organismos que propiciam a sua degradação.

Para evitar este tipo de ataques, é recomendável tratar a madeira com produtos de protecção preventiva à base de solventes orgânicos, para que a cor natural da madeira não seja afectada.

4.2.3. QUALIDADE ESTÉTICA E DECORATIVA

Por serem constituídos por madeira, um material natural, os soalhos são elementos de construção susceptíveis de sofrer alterações de aspecto com o passar do tempo.

A qualidade estética e decorativa apoia-se num conjunto de critérios e avalia-se por observação visual da superfície.

4.2.3.1. Nós

O seu tamanho, quantidade, distribuição e natureza são factores que se têm em conta na classificação. Normalmente, quanto menor o seu número melhor a qualidade estética, se bem que em algumas situações, eles contribuem para reforçar a originalidade da madeira.

4.2.3.2. Homogeneidade da cor

Obter um soalho de cor homogénea não é fácil, pois a proporção de madeira do cerne e do borne implica maiores ou menores contrastes. Soalhos de cor homogénea estão por isso associados a qualidades superiores.

4.2.3.3. Fio

Designa-se por fio a inclinação relativa das fibras em relação ao eixo longitudinal da peça. Quanto mais rectilíneo, melhor é a qualidade estética.

Associado a este conceito está logicamente a orientação de corte das tábuas. Cortes radiais dão origem a fibras mais rectilíneas que os cortes tangenciais.

4.2.4. QUALIDADE DE FABRICO

A este conceito associa-se o grau de elaboração e precisão da produção, com especial destaque para os recortes nas arestas das régua.

A face das camadas deve apresentar uma superfície suave, que assegure uma boa colagem, principalmente a camada de topo que irá receber o acabamento.

O perímetro das régua deve possuir arestas e cantos bem definidos, com recortes macho-fêmea de espessura uniforme, de maneira a garantir um encaixe perfeito em obra. Na camada inferior é recomendável o biselamento dos vincos (entre 3 e 6 graus) para promover a acumulação de cola entre duas régua adjacentes.

4.3. NORMAS

Os fabricantes de materiais e produtos de construção estão obrigados, por força da aplicação da directiva comunitária dos produtos da construção, a ter marcação CE nos seus produtos, facto que os obriga a cumprir determinadas exigências de controlo de qualidade.

As normas europeias harmonizadas obrigam os fabricantes a, em conjunto com a marcação CE, aporem nas embalagens dos produtos que comercializam, um conjunto de informações úteis para o comprador. São elas a classe de reacção ao fogo, emissão de substâncias nocivas, condutibilidade térmica, entre outras.

Relativamente aos soalhos de madeira, apenas existem normas que regulam o fabrico. Até à data, não há registos de normas portuguesas ou europeias referentes à instalação de soalhos.

As normas actualmente em vigor dividem-se em três grupos. Normas gerais, de ensaio e de produto.

Normas Gerais	Normas de Ensaio	Normas de Produto
•EN 13756 •NP EN 14342 2005+A1 2010	•EN 1533 •EN 1534 •EN 1910 •ENV 13696 •EN 13647 •EN 13442 •NP EN 120:2002 •CEN/TS 15676 •EN 13501-1 •EN 335-1 •EN 335-2 •EN 12664	•EN 13226 •EN 13227 •EN 13228 •EN 13488 •EN 13489 •EN 13629 •EN 13990 •EN 14354 •EN 14761

Fig. 4.1 – Normas de soalhos de madeira

4.3.1. NORMAS GERAIS

4.3.1.1. EN 13756. Revestimentos de piso de madeira – Terminologia

Trata-se de uma compilação de alguns termos técnicos relacionados com soalhos de madeira. Os termos são descritos de forma sucinta, de maneira a serem facilmente interpretados quando aplicados nas normas.

A norma organiza os termos, de acordo com as suas características, em seis grupos.

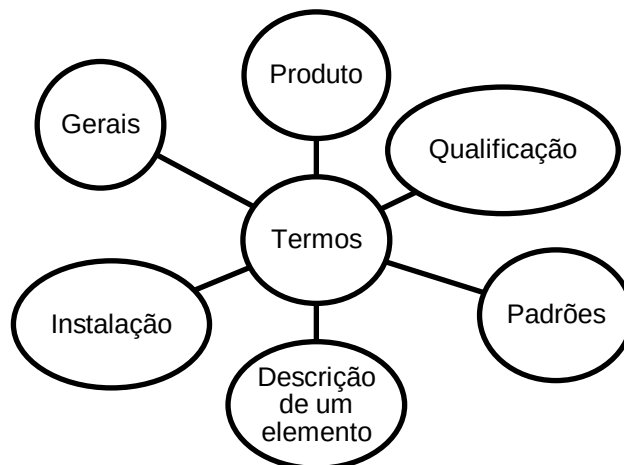


Fig. 4.2 – Organização terminológica

4.3.1.2. NP EN 14342:2005+A1 2010. Revestimentos de piso de madeira – Características, avaliação da conformidade e marcação.

É a norma base dos revestimentos de piso de madeira para aplicação em ambientes interiores, incluindo locais interiores destinados a transportes colectivos.

Fazendo referência a mais de vinte normas relacionadas com revestimentos de piso em madeira, estabelece uma metodologia para a marcação CE.

- i. Características de desempenho – Determinação e declaração;

Quadro 4.1 – Ensaios de tipo inicial [20]

Característica de desempenho	Determinação
Reacção ao fogo	De acordo com a EN 13501-1 ou com o quadro 1 da EN 14342
Emissão de formaldeído	Anexo A da EN 14342
Emissão (teor) em pentaclorofenol	Método de ensaio válido no país de destino do produto ou método de ensaio do CEN/TR 14823
Resistência à rotura	EN 1533 (para pisos autoportantes)
Escorregamento	CEN/TS 15676
Condutibilidade térmica	De acordo com a EN 12664 ou com o quadro 2 da EN 14342
Durabilidade biológica	Classe de risco de acordo com a EN 335-1 ou EN 335-2

ii. Sistemas de avaliação da conformidade – Ensaio tipo inicial (ETI) e controlo produção em fábrica (CPF);

▪ Sistema 1

É o sistema mais exigente porque implica a intervenção de um organismo de certificação externo. Este organismo aprova, acompanha e faz uma inspecção inicial do CPF e está encarregue da realização de ETI para a reacção ao fogo, emissão de formaldeído e teor em pentaclorofenol.

O fabricante é responsável pela implementação e manutenção do CPF e pela realização dos restantes ETI (Resistência à rotura, Escorregamento, Condutibilidade térmica, Durabilidade biológica), nas suas instalações ou nas instalações de uma entidade exterior.

▪ Sistema 3

Para além da implementação e manutenção do CPF, o fabricante realiza todos os ETI nas suas instalações ou nas instalações de uma entidade exterior, excepto os que têm de ser realizados em laboratório de ensaio acreditado (Reacção ao fogo, emissão de formaldeído e teor em pentaclorofenol).

▪ Sistema 4

O fabricante não necessita de realizar os ETI referentes à reacção ao fogo, emissão de formaldeído e teor em pentaclorofenol, pois declara os valores com base em quadros e recomendações da norma. No entanto, tem de fazer nas suas instalações ou nas instalações de uma entidade exterior, os ETI de resistência à rotura, escorregamento, condutibilidade térmica e durabilidade biológica. É também responsável pela implementação e manutenção do CPF.

a) Ensaio de tipo inicial

A declaração NPD (Desempenho não determinado) pode ser utilizada para todas as características de desempenho, excepto quando seja requerida no estado membro onde se pretende aplicar o produto.

O ETI deve ser repetido sempre que se introduzam alterações na composição do produto.

b) Controlo produção em fábrica

Engloba a verificação periódica de todas as características de desempenho declaradas e das características impostas pela norma de produto aplicável.

No caso de características de desempenho declaradas sem necessidade de ensaio (CWTF), deve ser verificada a propriedade que indirectamente assegura a manutenção do desempenho do produto.

iii. Marcação CE e etiquetagem

A marcação CE simboliza que o produto cumpre todas as disposições aplicáveis, previstas na directiva dos produtos da construção.

A marcação CE deve ser aposta por fixação directa no produto, embalagem ou anexada à documentação comercial de acompanhamento.

		<i>Marcação de conformidade CE, consistindo no símbolo "CE" definido na Directiva 93/68/CEE</i>
QualquerProdutor Ltd 08		<i>Nome ou marca de identificação e morada da sede social do produtor</i> <i>Dois últimos dígitos do ano de aposição da marcação</i>
EN 14342:2005+A1 Parquete de madeira maciça machado, para ser pregado		<i>Número da Norma Europeia</i> <i>Descrição do produto, utilização prevista e</i>
Reacção ao fogo	C _{fl} -s1	<i>informação sobre o produto e sobre as características regulamentadas</i>
em relação a uma: massa volúmica média mínima e uma espessura global mínima	500kg/m ³ 20 mm	
Emissão (libertação) de formaldeído	E1	
Emissão de pentaclorofenol	> 5 ppm	
Resistência à rotura (força máxima) e vão de ensaio	200 N e 400 mm	
Escorregamento	USRV 100	
Condutibilidade térmica	0,17 W/mK	
Durabilidade biológica	Classe 1	

Fig. 4.3 – Exemplo da informação a disponibilizar na marcação CE [20]

iv. Certificado e declaração de conformidade CE

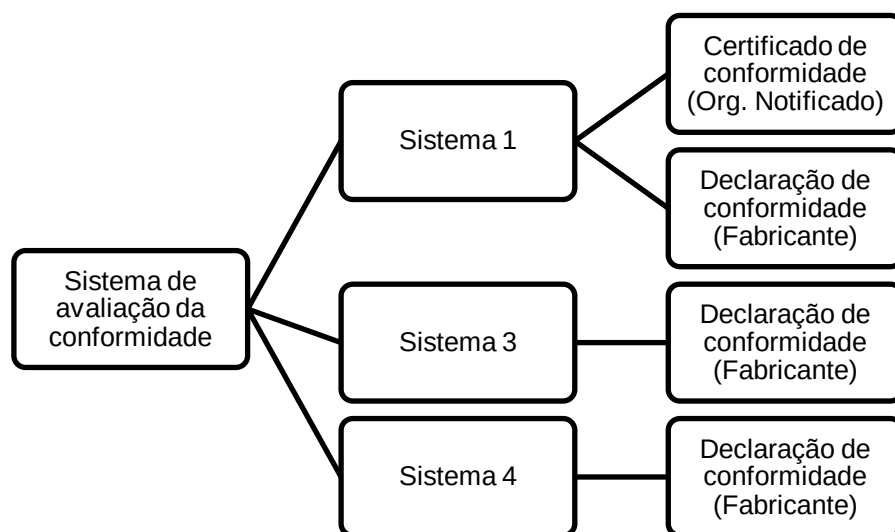


Fig. 4.4 – Documentos a emitir com base no sistema de avaliação da conformidade [29]

4.3.2. NORMAS DE ENSAIO

São normas que descrevem detalhadamente procedimentos de ensaio, permitindo uniformizar condições e critérios experimentais, para análise de determinada propriedade.

4.3.3. NORMAS DE PRODUTO (EN 13489)

As normas de produto têm como principal objectivo caracterizar a aparência das régua de soalho. Na actualidade existem nove normas, que apesar de especificarem produtos diferentes, apresentam uma estrutura bastante semelhante.

Os soalhos compósitos industrializados são soalhos do tipo multi-camada e por isso especificados pela norma EN 13489. A norma aborda os critérios seguidamente descritos.

4.3.3.1. Requisitos específicos do produto

- i. **Espécie de madeira**
É fornecida no Anexo A uma lista de espécies mais usadas em soalhos. A lista indica o nome científico de cada espécie, região de origem e a designação técnica.
- ii. **Padrão**
Os diversos tipos de padrão foram já descritos em 3.3.2.2.
- iii. **Acabamento**
Na maioria dos casos o acabamento é já feito em fábrica, no entanto, o tratamento superficial aplicado tem de ser referido na descrição do produto.
- iv. **Aspecto**
São definidas três classes de aspecto com os símbolos □ ○ Δ, aplicáveis à madeira da camada de topo, intermédia e inferior. A classificação depende do tipo de padrão e espécie de madeira adoptada e baseia-se num conjunto de defeitos descritos em tabelas e medidos de acordo com a EN 1310, com excepção da biodegradação que é medida segundo a EN 1311.
A norma permite a existência de uma classe livre, que engloba qualquer classificação baseada em critérios definidos pelo fabricante ou requeridas pelo cliente. Os defeitos a declarar nas fichas técnicas constam no Anexo B da norma. Neste tipo de classe pode ser usada qualquer espécie de madeira, desde que a dureza seja superior a 10 N/mm², de acordo com a norma de ensaio EN 1354.
A camada de topo pode ser em madeira dura ou branda e deverá apresentar-se em boas condições, sem podridão, fungos, mossas ou ataques de insectos.

Nota: É importante realçar que as classes de aspecto não procuram caracterizar o desempenho do produto. À partida, a classificação baseia-se apenas em critérios estéticos que vão de encontro ao gosto do utilizador. Facilmente se percebe que um elevado número de nós ou fissuras na madeira da camada de topo, servirá, do ponto de vista arquitectónico, como factor de valorização do aspecto rústico e natural do local. A qualidade, durabilidade e funcionalidade nunca deverá ser posta em causa, seja qual for a classe de aspecto definida.

v. Teor de humidade

O teor de humidade da camada superior deve estar entre 5% e 9% no momento de entrega do produto. A medição é realizada por ensaio de secagem em estufa (EN 13183-1) sendo que a medição por higrómetro (EN 13183-2) apenas serve para obter uma estimativa.

vi. Características geométricas

Os métodos de medição das características geométrica são descritos pela EN 13647. O teor de humidade de referência para as especificações dimensionais é de 7%. Para teores diferentes pode usar-se a relação de, por 1% de alteração do teor de humidade a largura e espessura mudarão 0,25%.

As especificações dimensionais e desvios limite em função do tipo de padrão são dados pela tabela 5 da norma.

4.3.3.2. Especificações técnicas e propriedades

As régua devem estar devidamente prensadas, lixadas e com um sistema macho-fêmea a todo o perímetro que possibilite um encaixe perfeito.

As instruções de instalação são produzidas pelo fabricante e deverão ser rigorosamente cumpridas.

4.3.3.3. Marcação

Cada lote definido pelo fabricante, na altura da primeira entrega, deve conter as seguintes informações:

- Parquet multi-camada e a designação comercial adoptada;
- Classe de aspecto;
- Comprimento nominal de cada régua (em milímetros) e número de régua;
- Comprimento total (em metros);
- Largura nominal e espessura comercial (em milímetros);
- Área de superfície (em m²);
- Nome comercial das espécies de madeira usadas;
- Padrão (se for do estilo mosaico referir a norma EN 13488);
- Se requerido, classe de durabilidade (EN 460) ou tratamento preservador (EN 351-1) contra a biodegradação;
- Norma de referência, EN 13489.

4.4. ESTUDO DE MERCADO

4.4.1. INTRODUÇÃO

No mercado dos revestimentos de piso os fabricantes têm um papel de destaque. O elevado impacto estético do revestimento de piso no ambiente interior de um edifício, conduz os fabricantes a desenvolverem produtos criativos e esteticamente atraentes. Ao mesmo tempo, o piso é um elemento de construção fortemente solicitado por cargas de natureza diversa, exposto a condições ambientais e produtos agressivos que exigem uma resposta adequada. Desta forma, engenho e criatividade são fundamentais para o desenvolvimento de um produto de excelência. Curiosamente, os soalhos multi-camada são uma manifestação concreta destes conceitos. Por um lado, o engenho na concepção da

estrutura resistente formada pelas camadas inferiores, por outro, a beleza estética da camada de topo em madeira nobre.

Pela análise das normas, facilmente se conclui que não são exageradamente restritivas, pelo contrário, dão liberdade ao desenvolvimento de produtos diversificados que vão de encontro aos desejos do consumidor, garantindo um bom desempenho em serviço.

Por estas razões, é de particular interesse conhecer os produtos desenvolvidos pelos fabricantes, pois são eles que dominam e desenvolvem grande parte da tecnologia e conhecimento. Também se percebe que, por razões de concorrência e competitividade, não se tem acesso a grande parte dos “segredos” do fabrico. De qualquer maneira, foi feito um esforço para encontrar informação de interesse ao nível da concepção, acabamento, tecnologia de encaixe, recomendações de instalação e certificados de gestão florestal.

A Europa é considerada a principal produtora de soalhos multi-camada, com exportações para todas as regiões do mundo. Como tal, analisaram-se produtos com marcação CE de fabricantes europeus, com informação técnica válida e disponível nos seus sites. Como referência para a pesquisa, recorreu-se ao site da FEP (European Federation of the Parquet industry) [30] que possui uma lista de fabricantes europeus, organizados por países de origem.

4.4.2. FABRICANTES

4.4.2.1 Suíça – Bauwerk

Dos fabricantes analisados, a Bauwerk destacou-se claramente pela quantidade e qualidade de informação disponibilizada. Não se restringindo apenas ao aspecto decorativo, possui uma brochura onde descreve com bastante rigor os trabalhos de preparação do suporte, instalação do soalho, certificação, produtos auxiliares, acabamento, ou seja, todo o ciclo de vida do soalho. É uma marca que incorpora diversos estudos científicos e laboratoriais levados a cabo pelo EMPA” (Swiss Federal Laboratories for Materials Testing and Research).

Em soalhos de dupla camada possibilita uma decoração mais requintada, combinando a madeira com outros materiais (pedra, metal).

Define e descreve seis critérios para a selecção do tipo de soalho:

- Local de aplicação;
 - Cor, estilo e carácter;
 - Preço;
 - Salubridade;
 - Aspectos ambientais;
 - Aspectos técnicos.
- i. Salubridade
- Sem emissão de substâncias químicas sintéticas e componentes orgânicos voláteis. No ar interior poderão ser detectados componentes orgânicos voláteis naturais da madeira que não representam qualquer tipo de perigo para a saúde. O soalho não contém substâncias potencialmente alérgicas, mas ressalva-se que algumas pessoas podem ser alérgicas aos componentes naturais da madeira.
- As colas usadas na assemblagem das camadas contêm formaldeído, mas em quantidades muito reduzidas (Abaixo da classificação E1 da norma EN 14342).

ii. Aspectos ecológicos

A madeira comprada provém de florestas sustentáveis (Certificação FSC).

Uso de colas e vernizes sem solventes. (Certificação ISO 14001)

iii. Aspectos técnicos

a) Qualidade e durabilidade

Qualidade superior aos mínimos exigidos pelas normas, para aplicações duradouras.

Quando aplicado em locais de uso intenso (restaurantes e edifícios públicos) os ciclos de renovação são de poucos anos. Em locais de uso moderado (quartos e moradias) o soalho mantém-se durante décadas.

b) Condições ambientais

Em serviço, o fabricante assume temperaturas entre os 15°C e 30°C e humidade relativa entre 30% e 70%. Em correspondência, o teor de humidade da madeira variará entre os 5% e 13%. O soalho foi testado sobre estas condições, sendo garantido pela colagem entre camadas, uma deformação uniforme sem distorções. Garante ainda maior estabilidade dimensional do que um soalho em madeira maciça.

c) Dureza

É disponibilizada uma tabela com algumas das propriedades mais importantes de várias espécies de madeira, incluindo a dureza.

d) Condutividade eléctrica

Bom isolador, com resistência eléctrica entre 108 e 1010 ohm, evita lesões por descargas eléctricas.

e) Comportamento térmico

É dada uma tabela com a resistência térmica de cada produto disponível.

O soalho está preparado para ser aplicado sobre pavimentos radiantes, para temperaturas interiores entre os 18°C e 22°C. São fornecidas instruções e recomendações especiais para a instalação sobre pavimento radiante.

Recomenda-se colocação por colagem para melhor regularização do fluxo de calor.

f) Concepção estrutural

Réguas de duas ou três camadas com fio cruzado e dimensões variadas. Camada superior em madeira nobre com espessuras de 3mm; 3,5mm; 4mm; 6mm. Camadas intermédias em madeira branda e no caso de ter três camadas a inferior é constituída por madeira folheada.

Destaca-se o produto especialmente desenvolvido para pisos desportivos, com camada de topo em madeira nobre (3,6mm) sobre uma manta elástica dissipadora de carga. Camada intermédia e inferior em tábuas de pinho maciço e placa de HDF (6mm), respectivamente. Para absorção da energia de impacto, incorpora-se sob a camada inferior, uma manta de polietileno celular (9mm).

g) Instalação

Sistema de encaixe tipo click de elevada precisão, permite um assentamento rápido e rígido.

Para colocações flutuantes a largura da área de aplicação varia entre o máximo de 12 e 18 metros, dependendo do tipo de produto. Para valores superiores terão de ser definidas juntas de dilatação.

h) Tratamento acústico

São disponibilizadas e especificadas mantas resilientes para correcção do ruído de percussão.

i) Preparação do suporte

São fornecidas instruções detalhadas para diversos tipos de suporte.

j) Tratamento superficial/Acabamento

Acabamento a óleo, verniz, ou pré-lixado para acabamento em obra.

Os produtos de limpeza, manutenção e acabamento são detalhadamente descritos.

k) Reparação/renovação

São ilustradas e descritas diversas técnicas de substituição/reparação, adequadas ao tipo de instalação e produto aplicado.

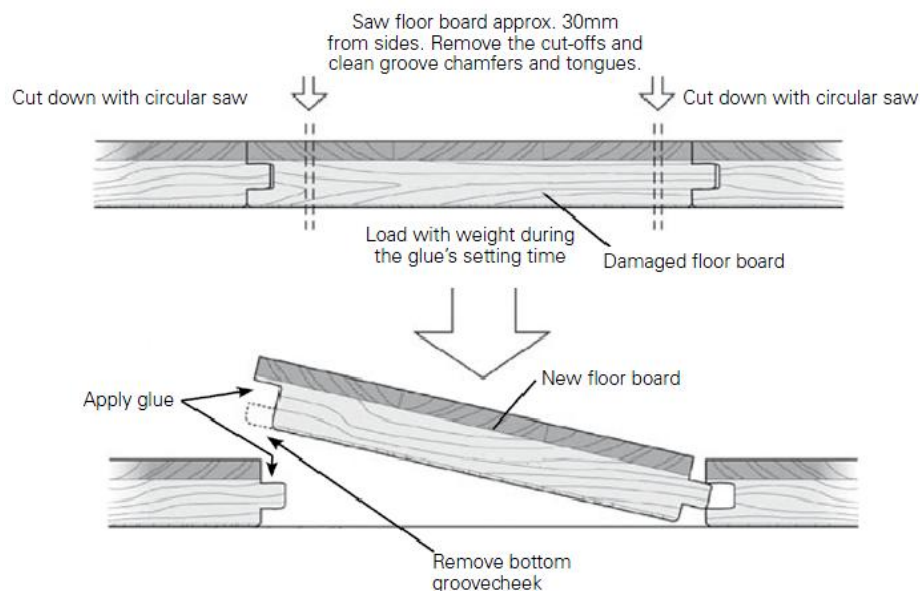


Fig. 4.5 – Técnica de substituição de réguas. [31]

4.4.2.2 Noruega – Boen

i. Salubridade

Sem emissão de substâncias químicas sintéticas e componentes orgânicos voláteis.

O acabamento em óleo de substâncias naturais curado por luz UV torna o soalho especialmente adequado a pessoas alérgicas a propriedades bio-higiénicas.

ii. Aspectos ecológicos

A madeira comprada provém de florestas sustentáveis (Certificação FSC).

iii. Aspectos técnicos

a) Concepção estrutural

Réguas de três camadas com fio cruzado. Camada superior em madeira nobre com espessuras de 3,5mm a 6mm, dependendo da intensidade de tráfego previsto. As camadas de suporte são ambas em espruce, sendo a intermédia constituída por tábuas e a inferior por folheado.

b) Instalação

Para colocação flutuante ou colada, as réguas possuem dois tipos de encaixe, tipo click ou macho-fêmea, conforme o desejo do cliente.

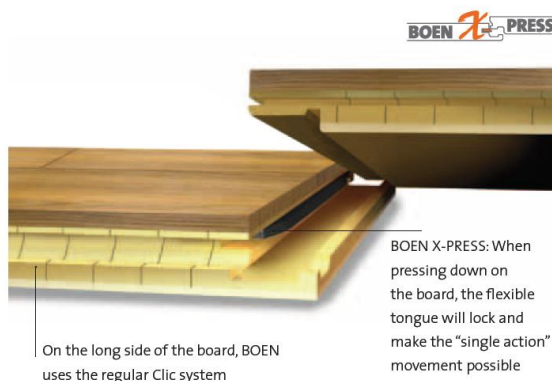


Fig. 4.6 – Sistema de encaixe tipo click. [27]

c) Preparação do suporte

São fornecidas instruções especiais para pavimentos radiantes.

d) Tratamento superficial/Acabamento

Acabamento a óleo ou verniz.

Destaca-se os tratamentos estéticos aplicados à madeira superficial (escurecido/clareado, fumado, escovado) da camada, pois realçam a textura e aparência natural da madeira.

Os produtos de limpeza, manutenção e acabamento são detalhadamente descritos.

4.4.2.3 Suécia – Kährs

É uma empresa de referência no sector, inventora da tecnologia dos soalhos multi-camada [1], tendo sido pioneira no seu fabrico. Desde então desenvolveu bastante os seus produtos aliando qualidade e design, a preocupações de carácter ambiental.

Com elevado rigor e pormenor descreve todos os trabalhos, produtos e ferramentas necessários para a instalação, manutenção e reparação do soalho.

Tendo sido a primeira marca a desenvolver um sistema de encaixe do tipo click sem aplicação de cola, o grande destaque vai para o desenvolvimento recente de uma nova tecnologia de encaixe, que veio revolucionar o mercado.

i. Aspectos ecológicos

Com elevadas preocupações ambientais, a Kährs submeteu voluntariamente o seu processo de fabrico a uma análise EMAS [32] (“Eco-Management and Audit Scheme”), um programa de

gestão ambiental de incentivo ao desenvolvimento, melhoria e auditoria de políticas ambientais.

Rigoroso controlo da origem da madeira comprada, procurando fornecedores certificados (FSC ou PEFC) que garantam a sustentabilidade das florestas. A empresa decidiu eliminar progressivamente o uso de madeiras exóticas por ter bastante dificuldade em garantir a sua origem.

Certificação FSC e ISO 14001.

ii. Aspectos técnicos

a) Qualidade e durabilidade

A marca dá garantia de 30 anos aos seus produtos da gama parquet multi-camada.

b) Dureza

É indicada a dureza de todas as madeiras aplicadas na camada de topo.

c) Conceção estrutural

Réguas de três camadas com fio cruzado e dimensões variadas. Camada superior em madeira nobre com espessuras de 3mm; 3,5mm; 4mm; 6mm. Camada intermédia em contraplacado ou tábuas de pinho e camada inferior em madeira folheada de espruce ou choupo.

Destaca-se o produto especialmente desenvolvido para pisos desportivos, com camada de topo em madeira nobre (3,6mm). Camada intermédia e inferior em tábuas de pinho maciço e folheado de espruce, respectivamente. Para absorção da energia de impacto, incorpora-se sob a camada inferior uma placa de HDF (6mm) e uma manta resiliente de polietileno (9mm). A superfície está preparada para receber marcações de campo com tintas à base de epóxi ou poliuretano.



Fig. 4.7 – Conceção estrutural do piso desportivo Kährs [33]

d) Instalação [34]

A marca aconselha que o assentamento seja do tipo flutuante.

Sistema de encaixe tipo click de elevada precisão e resistência, permite um assentamento sem colas, rápido e rígido. Segundo testes efectuados, a resistência da junta ronda os 14 KN/m [35], o que comprova que o sistema de encaixe desenvolvido está preparado para suportar esforços elevados, resultantes das variações dimensionais naturais da madeira.

Para larguras da área de aplicação superiores a 18 metros, é necessário prever juntas de dilatação.

Recentemente, a marca desenvolveu um novo sistema de junta, o Woodloc® 5S, que diminui ainda mais o tempo de execução e aumenta a resistência ao nível da junta.



Fig. 4.8 - Sistema de encaixe Woodloc® 5S. [33]

- e) Tratamento acústico
São disponibilizadas e especificadas mantas resilientes para correcção do ruído de percussão.
- f) Preparação do suporte
São fornecidas instruções detalhadas dos trabalhos de preparação do suporte, incluindo a instalação em pavimentos radiantes.
- g) Tratamento superficial/Acabamento [36]
Os tratamentos superficiais disponíveis são o escovado, arranhado, a coloração e os topos biselados. O escovado acentua a estrutura natural do grão e dá uma textura extra à madeira. O arranhado é uma técnica que utiliza diferentes ferramentas manuais para esfregar ou polir a madeira e conferir-lhe um aspecto desgastado. Há uma grande quantidade de trabalho manual investido neste tratamento, o que lhe atribui um carácter verdadeiramente rústico. A coloração é utilizada para realçar os tons das cores naturais ou para dar à madeira uma nova cor. Biselar os topos das régua acentua a forma da régua. Este design inclui gamas desde a micro-biselagem, uma leve acentuação da extremidade, a um bisel mais acentuado e forte em todas as extremidades.
O acabamento é em verniz ou óleo. Quanto ao envernizamento, a marca aplica uma técnica inovadora que consiste no envernizamento das placas da camada superior, antes de as perfilar. Esta técnica proporciona arestas mais estreitas que dificultam a acumulação de sujidade.
- h) Reparação/renovação
São ilustradas e descritas diversas técnicas de substituição/reparação, adequadas ao tipo de instalação e produto aplicado.
Os produtos de limpeza, manutenção e acabamento são também detalhadamente descritos.

4.4.2.4 Áustria – Mafi

Para além da qualidade da informação disponibilizada no que respeita a técnicas de instalação e manutenção do soalho, a marca destaca-se pelo acabamento de elevada qualidade.

- i. Aspectos ecológicos
A marca decidiu interromper a importação de madeiras exóticas, desenvolvendo uma técnica que permite dar tonalidades mais escuras a madeiras usuais como o carvalho, espruce, pinho, etc.
Certificação FSC
- ii. Salubridade
A cola aplicada na assemblagem das camadas é produzida com água, carbono, cal e ácido acético, sem formaldeído e solventes, de forma a não potenciar alergias.
- iii. Aspectos técnicos
 - a) Conceção estrutural
Régua de duas camadas com cruzamento de fibras. Camada superior em madeira dura (4mm), e inferior em tábuas de pinho (6mm).

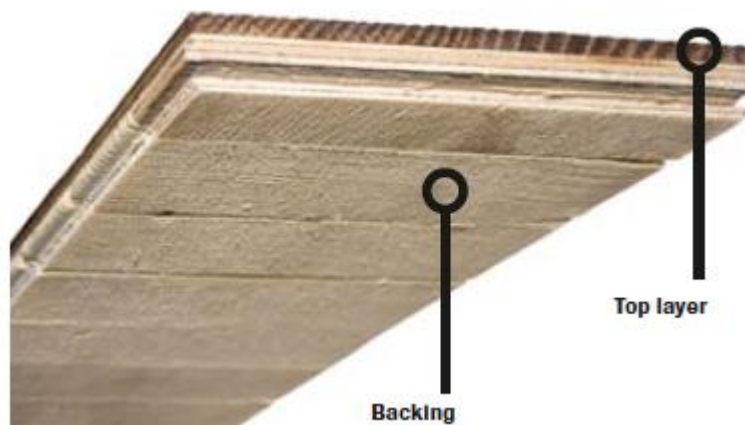


Fig. 4.9 - Conceção estrutural de uma régua de duas camadas. [25]

Régua de três camadas com cruzamento de fibras. Camada superior e inferior da mesma espécie de madeira. Dependendo da espécie usada, na camada superior a espessura será de 5mm para madeira branda e 4mm para madeiras duras. A camada intermédia é constituída por tábuas de madeira branda.

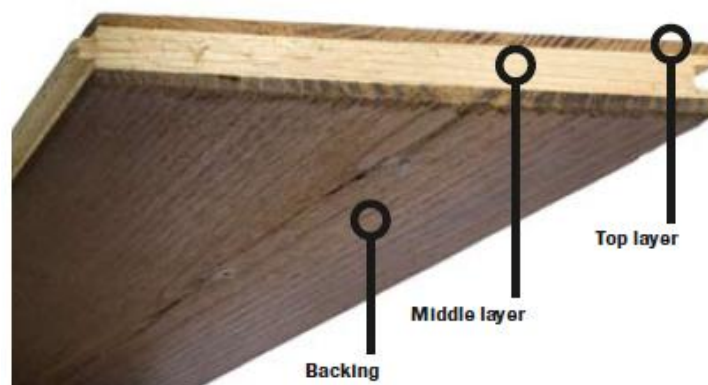


Fig. 4.10 - Conceção estrutural de uma régua de três camadas. [25]

b) Tratamento superficial/Acabamento

Tecnologia inovadora foi desenvolvida com a gama “vulcano”, um processo especial de tratamento térmico (sem aditivos químicos), que permite dar tonalidades mais escuras a madeiras usuais, fazendo uma aproximação às tonalidades da madeira exótica.

Grande destaque vai para a originalidade e grau de aproveitamento de madeiras com fissuras e nós de grande volume, que à partida seriam rejeitadas para uso como revestimento. A marca desenvolveu resinas de várias cores que para além de preencherem esses defeitos e garantirem a coesão da camada, proporcionam um aspecto estético bastante original.

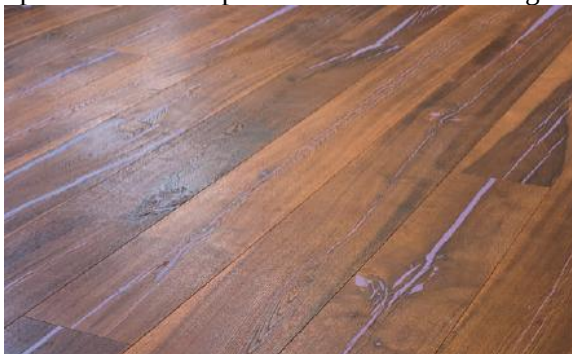


Fig. 4.11 – Madeira tratada com resina colorida de preenchimento. [25]

A gama “fresco” é também uma inovação, pois acrescenta relevo à superfície da madeira, criando um efeito 3D. É particularmente indicada para zonas onde o utilizador circule descalço pois transmite um efeito de massagem.



Fig. 4.12 – Soalho com relevo superficial. [25]

O acabamento prescinde do verniz, sendo o óleo aplicado a toda a gama de produtos. Já o tipo de óleo a aplicar é que pode variar consoante o gosto do cliente.

c) Preparação do suporte

São fornecidas instruções detalhadas dos trabalhos de preparação do suporte, incluindo a instalação em pavimentos radiantes. Para pavimentos radiantes, a marca elaborou uma ficha de controlo de qualidade que se disponibiliza em anexo.

4.4.2.5 Portugal - Wicanders

A pesquisa efectuada com base no motor de busca Google, revelou que o mercado português é bastante deficitário ao nível da fabricação de soalhos multi-camada. Por este método aliás, não foram encontrados fabricantes nacionais, apenas mostrando haver um grande número de comerciantes e representantes de marcas estrangeiras.

A Wicanders, marca da Amorim Revestimentos, é o único fabricante português inscrito na FEP que se dedica à produção de soalhos multi-camada.

i. Aspectos ecológicos

Os produtos Wicanders foram submetidos a um estudo de eco-eficiência, levado a cabo pela empresa química BASF, tendo obtido bons resultados.

Certificação FSC.

ii. Aspectos técnicos

a) Concepção estrutural

Réguas de duas, três ou várias camadas com cruzamento de fibras.

Em réguas de duas camadas, a camada superior é de madeira dura (4mm) e a inferior em tábuas sólidas de abeto (6mm).

Em réguas de três camadas disponibiliza-se uma solução com camada superior de madeira dura (3,5mm a 4mm), camada intermédia em tábuas sólidas de choupou ou Hevea (9mm) e camada inferior em madeira folheada. Destaca-se a utilização da Hevea, uma madeira oriunda do sudeste asiático que costumava ser queimada após a extracção do látex. Como segunda solução estrutural, aplica-se na camada superior madeira dura (6mm), na intermédia uma tábuas sólida de carvalho (11mm) e na inferior uma folha de carvalho (3mm).

As réguas multi-camada são constituídas por uma camada superior em madeira dura (6mm) e como suporte, várias camadas de bétula, perfazendo um total de 22mm de espessura.

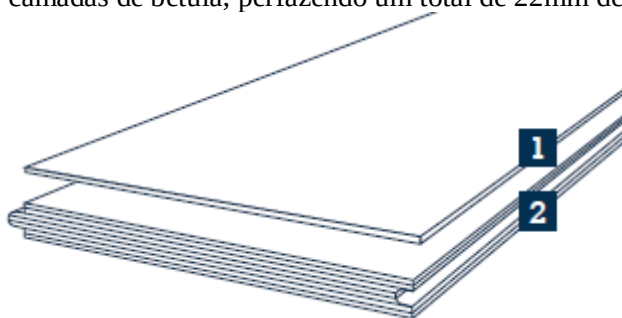


Fig. 4.13 – Régua multi-camada Wicanders. [37]

b) Tratamento superficial/Acabamento

Acabamento em verniz, óleo ou não acabado.

c) Instalação

Sistema de encaixe de tipo click (sem utilização de cola) e do tipo macho-fêmea.

4.4.2.6 Políticas de sustentabilidade

“A madeira é produzida a partir de árvores pelo que a sua produção em larga escala implica o abatimento de grande número de árvores. O abate indiscriminado e desregrado de árvores provocou e provoca o desaparecimento de grandes áreas florestais.” [5]

Da análise dos catálogos dos fabricantes, percebeu-se que estes se encontram sensibilizados e conscientes da responsabilidade em garantir a sustentabilidade das florestas. Não só pelo equilíbrio ecológico, mas também pela própria subsistência do sector.

Os certificados FSC, PEFC (entre outros) são um instrumento importante pois garantem a legalidade e sustentabilidade da madeira transaccionada.

4.4.2.7 Preço

Dos catálogos analisados, verificou-se que a gama de preços é bastante alargada, variando consoante a concepção estrutural, qualidade do acabamento e espécies de madeira usadas.

Os preços consultados variam entre 40 e 275 €/m².

4.4.3. SÍNTESE ESTATÍSTICA

Os resultados estatísticos ao compilarem e tratarem informação proveniente de vários fabricantes, são excelentes indicadores da performance global de uma indústria. Uma análise cuidada e fundamentada desses resultados permite diagnosticar o funcionamento da indústria e mais do que isso, prever evoluções futuras do mercado. Desta forma, pode-se estudar e adoptar um conjunto de medidas que antecipadamente podem resolver problemas de adaptação ao mercado.

A FEP é uma federação europeia que assenta nestes propósitos, procurando melhorar o desempenho da indústria de soalhos do tipo parquet.

Nos soalhos multi-camada, o mercado europeu está intimamente ligado ao mercado americano. Por essa razão, destaca-se também a NWFA [38] (National Wood Flooring Association), uma associação americana à qual pertencem muitos fabricantes europeus, com estudos estatísticos e técnicos a nível mundial.

4.4.3.1 Dados FEP [30]

- i. Dados de produção de parquet em 2010.

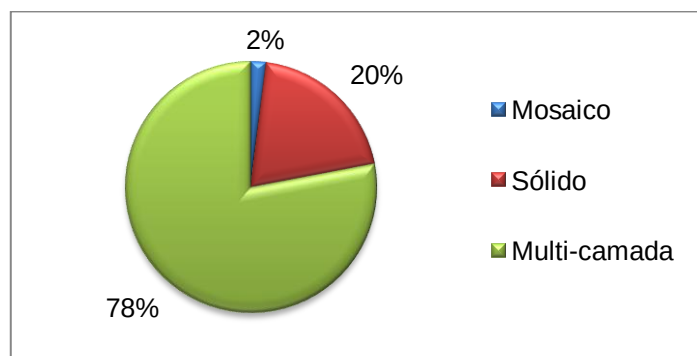


Fig. 4.14 - Produção por tipo de soalho.

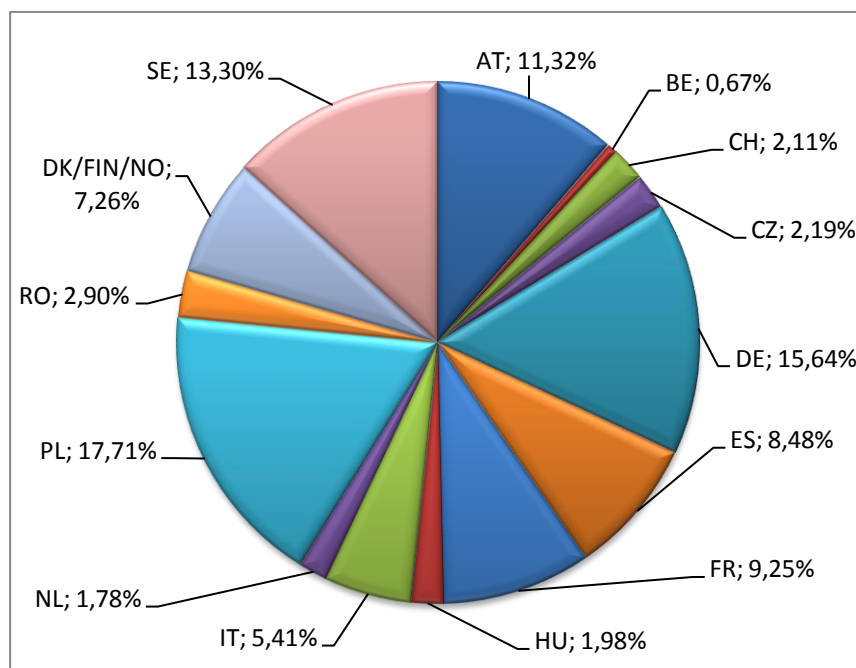


Fig. 4.15 – Produção de parquet por país europeu.

ii. Dados de consumo de parquet em 2010.

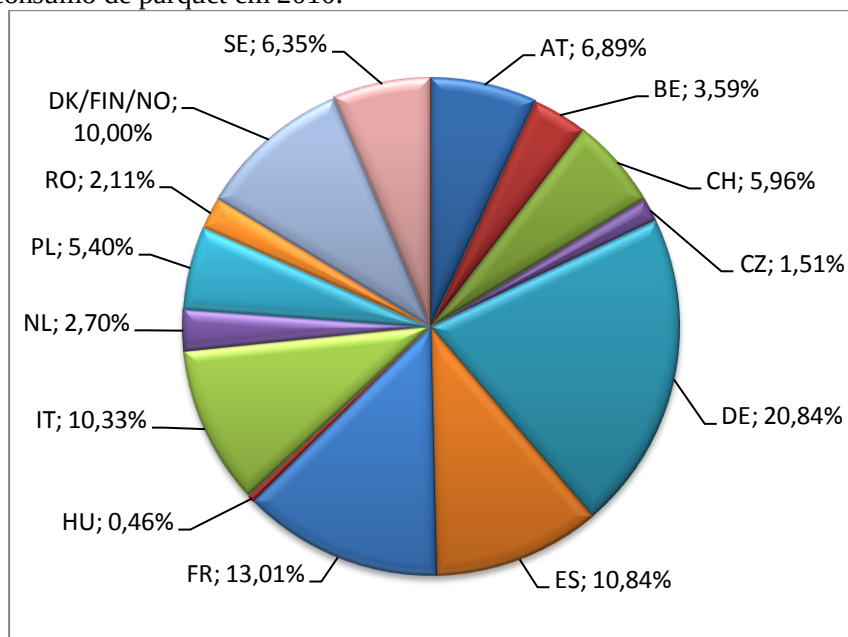


Fig. 4.16 – Consumo de parquet por país europeu.

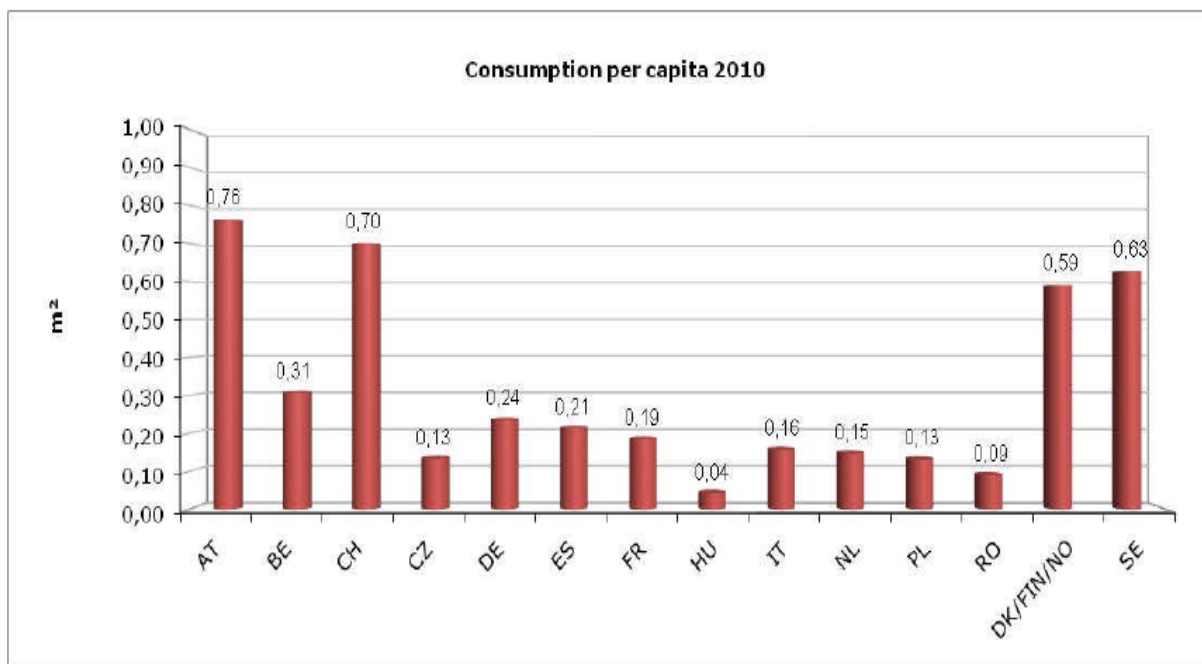
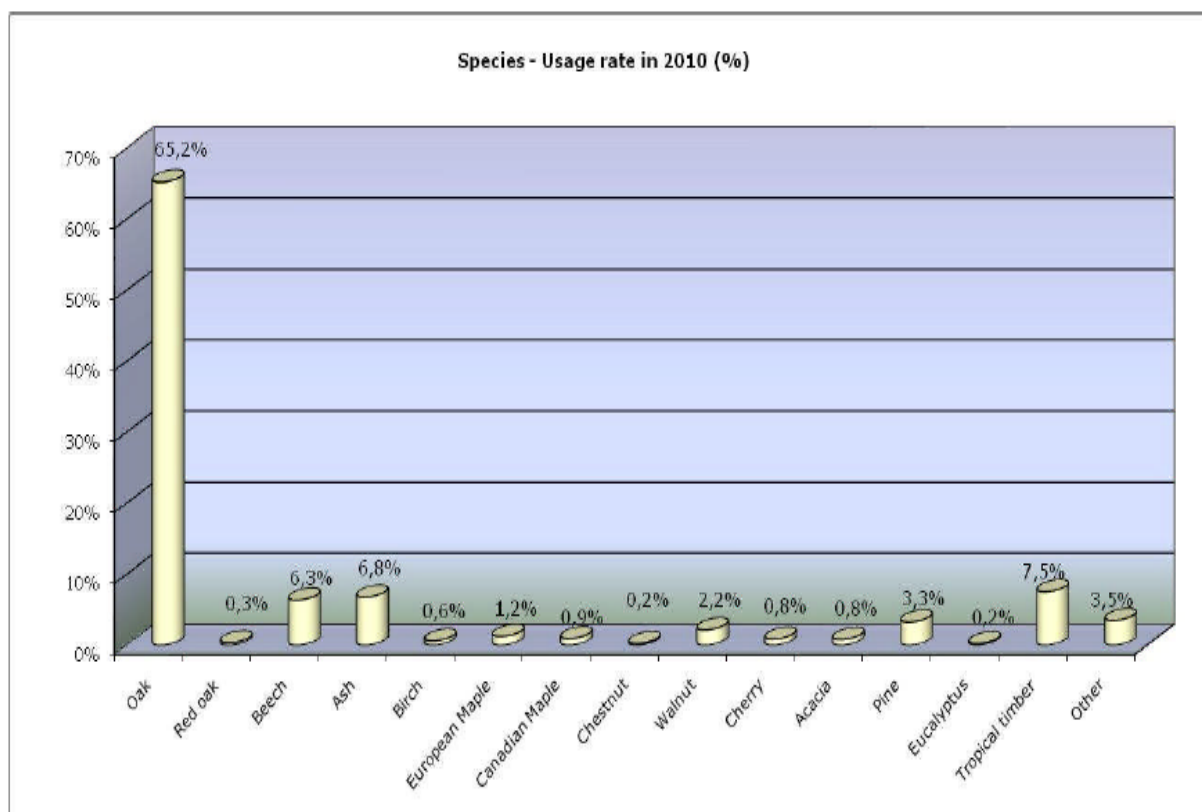
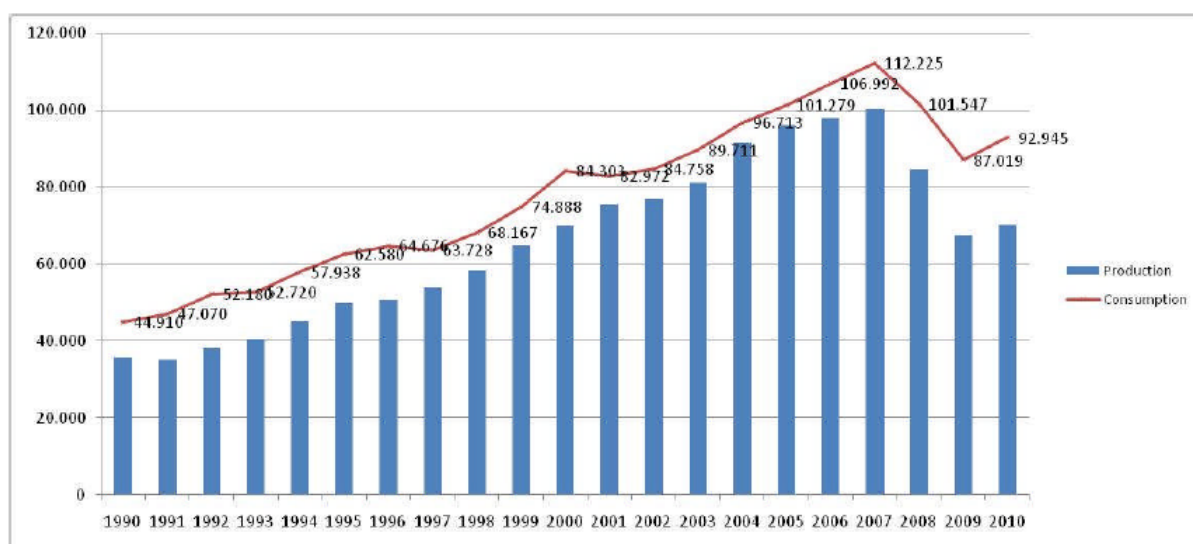
Fig. 4.17 – Consumo *per capita* de parquet por país europeu. [30]

Fig. 4.18 – Espécies de madeira usadas no fabrico de parquet. [30]

000 m ²	Production development 2010/2009	Consumption development 2010/2009
AT	10,18%	0,27%
BE	-12,53%	-3,00%
CH	2,39%	4,51%
CZ	12,00%	-33,33%
DE	9,88%	22,30%
ES	-9,51%	-10,70%
FR	2,43%	9,42%
HU	14,07%	-26,53%
IT	0,00%	0,00%
NL	13,09%	-3,05%
PL	5,36%	0,72%
RO	-0,03%	-5,59%
SK	3,18%	29,07%
DK/FIN/NO	8,39%	43,59%
SE	0,54%	11,32%
FEP	4,11%	6,81%

Fig. 4.19 - Crescimento da produção e consumo de parquet em países europeus. [30]

Fig. 4.20 - Evolução da produção e consumo anual (10³ m²) de parquet. [30]

iii. Análise de resultados. (Baseada nos relatórios emitidos pela FEP nos anos 2009,2010 e 2011)

- Os soalhos multi-camada representam grande parte da cota de mercado de parquet.
- Confirma-se a preocupação dos fabricantes com o abate ilegal de espécies exóticas, substituindo-as progressivamente por madeira de carvalho.
- Após longos anos de crescimento estável, as vendas de parquet no mercado europeu caíram subitamente no ano 2008. O abrandamento, sobretudo na indústria da construção, de grandes mercados como a Alemanha, França e Espanha levou a que neste período se registassem quedas na produção total de 15,56%, para níveis próximos do ano de 2003, e no consumo de 9,51%. As causas apontadas para o declínio de confiança dos consumidores, baseavam-se na recessão em grande escala,

na instabilidade dos mercados financeiros resultando em medidas mais restritivas ao acesso ao crédito, na pressão exercida por mercados concorrentes de baixo custo, no aumento do preço da energia e matérias-primas e na valorização do euro.

- Em 2009 o declínio acentuou-se com quedas na produção total de 20,30%, para níveis próximos do ano 2000, e no consumo de 15,31%. As causas apontadas foram as mesmas que em 2008.
- Após dois anos de declínio, em 2010 a situação inverteu-se registando-se na globalidade um aumento estável e gradual do volume de vendas. Apesar do crescimento da produção e consumo global de 4,11% e 6,81%, respectivamente, da figura 4.20 podemos concluir que ainda existem alguns estados membros que procuram estabilizar a sua situação. A influência dos grandes mercados revelou-se novamente um factor chave. A recuperação da Alemanha aliada à estabilização da França foi fundamental, sendo no entanto ponto de preocupação a situação da Espanha. É evidente que a recuperação económica, a valorização do dólar, e o abrandamento na volatilidade dos mercados financeiros criaram condições favoráveis, no entanto, a pressão exercida pelos mercados de baixo custo, o elevado preço da energia, o desemprego em certos países e a disponibilidade das matérias-primas são pontos de preocupação para a indústria.
- Para 2012 prevê-se a continuação de uma tendência de crescimento, no entanto, o desempenho global da indústria da construção, o preço das matérias-primas, a ainda elevada cotação do euro e a concorrência de importações baratas e de fraca qualidade, exigem vigilância e precaução.

4.4.3.2 Dados NWFA

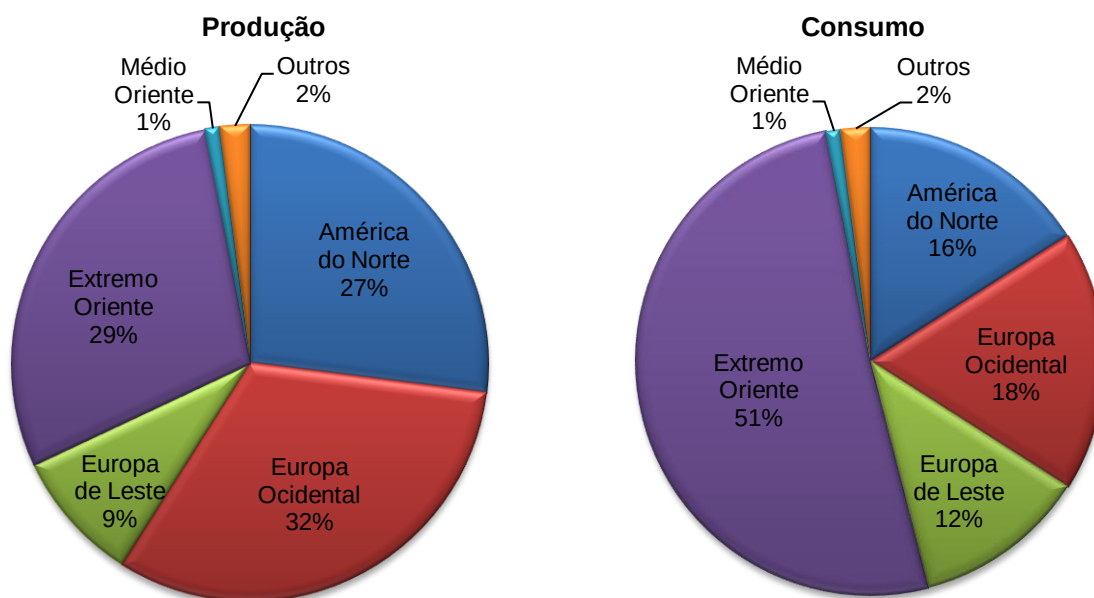


Fig. 4.21 – Consumo e produção de revestimentos de piso de madeira a nível mundial (2007). [39]

U.S. Solid And Engineered Wood Flooring Shipments, Exports, And Imports, 2007-2009

(in millions of square feet)

	2007	2008	2009 E
<u>Solid wood flooring</u>			
Shipments ¹	460.0	335.6	283.2
Exports ²	56.9	56.4	37.5
Percent shipments	12.3%	16.8%	13.2%
Imports ²	74.3	139.6	123.4
Percent sales ^{1,3}	15.6%	33.3%	33.4%
Domestic sales ^{1,3}	477.4	418.9	369.1
Percent total wood flooring sales	48.8%	49.2%	50.7%
<u>Engineered wood flooring</u>			
Shipments ¹	429.7	321.2	266.7
Exports ²	6.0	8.1	6.2
Percent shipments	1.4%	2.5%	2.3%
Imports ²	77.9	118.7	98.6
Percent sales ^{2,3}	15.5%	27.5%	27.5%
Domestic sales ^{2,3}	501.6	431.8	359.1
Percent total wood flooring sales	50.1%	50.8%	49.3%

1 Estimated by Catalina Research

2 Estimated based on U.S. Department of Commerce data.

3 Shipments minus exports plus imports

4 Calculated from data in Tables 1-1 and 1-2

Source: CATALINA RESEARCH, INC.

Fig. 4.22 – Embarcações, exportações e importações de soalhos maciços e multi-camada no mercado Americano de 2007 a 2009. [40]

4.5. EXEMPLOS DE INVESTIGAÇÃO SOBRE O TEMA

4.5.1. INTRODUÇÃO

Grande parte do conhecimento teórico e experimental sobre soalhos multi-camada é desenvolvido e estudado pelos fabricantes. Por motivos de concorrência, a informação disponibilizada é de carácter comercial e publicitário, enquanto os estudos científicos e inovações tecnológicas são apenas mencionados, não sendo disponibilizado conteúdo válido que pudesse ser apresentado nesta dissertação.

Por essa razão, fez-se um esforço adicional para encontrar artigos científicos relacionados com o tema em estudo.

4.5.2. ARTIGOS CIENTÍFICOS

4.5.2.1. Avaliação de diferentes tipos de construção de soalhos multi-camada [41]

i. Introdução

A principal variação das condições higrométricas a que um soalho está submetido, ocorre entre as mudanças de estação, especificamente do Verão para o Inverno. Simulando essas condições, pretendeu-se comparar o desempenho de cinco tipos de soalho multi-camada, fabricados com espécies de madeira de origem Norte Americana, analisando a distorção por curvatura resultante nas réguas.

ii. Materiais

UF resin	Borden CR 600
Catalyst	Perkins H-45
Mix	100 parts CR 600
	2.5 parts H-45
	50 parts wheat flour
	5 parts nut shell flour
	30 parts water
Hot-press pressure	1100 kPa
Press temperature	130° C
Curing time	5 min.

Fig. 4.23 – Cola aplicada e condições de prensagem das réguas. [41]

Construction number	Surface layer	Core layer	Backing layer
C1	4-mm-thick sugar maple	8-mm-thick white birch heartwood 3B Common	2-mm-thick birch veneer
C2	4-mm-thick sugar maple	8-mm-thick black spruce Economy grade	2-mm-thick birch veneer
C3	4-mm-thick sugar maple	8-mm-thick high density fiberboard (HDF)	2-mm-thick birch veneer
C4	4-mm-thick sugar maple	8-mm-thick white birch heartwood 3B Common	None
C5	4-mm-thick sugar maple	8-mm-thick black spruce Economy grade	None

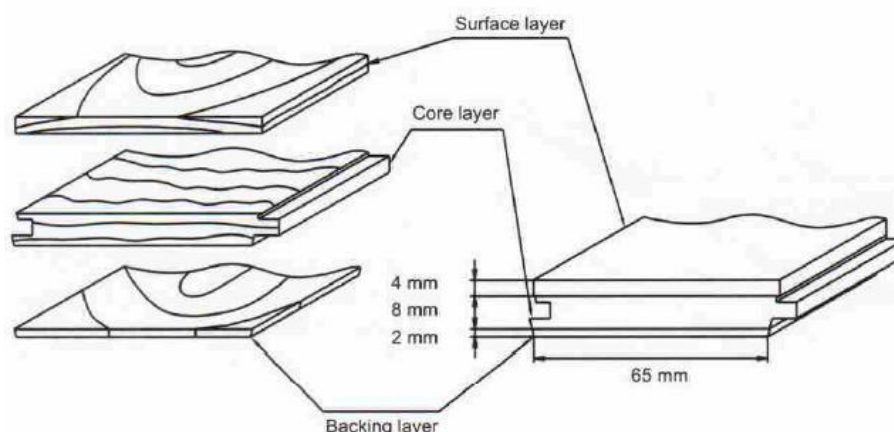


Fig. 4.24 – Modelos de soalhos testados. [41]

iii. Metodologia de ensaio

Seguiram-se duas metodologias. A primeira permitiu simular o comportamento do soalho como um todo, colando as régua a um painel de contraplacado, por sua vez apoiado em vigas de madeira. O pormenor de assentamento das régua destaca-se pela alternância de comprimento das régua de fiadas, simulando assim as juntas transversais.

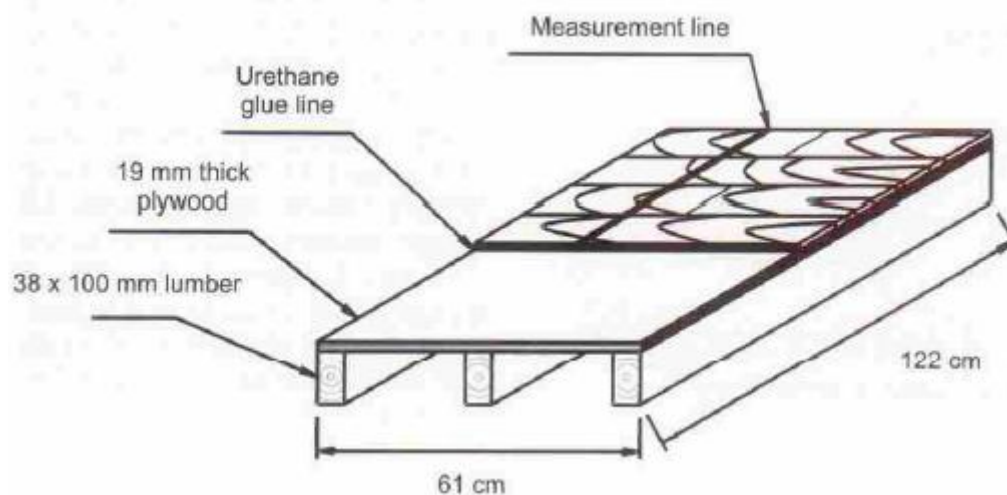


Fig. 4.25 – Amostra de soalho para simulação em serviço. [41]

A segunda metodologia baseou-se no comportamento individual de régua envernizadas e não envernizadas. Com exceção da camada de topo, todas as arestas e base das régua foram seladas com silicone e folhas de alumínio para maior aproximação às reais condições de exposição em obra.

Para simulação das condições de Inverno estabeleceu-se uma temperatura de 20°C e 20% de humidade relativa. Para as condições de Verão, 20°C de temperatura e 80% de humidade relativa. Todos os materiais envolvidos estiveram sujeitos a 20°C de temperatura e 50% de humidade relativa, antes e depois do fabrico.

Todas as amostras em estudo foram sujeitas a três ciclos: húmido, seco, húmido, durante 60, 50 e 50 dias, respectivamente.

A distorção por curvatura foi medida com um extensómetro colocado por cima da largura da régua. Na amostra de soalho, as medições foram feitas com o extensómetro movendo-se ao longo de uma linha paralela ao eixo longitudinal das vigas, a um terço da largura do painel (ver figura 5.3). A precisão da medição, da ordem das centenas de milímetro, foi garantida por uma cuidada instalação do extensómetro e por um elevado número de repetições (17) em cada amostra.

O critério definido para a aceitabilidade da distorção foi um máximo de 0,25mm.

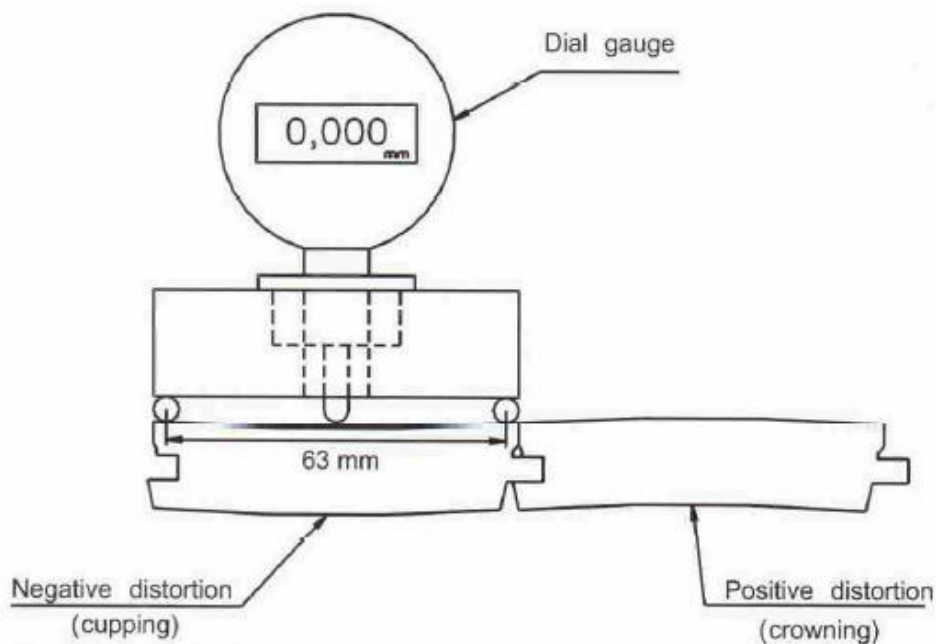


Fig. 4.26 – Mecanismo para medição da distorção. [41]

iv. Principais resultados

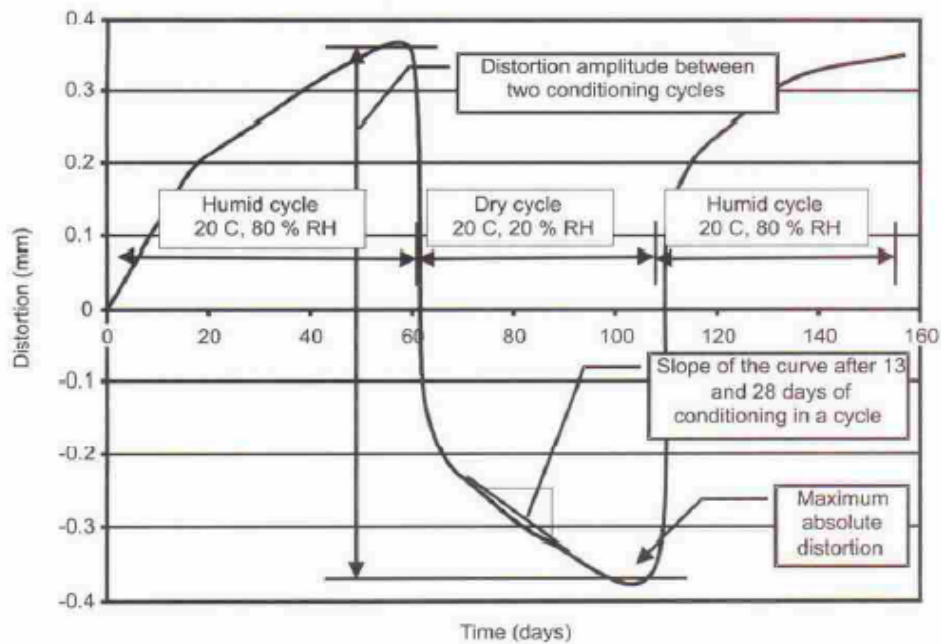


Fig. 4.27 – Curva de referência dos resultados obtidos [41]

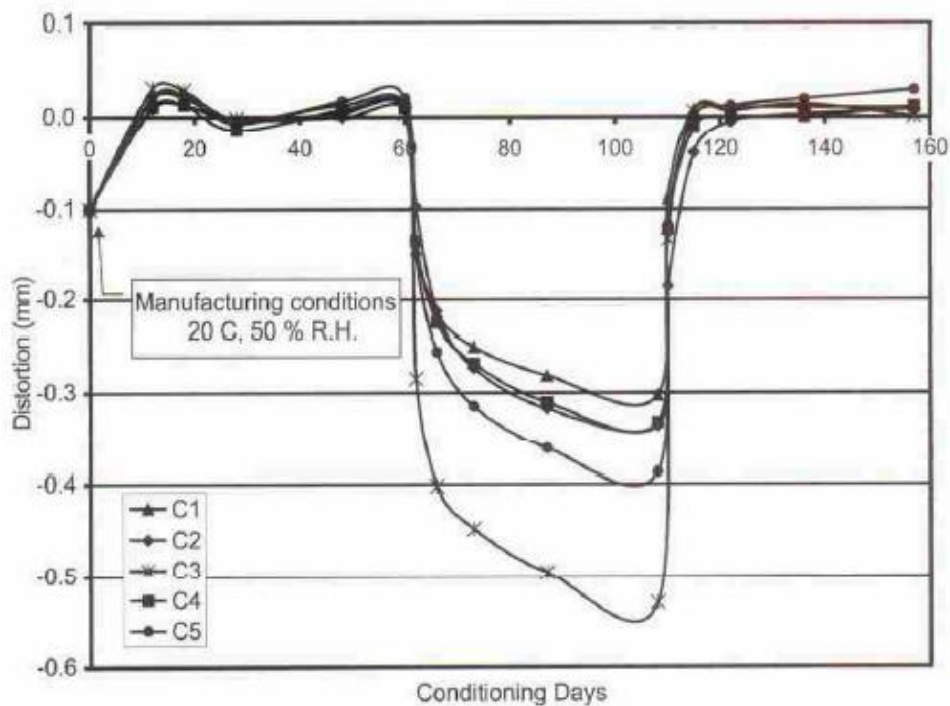


Fig. 4.28 – Distorção por curvatura da amostra de soalho. [41]

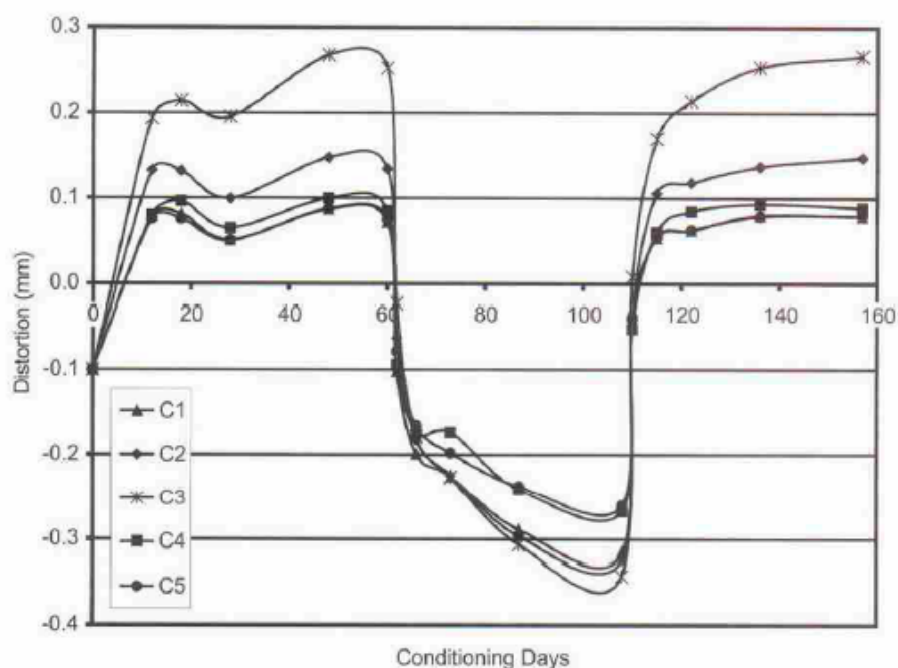


Fig. 4.29 – Distorção por curvatura das régua não envernizadas. [41]

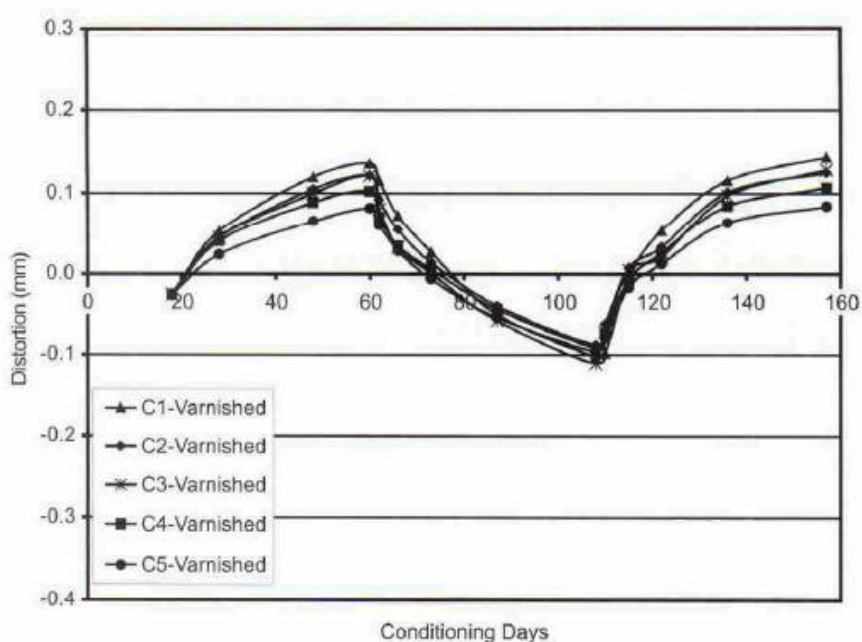


Fig. 4.30 – Distorção por curvatura das régua envernizadas. [41]

v. Principais conclusões

O principal objectivo deste estudo foi avaliar um conjunto de componentes Norte Americanos usados no fabrico de soalhos multi-camada e aumentar o conhecimento do comportamento deste tipo de soalho.

A distorção em soalhos multi-camada é o resultado de um fenómeno transitório, onde a elevada variação do teor de humidade da camada superficial é responsável pela distorção por

curvatura, devido à retracção/inchamento da camada superficial quando as camadas inferiores (protegidas da humidade pela camada superior) não retraem nem incham.

A observação do comportamento das amostras após os três ciclos de condicionamento permitiu concluir que a deformação ocorre no domínio elástico, sugerindo que a lei de Hooke pode descrever o comportamento mecânico deste compósito dentro dos limites experimentais.

Os resultados deste estudo mostram a influência das propriedades mecânicas da camada superficial no desempenho do soalho. Em soalhos e régua sem envernizamento, os tipos de construção com melhores prestações estavam associados ao maior módulo de elasticidade da camada superior. Demonstrou-se que a construção com HDF apresenta piores prestações devido ao baixo valor do módulo de elasticidade deste tipo de material. Na amostra de soalho, é também perceptível uma melhoria de desempenho em construções com camada inferior.

A camada de verniz, por proteger a camada superior da acção da humidade, foi o factor que mais influenciou o comportamento das régua. Em amostras envernizadas a curvatura diminuiu pelo menos 50% e permitiu que todos os tipos de construção cumprissem o critério de aceitabilidade para a distorção. Todas as diferenças significativas entre tipos de construção não envernizadas tornaram-se insignificantes quando o verniz é aplicado.

O sistema de acabamento é fundamental na concepção de soalhos multi-camada.

4.5.2.2. Análise comparativa de resultados LCI (“life cycle inventory”) de diferentes revestimentos de piso [42]

i. Introdução

Da recolha de dados produzidos por análises de ciclo de vida feitas a vários tipos de revestimento de piso, este estudo destaca parâmetros relacionados com a sustentabilidade e desempenho ambiental e compara os valores obtidos para cada tipo de revestimento.

Os dados de revestimentos de piso em madeira maciça analisados, foram obtidos a partir de um inventário de ciclo de vida, elaborado com base em inquéritos porta a porta a fabricantes de soalhos de madeira maciça de toda a região leste dos Estados Unidos. Os dados dos restantes tipos de revestimento de piso foram recolhidos da base de dados da BEES (“Building for Environmental and Economic Sustainability”).

ii. Metodologia

Foram comparados os seguintes parâmetros:

- Emissões nocivas para o ar;
- Consumo de água;
- Consumo de energia primária;
- Tempo de vida útil previsto.

iii. Resultados

a) Emissões nocivas

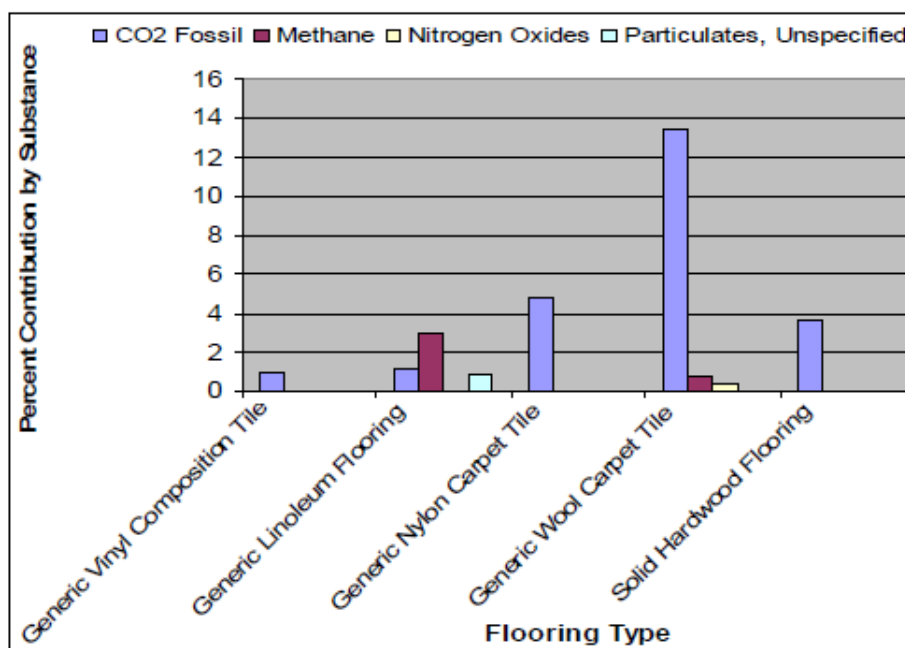


Fig. 4.31 – Emissão de substâncias nocivas no processo de produção de revestimentos de piso. [42]

b) Consumo de água

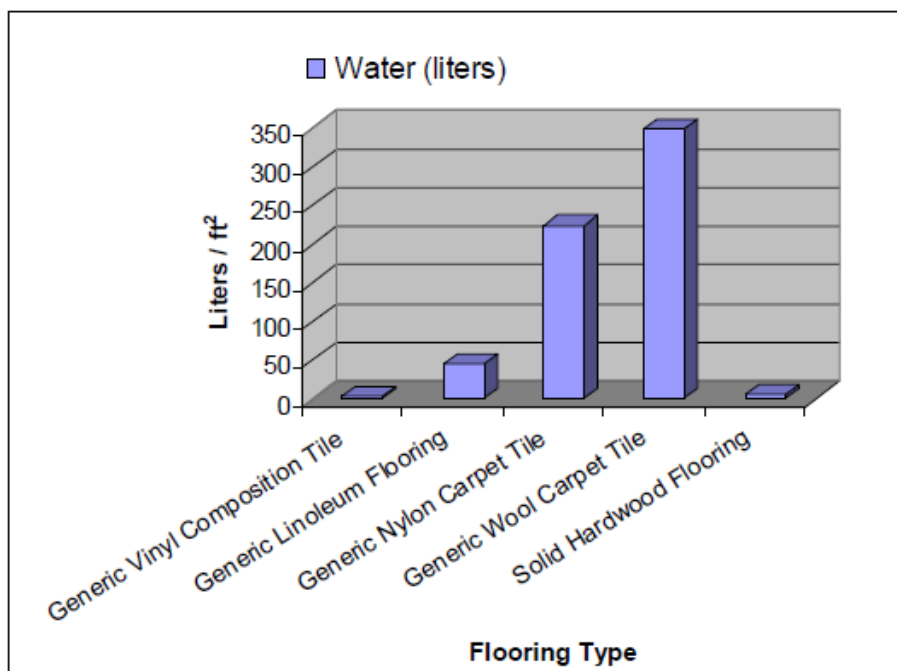


Fig. 4.32 – Consumo de água no processo de produção de revestimentos de piso. [42]

c) Consumo de energia primária

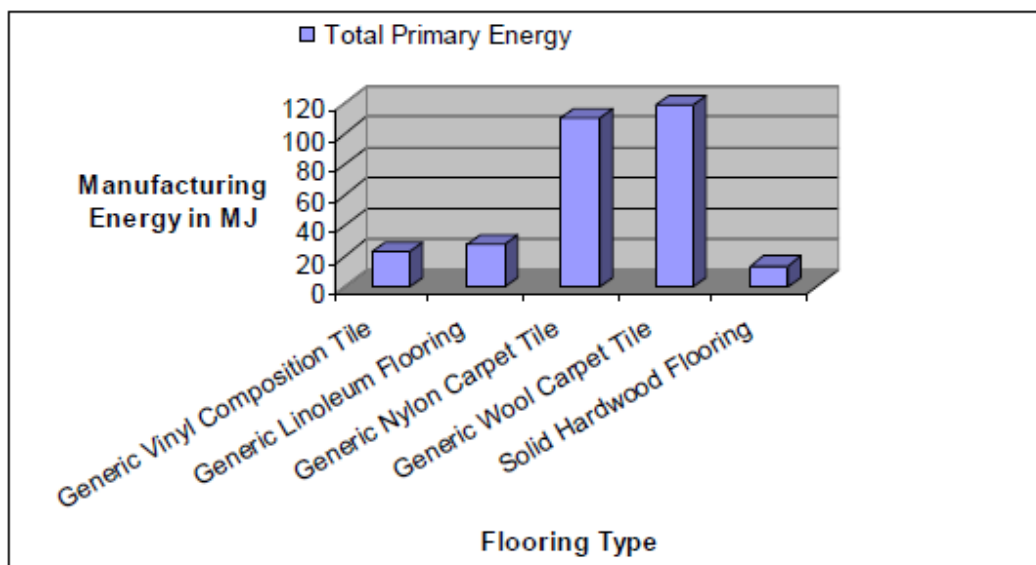


Fig. 4.33 – Consumo de energia primária no processo de produção de revestimentos de piso. [42]

d) Tempo de vida útil previsto

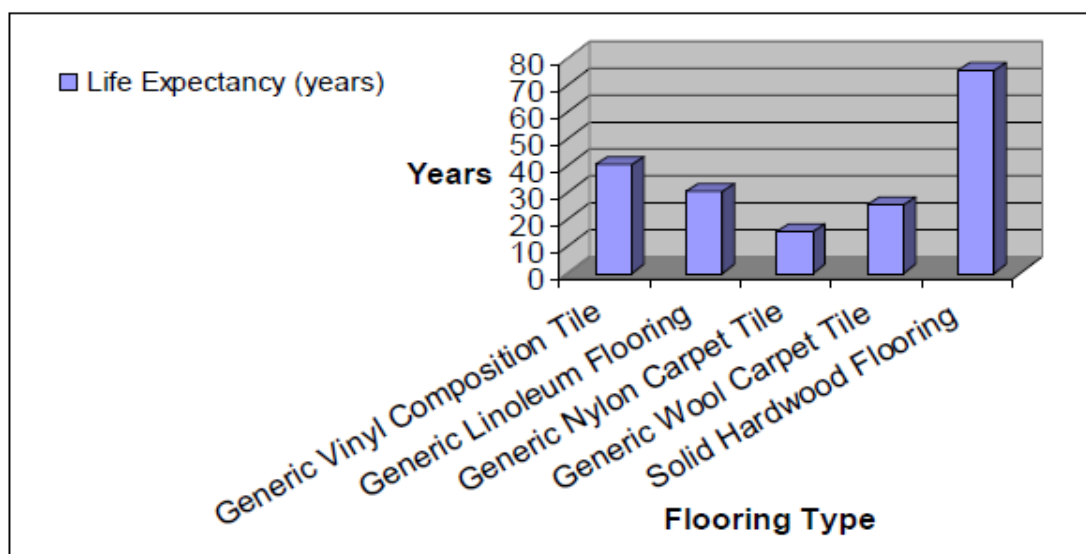


Fig. 4.34 – Estimativa do tempo de vida útil de revestimentos de piso. [42]

iv. Principais conclusões

Do ponto de vista ambiental, os soalhos de madeira maciça demonstram ser uma solução desejável.

5

CONTROLO DE QUALIDADE EM OBRA

5.1. INTRODUÇÃO

O controlo de qualidade em obra exige elevado conhecimento e experiência nos trabalhos e especificidades da tarefa em causa.

A garantia da qualidade atinge-se com um conjunto de princípios que acompanham a vida útil do elemento de construção. No caso dos revestimentos de piso, aplicam-se à fabricação, aplicação em obra, manutenção e utilização.

Relativamente aos soalhos multi-camada, o controlo de qualidade em obra engloba o controlo de materiais e execução dos trabalhos.

5.2. CONTROLO DE MATERIAIS

Em situações conflituosas, a comprovação da não-conformidade ou o pedido de informação técnica adicional, deve ser feita por ensaio laboratorial descrito na norma aplicável. Por esta razão, é de particular interesse a definição de um plano de amostras, conforme definido pela EN 14762 “Procedimentos de amostragem para avaliação da conformidade”.

5.2.1. RÉGUAS DE SOALHO

- Textura, cor e aspecto próprios da espécie de madeira prevista;
- Características correctas de fabrico, com cantos, arestas e encaixes bem definidos e ausência de defeitos graves;
- Características dimensionais conforme o projecto e dentro dos limites definidos pela tabela 5 da EN 13489.
- Sem vestígios de ataque de fungos e insectos;
- Teor de humidade entre os 5% e 9%;
- Embalagens estanques e intactas, que evitem fluxos de humidade;
- Etiquetagem conforme definido pela EN 13489.

5.2.2. COLAS, VERNIZES, ÓLEOS E OUTROS PRODUTOS AUXILIARES

- Composição e tipo de produto conforme o especificado em projecto;
- Compatibilidade com o suporte;

- Prazo de validade e número dos lotes.

5.3. CONTROLO DA EXECUÇÃO DOS TRABALHOS

Até ao momento não foram publicadas normas europeias relativas à instalação de soalhos, sendo remetida essa responsabilidade para os fabricantes. Os procedimentos a seguir descritos baseiam-se na norma espanhola UNE 56-810 e aproximam-se bastante das instruções produzidas pela generalidade dos fabricantes.

Independentemente do sistema de colocação do soalho, existem três fases principais comuns a todo o tipo de colocação.

- Controlo do suporte e condições ambientais;
- Controlo da colocação;
- Controlo do acabamento.

5.3.1. REGRAS GERAIS DE EXECUÇÃO DOS TRABALHOS

5.3.1.1. Condições gerais da obra

As aberturas do edifício devem estar devidamente fechadas para evitar danos causados pela entrada de sujidade, água, humidade excessiva e insolação directa. No acabamento do soalho estas condições são fundamentais para evitar correntes de ar que transportam poeiras e provocam o endurecimento prematuro das colas. A colocação de mármore ou cerâmicos em zonas de casa de banho e cozinha deve estar concluída.

5.3.1.2. Condições do suporte

Na maioria das situações o suporte é realizado em betonilha, preparada com areia de rio lavada (granulometria máxima de 2mm), cimento e água misturados em proporções de 3/1. A proporção água cimento deverá ser inferior a 0,5 em peso. Em pavimentos radiantes poderão ser incorporados aditivos para aumento da condutividade térmica da betonilha.

- Espessura.

A espessura da betonilha deve ser superior a 4cm.

- Teor de humidade.

A norma recomenda um teor de humidade inferior a 2,5% antes da colocação das régua. Este valor pode ser estimado com higrómetros de resistência, no entanto, para que o valor obtido seja rigoroso deverá usar-se um higrómetro CM.

- Tempo de secagem.

A secagem da betonilha depende da sua espessura e da higrometria dos locais. Para uma temperatura de 20°C e humidade relativa de 50%, o tempo de secagem pode-se estimar pela seguinte fórmula:

$$T = 2 \times e^2 \quad (1)$$

T - Tempo de secagem em dias;

e – Espessura da betonilha em cm.

- Coesão e dureza.

Consoante o sistema de colocação, o suporte deve ser suficientemente duro e rígido para suportar a pregagem/aparafusamento dos sarrafos ou as forças de tracção induzidas pelas colas.

Para comprovar estas propriedades deve dar-se uma pancada suave com um martelo sobre a superfície e esperar que esta não se deforme. Com um prego, risca-se também a superfície em linhas cruzadas e espaçadas de 1cm, não devendo haver traços profundos e desagregação da superfície.



Fig. 5.1 – Ensaio de avaliação da dureza e coesão do suporte por risco de prego. [31]

- Planeza e horizontalidade.

A planeza é avaliada com réguas assentes sobre o suporte, por medição da flecha máxima (maior folga entre a régua e o suporte). Normalmente usam-se réguas de 2m e 20 cm admitindo-se flechas máximas de 5mm e 1mm, respectivamente.

A horizontalidade é avaliada com uma régua de 2m e um nível. A inclinação máxima permitida é de 5mm/m.

- Rugosidade.

Uma betonilha de superfície muito rugosa exige maior quantidade de cola e pode comprometer a aderência e eficácia da colagem. Pode também originar ressaltos e levantamentos indesejados nas réguas, bem como dificultar o assentamento de sarrafos.

- Limpeza.

A superfície deve estar limpa e livre de elementos que possam dificultar a colagem e o assentamento. Especialmente frequentes e perigosas são as pastas de selagem de junta de placas de gesso cartonado.

- Fissuras e imperfeições

Fissuras resultantes da retracção da betonilha e outras imperfeições devem ser preenchidas com produtos adequados. É necessário particular atenção às juntas de retracção e de dilatação do edifício que não devem ser preenchidas.

5.3.1.3. Condições higrotérmicas do local

- Humidade relativa.

Recomenda-se iniciar a instalação com humidade relativa inferior a 70%.

- Temperatura

A temperatura não deve ser inferior a 15°C.

- Humidade dos materiais da obra

As paredes devem ter um teor de humidade inferior a 2,5% excepto as pinturas que podem atingir os 5%.

- Canhões de calor e desumidificadores.

Em casos especiais, antes da instalação do soalho poderão ser usados canhões de calor para uma secagem mais rápida da obra. Após a instalação do soalho, os desumidificadores poderão ser úteis pois permitem um controlo da humidade relativa do ar interior.

5.3.1.4. Juntas

As juntas são descontinuidades previstas na construção que permitem absorver variações dimensionais dos materiais. Para além das juntas de dilatação existentes em grandes edifícios e das juntas de retracção da betonilha, nos soalhos as juntas perimetrais são fundamentais porque as condições higroscópicas do ar interior variam constantemente e os fenómenos de retracção e inchamento são inevitáveis.

A junta perimetral deve ser especificada pelo fabricante, pois o tipo de soalho em causa poderá ser mais ou menos sensível às variações dimensionais. Recomenda-se em geral uma junta perimetral mínima de 10mm que será resolvida esteticamente pelo rodapé.

Quadro 5.1 – Dimensão da junta perimetral em função da largura da divisão. [34]

Largura da divisão	Junta perimetral	Espessura do rodapé
(m)	(mm)	(mm)
4	10	15
6	10	15
8	12	18
10	15	22
12	18	27
15	22	33
18	27	40

As juntas de retracção poderão ser preenchidas com materiais elásticos obtendo-se assim uma superfície contínua.

Juntas do edifício e encontro de revestimentos diferentes deverão ser resolvidos com perfis tapa juntas metálicos referidos no capítulo 3.

5.3.1.5. Espaços de ar

Em pisos térreos, onde a acção da humidade ascensional é particularmente intensa, para além de uma barreira pára-vapor entre a laje e a betonilha, deverão ser previstos espaços de ar correctamente ventilados.

5.3.1.6. Isolamento de tubos de distribuição de água

Todas as tubagens de distribuição de água embutidas na betonilha, sejam de água quente ou fria, devem estar correctamente isoladas e a uma profundidade mínima de 4 cm contada a partir do isolamento. Caso contrário, poderão ocorrer condensações superficiais ou sobreaquecimento da superfície.

5.3.1.7. Armazenamento de materiais em obra

- Réguas.

As réguas de parquet devem manter-se embaladas até à sua instalação e devem ser armazenadas em locais abrigados, limpos, secos, frescos e correctamente ventilados.

Deverá deixar-se um espaço livre entre o solo e as paredes. Se o assentamento for sobre ripas deverá garantir-se um espaçamento máximo de 50 mm.

- Colas e vernizes.

Armazenamento em locais secos e frescos, a temperaturas entre os 15°C e 25°C, protegidos da radiação solar e de fontes de calor.

- Acondicionamento do soalho.

Após a instalação é necessário proteger o soalho com placas de cartão ondulado para prevenir danos causados por trabalhos posteriores e garantir as condições higrotérmicas já referidas.

5.3.2. PROCEDIMENTOS GERAIS DE INSTALAÇÃO

5.3.2.1. Colocação por colagem

- Plano de colocação.

Inicia-se com a definição de uma linha de base recta, traçada com a ajuda de um cordel, aproximadamente a meio da divisão. Sobre este eixo prossegue-se a instalação conforme os alinhamentos previstos no projecto.

Se o geometria da divisão se desviar de traçados rectangulares pode ser necessário definir um ângulo recto como base para a colocação.

- Aplicação de cola.

Verte-se uma dada quantidade de cola definida pelo fabricante e espalha-se com uma espátula denteada. A pasta deverá ser trabalhada com movimentos amplos e semicirculares, com uma inclinação ligeira da espátula relativamente à vertical. A cola estará devidamente aplicada quando os sulcos estiverem bem definidos.

- Tempo de espera da cola.

Conforme a especificação do fabricante, depois de espalhada a cola poderá ser necessário esperar algum tempo até que se possam assentar as réguas.

- Assentamento das réguas.

As réguas devem ser apertadas umas contra as outras ao mesmo tempo que se pressionam contra o suporte.

- Precauções.

Deve prestar-se especial atenção à quantidade de cola aplicada para que esta não transborde nem preencha totalmente a junta entre réguas.

O soalho não deve ser solicitado durante o tempo definido pelo fabricante, geralmente 24 horas.

5.3.2.2. Colocação por pregagem

- Ripado.

A colocação por pregagem impõe a colocação de um ripado de madeira incorporado ou fixado ao suporte. As ripas têm normalmente secção quadrada ou trapezoidal, de madeira branda (pinho ou abeto) sem grandes exigências de qualidade, excepto nos defeitos que possam comprometer a solidez ou a resistência mecânica. Admite-se teores de humidade das ripas até 20%.

Os sistemas mais comuns de fixação do ripado ao suporte são a pregagem/aparafusamento directo, a colagem e o preenchimento total com argamassa especialmente indicado para pavimentos radiantes. Nos casos de preenchimento total, a ripa deve estar assente sobre uma espessura mínima de argamassa (entre a sua face inferior e a laje) de 20mm. Caso o sistema de fixação não inclua o preenchimento, torna-se possível incorporar materiais de isolamento térmico e/ou acústico.

A orientação das ripas deve ser perpendicular à orientação definida para as réguas.

É recomendável que se efectuem cortes transversais nas ripas a cada 50 a 100cm, com uma profundidade de 1/2 ou 1/3 da espessura.

Quadro 5.2 – Geometria recomendável das ripas em função da espessura das réguas. [3]

Espessura das réguas	Espaçamento máximo entre ripas	Secção mínima recomendável
17 a 22mm	25 a 35mm	40 x 30 (mm)
>23mm	35 a 45mm	60 x 40 (mm)

- Cunhas.

São peças de secção triangular que corrigem o nivelamento e irregularidades do suporte.

- Pregagem.

Os pregos aplicam-se sobre o macho, com uma inclinação de 45°, nos pontos de intersecção com as ripas. No mínimo deverão penetrar 20mm na ripa.

5.3.2.3. Colocação flutuante

- Manta resiliente.

Deverão ser seguidas as instruções do fabricante pois existe uma variada gama de produtos disponíveis no mercado.

Caso se utilizem mantas de espuma de etileno (as mais usuais), as bandas de espuma deverão ser colocadas perpendicularmente à direcção das régua.

As fiadas de manta devem sobrepor-se no mínimo 20cm e deverão subir pela parede entre 10 a 15cm, conforme a altura do rodapé.

- Primeira fiada.

Começa-se por colocar a primeira régua numa esquina da divisão, segundo a orientação definida em projecto, com a fêmea voltada para a parede. Prossegue-se o encaixe topo a topo das régua promovendo o encaixe com a ajuda de um taco de madeira ou plástico e aplicando-se uma linha de cola na face inferior da fêmea.

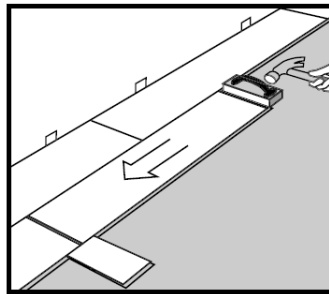


Fig. 5.2 – Ajuste com taco de madeira e martelo. [31]

No remate final a última tábua deverá ser cortada de maneira a ficar perfeitamente ajustada à parede e encaixada com a ajuda de um pé-de-cabra. A parte sobranete servirá para a fiada seguinte (ver figura 5.7).

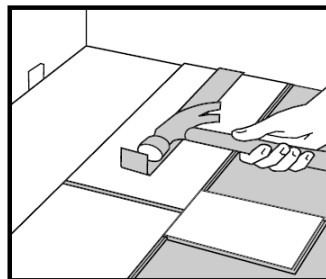


Fig. 5.3 – Ajuste com pé-de-cabra. [31]

Caso a parede não seja recta deverá recortar-se a régua lateralmente seguindo o perfil da parede.

- Fiadas seguintes.

As fiadas seguintes são aplicadas em contacto com o macho da fiada anterior, com a ajuda de uma pancada de martelo num taco de madeira (idêntico à figura 5.2, mas no bordo lateral da régua).

- Remate da última fiada.

As régua da última fiada devem ser cortadas longitudinalmente, com uma largura que garanta a folga perimetral e ajustadas com o pé de cabra.

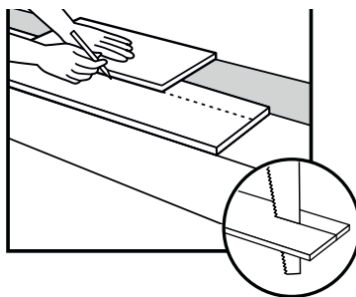


Fig. 5.4 – Remate da última fiada. [34]

▪ Recomendações.

As folgas perimetrais (10mm) são garantidas com a colocação de cunhas auxiliares.

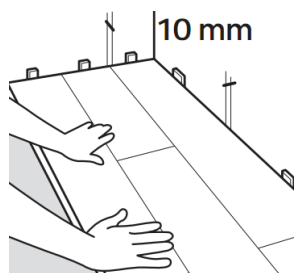


Fig. 5.5 – Folga perimetral com cunhas auxiliares. [34]

Evitar que a cola aplicada no sistema de encaixe transborde pela junta. Se tal acontecer remover imediatamente com um pano húmido.



Fig. 5.6 – Aplicação correcta da cola. [3]

Por razões estéticas, em fiadas adjacentes a distância entre juntas transversais deve ser superior a 300mm.

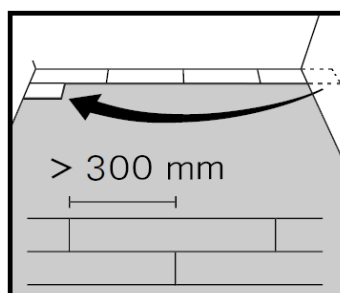


Fig. 5.7 – Distância mínima entre juntas transversais. [31]

Os orifícios de passagem de tubos devem ter um diâmetro 20mm maior que o diâmetro dos tubos.

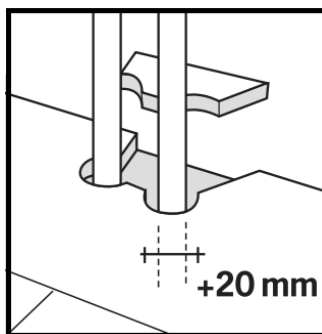


Fig. 5.8 – Remate em zona de passagem de tubos. [34]

Se for necessário rebaixar as portas e suas cercaduras, deverá usar-se um serrote de folha flexível apoiado sobre uma régua sobranete. Recomenda-se 5mm de folga entre o soalho e a porta.

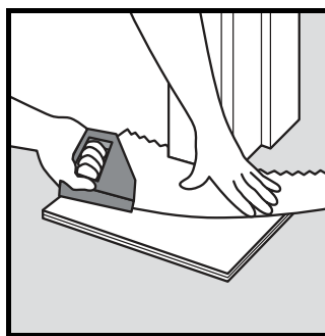


Fig. 5.9 – Remate em cercadura de porta. [34]

- Juntas de expansão.

As juntas de expansão são usadas em divisões que na direcção perpendicular às régua apresentam um desenvolvimento superior a 8m. Muitas vezes, numa moradia esta situação surge porque entre quartos e corredores não se interrompe o soalho, desenvolvendo-se em superfície contínua.

Os locais preferenciais para instalar este tipo de junta são os arranques dos corredores e as portas.

- Sistema de encaixe do tipo click

É um sistema desenvolvido pelos próprios fabricantes, que prescinde do uso de cola, baseando-se num perfil macho-fêmea que por si mesmo garante o encaixe.

A grande diferença deste tipo de produtos está obviamente na técnica de encaixe das régua, que varia muito com o perfil desenvolvido. É por isso fundamental seguir as instruções produzidas pelo próprio fabricante.

Por não se usar cola, este sistema é muito vantajoso no que respeita à facilidade, rapidez, limpeza e eficácia da montagem e na facilidade de substituição das régua.

A grande desvantagem está na execução dos remates mais minuciosos, os chamados “pontos de difícil montagem”. Alguns destes sistemas têm uma resistência de junta inferior ao sistema por colagem.

5.3.2.4. Colocação sobre pavimentos radiantes

O sistema de colocação por colagem é o mais aconselhado para este tipo de pavimentos. Embora a colocação flutuante seja à partida adequada, a inércia térmica da manta resiliente pode comprometer o desempenho térmico do sistema, originando consumos de energia superiores.

A madeira tem uma condutividade térmica inferior a outros materiais usados em revestimento de piso, por essa razão, a quantidade de tubos de condução deve ser 1/3 superior à quantidade usada em revestimentos cerâmicos.

Deverão seguir-se as instruções dos fabricantes quanto à instalação e tipo de soalho a aplicar.

- **Recomendações gerais.**

Não usar madeira muito sensível à acção da humidade (Faia, Eucalipto, etc.) e utilizar madeiras de maior densidade porque têm maior condutividade térmica.

Usar colas isentas de água ou de baixo teor em água e dissolventes. Aconselha-se colas de reacção (bicomponentes) ou adesivos epóxi.

- **Condições do suporte.**

O sistema de aquecimento deve ser activado em potência média (30°C) durante duas a três semanas, e desligado um ou dois dias antes do início da colocação. Depois de colocado o soalho, o aumento de temperatura deve ser de 3 a 5°C a cada dia.

O teor de humidade da betonilha deve ser ligeiramente inferior a 2%.

A espessura mínima de argamassa acima das tubagens de aquecimento é de 30mm.

Não se recomenda a aplicação de pastas niveladoras, impermeabilizantes ou consolidantes.

- **Condições do soalho.**

Temperatura superficial inferior a 26°C.

Se forem usadas colas em dispersão aquosa o acabamento das régua só deve ser feito 3 a 4 dias depois do sistema de aquecimento estar ligado.

A resistência térmica máxima do soalho deve ser 0,15m²K/W.

5.4. FICHAS DE INSPECÇÃO E ENSAIO

As fichas de inspecção e ensaio (F.I.E) são elementos utilizados pela fiscalização, para que nenhum ponto que seja considerado essencial num determinado trabalho seja esquecido ou desvalorizado. [43]

Para pavimentos radiantes consultar as fichas de controlo especialmente desenvolvidas pelos fabricantes. (Ver Anexo)

Ficha de Inspeção e Ensaio - Recepção de materiais								Refª.01	
Obra _____									
Dono de obra _____									
Fiscalização _____									
Fornecedor _____									
Sub-empregado _____									
Referente a <u>Controlo de qualidade na recepção de materiais</u>								Pág. 1/1	
		Inspeção e ensaio tipo	Critério de aceitação	Registo					
				Datas		Resultado		Assinatura	
				Início	Fim	A	R		
1. Recepção de materiais									
1.1. Fabricante de acordo com o projecto		Projecto	Sim/Não						
1.2. Espécie de madeira de acordo com o projecto		Projecto	Sim/Não						
1.3. Características de fabrico		Visual	Sim/Não						
1.4. Embalagens seladas e intactas		Visual	Sim/Não						
1.5. Etiquetagem dos lotes em conformidade com o projecto		Projecto	Sim/Não						
1.6. Prazo de validade		Visual	Sim/Não						
2. Condições de armazenamento									
2.1. Exposição solar		Visual	Sim/Não						
2.2. Exposição a fontes de calor		Visual	Sim/Não						
2.3. Exposição à água		Visual	Sim/Não						
2.4. Higrometria do local		Visual	Local fresco e seco						
2.5. Altura empilhamento		Visual	<1,50 m						
Legenda: A - Aprovado R - Reprovado									
Observações									
Data		Registo							
Verificado em: _____ Responsável: _____									

Fig. 5.10 – F.I.E para recepção de materiais.

Ficha de Inspeção e Ensaio - Preparação do suporte						Refª.02	
Obra _____							
Dono de obra _____							
Fiscalização _____							
Fornecedor _____							
Sub-empregado _____							
Referente a <u>Controlo de qualidade do suporte em soalhos colados, pregados e flutuantes</u>						Pág. 1/1	
	Inspeção e ensaio tipo	Critério de aceitação	Registo				
			Datas		Resultado		Assinatura
			Início	Fim	A	R	
1. Condições do suporte							
1.1. Espessura	Medição	>4cm					
1.2. Horizontabilidade	Ensaio	Sim/Não					
1.3. Planeza	Ensaio	Sim/Não					
1.4. Rugosidade	Visual	Sim/Não					
1.5. Fissuras e imperfeições	Visual	Sim/Não					
1.6. Limpeza superficial	Visual	Sim/Não					
1.7. Teor de humidade	Ensaio	<2,5%					
1.8. Coesão e dureza	Ensaio	Sim/Não					
2. Condições de segurança							
2.1. Uso de EPI's	Visual	Sim/Não					
Legenda: A - Aprovado R - Reprovado							
Observações							
Data	Registo						
Verificado em: _____ Responsável: _____							

Fig. 5.11 – F.I.E para preparação do suporte.

Ficha de Inspeção e Ensaio - Execução de trabalhos							Refª.03
Obra _____							
Dono de obra _____							
Fiscalização _____							
Fornecedor _____							
Sub-empregado _____							
Referente a <u>Controlo de qualidade em soalhos multi-camada aplicados por colagem</u>							Pág. 1/1
	Inspeção e ensaio tipo	Critério de aceitação	Registo				
			Datas		Resultado		Assinatura
			Início	Fim	A	R	
1. Condições gerais da obra	Visual	Sim/Não					
2. Condições ambiente							
2.1. Temperatura	Medição	Entre 5°C e 30°C					
2.2. Humidade relativa	Medição	<70%					
3. Colocação							
3.1. Estado das réguas e colas	Visual	Sim/Não					
3.2. Limpeza do suporte	Visual	Sim/Não					
3.3. Alinhamento das réguas conforme o projecto	Projecto	Sim/Não					
3.4. Teor de humidade das réguas	Medição	Entre 7% e 11%					
3.5. Máquinas de corte	Visual	Em boas condições					
3.6. Excessos de cola na junta	Visual	Sim/Não					
3.7. Tempo de espera da cola	Medição	Sim/Não					
3.8. Abertura de junta entre réguas	Medição	Sim/Não					
3.9. Folga perimetral	Medição	Sim/Não					
3.10. Juntas de expansão	Medição	larguras > 8m					
4. Acabamento							
4.1. Limpeza do soalho	Visual	Sim/Não					
4.2. Produto de acabamento	Visual	Especificação do fabricante					
5. Condições de segurança							
5.1. Local arejado	Visual	Sim/Não					
5.2. Uso de EPI's	Visual	Sim/Não					
Legenda: A - Aprovado R - Reprovado							
Observações							
Data	Registo						
Verificado em: _____ Responsável: _____							

Fig. 5.12 – F.I.E para soalhos colados.

Ficha de Inspeção e Ensaio - Execução de trabalhos					Refª.04		
Obra _____							
Dono de obra _____							
Fiscalização _____							
Fornecedor _____							
Sub-empregado _____							
Referente a <u>Controlo de qualidade em soalhos multi-camada aplicados por pregagem</u>							Pág. 1/1
	Inspeção e ensaio tipo	Critério de aceitação	Registo				
			Datas		Resultado		Assinatura
			Início	Fim	A	R	
1. Condições gerais da obra	Visual	Sim/Não					
2. Condições ambiente							
2.1. Temperatura	Medição	Entre 5°C e 30°C					
2.2. Humidade relativa	Medição	<70%					
3. Colocação							
3.1. Estado das régua	Visual	Sim/Não					
3.2. Limpeza do suporte	Visual	Sim/Não					
3.3. Alinhamento das régua conforme o projecto	Projecto	Sim/Não					
3.4. Teor de humidade das régua	Medição	Entre 7% e 11%					
3.5. Teor de humidade das ripas	Medição	<20%					
3.6. Máquinas de corte	Visual	Em boas condições					
3.7. Afastamento entre ripas	Medição	Sim/Não					
3.8. Inclinação dos pregos	Visual	45°					
3.9. Penetração do prego na ripa	Medição	>20mm					
3.10. Abertura de junta entre régua	Medição	Sim/Não					
3.11. Folga perimetral	Medição	Sim/Não					
3.12. Juntas de expansão	Medição	larguras > 8m					
4. Acabamento							
4.1. Limpeza do soalho	Visual	Sim/Não					
4.2. Produto de acabamento	Visual	Especificação do fabricante					
5. Condições de segurança							
5.1. Uso de EPI's	Visual	Sim/Não					
Legenda: A - Aprovado R - Reprovado							
Observações							
Data	Registo						
Verificado em: _____ Responsável: _____							

Fig. 5.13 – F.I.E para soalhos pregados.

Ficha de Inspeção e Ensaio - Execução de trabalhos Refª.05								
Obra _____								
Dono de obra _____								
Fiscalização _____								
Fornecedor _____								
Sub-empiteiro _____								
Referente a <u>Controlo de qualidade em soalhos multi-camada flutuantes</u>								Pág. 1/1
	Inspeção e ensaio tipo	Critério de aceitação	Registo					
			Datas		Resultado		Assinatura	
			Início	Fim	A	R		
1. Condições gerais da obra	Visual	Sim/Não						
2. Condições ambiente								
2.1. Temperatura	Medição	Entre 5°C e 30°C						
2.2. Humidade relativa	Medição	<70%						
3. Colocação								
3.1. Estado das réguas, cola e manta resiliente	Visual	Sim/Não						
3.2. Limpeza do suporte	Visual	Sim/Não						
3.3. Sobreposição entre fiadas de manta	Medição	>20cm						
3.4. Remate da manta na parede	Medição	entre 10 a 15mm de altura						
3.5. Alinhamento das réguas conforme o projecto	Projecto	Sim/Não						
3.6. Teor de humidade das réguas	Medição	Entre 7% e 11%						
3.7. Remate em passagem de tubos	Medição	>20mm						
3.8. Distância entre juntas transversais	Medição	>300mm						
3.9. Excessos de cola na junta	Visual	Sim/Não						
3.10. Máquinas de corte	Visual	Em boas condições						
3.11. Abertura de junta entre réguas	Medição	Sim/Não						
3.12. Folga perimetral	Medição	Sim/Não						
3.13. Juntas de expansão	Medição	larguras > 8m						
4. Acabamento								
4.1. Limpeza do soalho	Visual	Sim/Não						
4.2. Produto de acabamento	Visual	Especificação do fabricante						
5. Condições de segurança								
5.1. Uso de EPI's	Visual	Sim/Não						
Nota: Em sistema do tipo click verificar instruções do fabricante!								
Legenda: A - Aprovado R - Reprovado								
Observações								
Data	Registo							
Verificado em: _____ Responsável: _____								

Fig. 5.14 – F.I.E para soalhos flutuantes.

5.5. ESTUDO DE CASO

5.5.1. DESCRIÇÃO

- Moradia unifamiliar de três pisos, localizada no Porto. Sistema de aquecimento por ar condicionado e pavimento radiante.



Fig. 5.15 – Moradia unifamiliar.

- Soalho parquet multi-camada (MAFI). Camada superior e inferior em madeira carvalho (4mm) e camada intermédia em madeira branca (11mm). Dimensão das réguas: 2400*185*19 (mm). Cola (THOMSIT P600). Sem tempo de espera.



Fig. 5.16 – Réguas de soalho.

- Sistema de colocação por pregagem e colagem. Pavimento radiante (aquecimento por tubos em PVC), com suporte em betonilha e ripas de pinho de secção trapezoidal espaçadas de 40cm.



Fig. 5.17 – Suporte em betonilha e ripado de madeira.

- Armazenamento de materiais em local fresco, seco e protegido da radiação solar.



Fig. 5.18 – Armazenamento do soalho.

5.5.2. INSTALAÇÃO DO SOALHO

- Aquecimento prévio da betonilha (10 dias antes do início dos trabalhos).
- Limpeza superficial do suporte para remoção de detritos e sujidade.
- Definição dos alinhamentos das réguas. Sistema auxiliar provisório constituído por fio e tacos de madeira.



Fig. 5.19 – Sistema de auxílio aos alinhamentos.

- Corte transversal das réguas para ajuste de comprimento e remate de topo da fiada com a parede.



Fig. 5.20 – Corte transversal com serra eléctrica.

- Homogeneização da cola.



Fig. 5.21 – Homogeneização da cola.

- Espalhamento com espátula denteada.

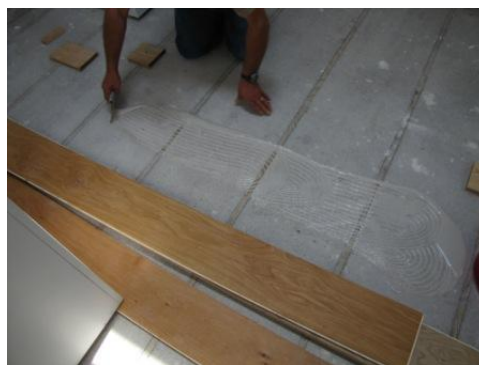


Fig. 5.22 – Espalhamento com espátula denteada.

- Assentamento da primeira fiada.

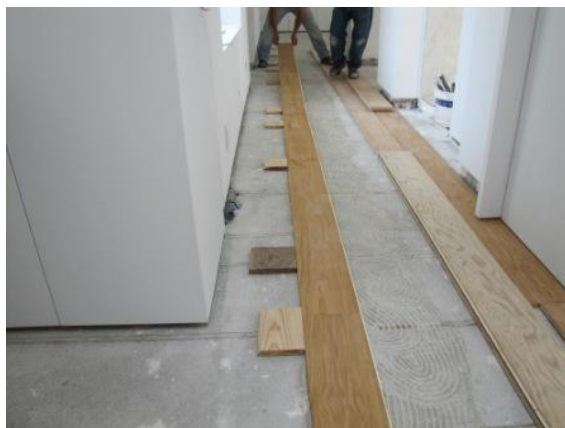


Fig. 5.23 – Assentamento da primeira fiada.

- Pregagem da fiada na parte superior do macho, com máquina compressora a 45° de inclinação.



Fig. 5.24 – Pregagem.

- Assentamento da segunda fiada. Encaixe entre réguas promovido com a ajuda de martelo e taco de madeira.



Fig. 5.25 – Encaixe da segunda fiada.

- Estabilização da zona de junta livre.

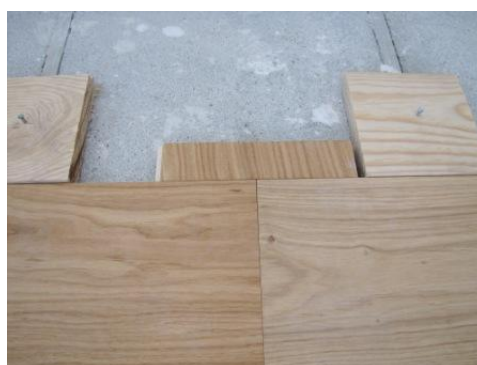


Fig. 5.26 – Cunha de estabilização.

- Corte longitudinal das réguas para ajuste de largura e remate lateral da última fiada com a parede.



Fig. 5.27 – Corte longitudinal com serra eléctrica.

- Cunha auxiliar de aperto para remate lateral da última fiada.



Fig. 5.28 – Cunha auxiliar de aperto.

- Cunha de nivelamento para remate com zona de casa de banho.

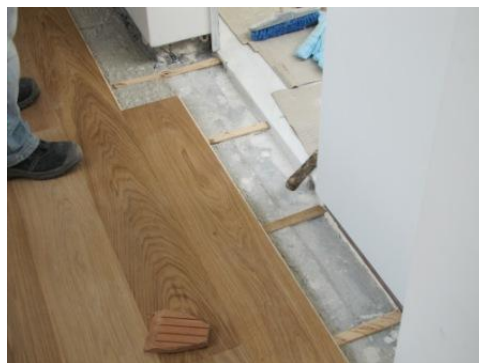


Fig. 5.29 – Cunhas de nivelamento.

- Cunha auxiliar para execução da folga perimetral. Folga perimetral de 10mm.



Fig. 5.30 – Cunha para folga perimetral.

- Pormenor da zona de encaixe entre réguas. O macho não pode ter um comprimento superior à profundidade da fêmea, deixando inclusive, uma pequena folga. O biselamento das arestas laterais inferiores induz a acumulação de cola e promove a adesão entre réguas.



Fig. 5.31 – Pormenores do encaixe entre réguas.

- Exemplo de régua rejeitada por inspecção visual.

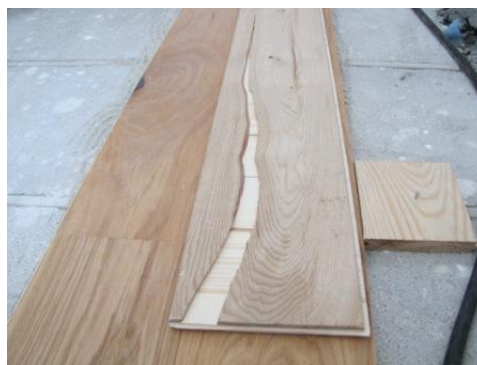


Fig. 5.32 – Régua defeituosa.

- Com o objectivo de estimar o rendimento de instalação do soalho, mediu-se uma parte da área executada e a duração associada. Assinala-se no entanto a influência da geometria do local, que por ser estreito (corredor) implica um maior número de remates com a parede por área instalada, ou seja, mais cortes de réguas e consequente tempo dispendido.

Área: 11.30 x 0.93 (m)

Duração aproximada: 2,5 Horas

Rendimento: $\approx 0,24 \text{ h/m}^2$

Nota: Valores obtidos por equipa de trabalho (oficial+servente).

5.6. ANOMALIAS POTENCIAIS EM SOALHOS MULTI-CAMADA

5.6.1. INTRODUÇÃO

Os soalhos multi-camada são um tipo de revestimento de piso relativamente recente, pelo que não foram encontrados registos de casos concretos de anomalias associadas. Sendo um produto constituído integralmente por madeira é razoável aceitar que o seu comportamento esteja intimamente ligado aos tradicionais revestimentos de piso em madeira, mesmo sabendo que em termos de variação dimensional são substancialmente mais resistentes. A única questão que fica em aberto é o comportamento das régua quando submetidas à acção da água. Na verdade, o que distingue uma régua de soalho multi-camada de uma régua de soalho maciço é a composição estrutural, de modo que seria importante perceber até que ponto a acção da água poderia interferir com a colagem das camadas e provocar a sua separação.

5.6.2. CAUSAS DAS ANOMALIAS

As anomalias em revestimentos de piso estão relacionadas com a natureza dos materiais e técnicas de construção utilizadas, com o envelhecimento e degradação dos materiais e com a inadequação das suas características para desempenhar funções para que foram concebidos, muitas vezes face a uma evolução dos padrões de qualidade considerados satisfatórios. [44]

Sendo um elemento de construção integrado num subsistema, as anomalias em revestimentos de piso têm muitas vezes origem em deficiências nos pavimentos que os suportam.

i. Humidade.

- Excesso de humidade na base de assentamento;
- Infiltrações;
- Elevado teor em água das colas;
- Condensações superficiais;
- Variações da humidade relativa do ar ambiente.

ii. Exposição ambiental.

- Exposição excessiva aos raios solares.

iii. Deformação.

- Deformação excessiva do pavimento;
- Ausência de juntas perimetrais e de expansão.

iv. Humanas.

- Deficiente concepção, manutenção;
- Erros de execução;
- Lavagem excessiva com água abundante;
- Ataque de produtos domésticos e agentes químicos.

v. Desempenho dos materiais.

- Resistência mecânica, compatibilidade e aderência insuficiente dos produtos de fixação do soalho;
- Produtos de acabamento superficial desadequados;
- Estrutura do soalho não adequada ao uso previsto;
- Higroscopicidade da espécie de madeira;
- Dureza da espécie de madeira.

vi. Exigências de conforto e eficiência energética.

- Isolamento acústico insuficiente;
- Resistência térmica desadequada a pavimentos radiantes.

5.6.3. MANIFESTAÇÕES DAS ANOMALIAS

i. Envelhecimento e degradação dos materiais.

- Fissuração das régua;
- Ataque de agentes biológicos;
- Desgaste prematuro e acentuado da camada superficial;
- Perfuração e formação de moissas na camada superficial;
- Formação de nódoas indeléveis;
- Escurecimento da madeira;
- Descoloração, manchas e alterações de textura e brilho da camada superficial.

ii. Degradação das ligações.

- Descolamento de soalhos fixados por colagem;
- Deformação e levantamento das régua;
- Despregagem e empeno de régua;
- Abertura de junta excessiva.

iii. Desajustamento face a exigências de higiene, conforto acústico e eficiência energética.

- Acumulação de sujidade e dificuldade de limpeza;
- Elevado ruído de percussão;
- Excessiva inércia térmica do soalho em pavimentos radiantes.

5.6.4. CAUSAS PROVÁVEIS ASSOCIADAS A MANIFESTAÇÕES DE ANOMALIAS

Para facilitar o diagnóstico de anomalias em soalhos multi-camada, propõe-se um quadro de correspondência entre manifestação/causa da anomalia. As medições e inspecções posteriores são fundamentais para o correcto diagnóstico e proposta de intervenção adequada.

Legenda

Manifestações das anomalias

- A. Fissuração das régua
- B. Ataque de agentes biológicos
- C. Desgaste prematuro e acentuado da camada superficial
- D. Perfuração e formação de mossas na camada superficial
- E. Formação de nódos indeléveis
- F. Escurecimento da madeira
- G. Descoloração, manchas e alterações de textura e brilho da camada superficial
- H. Descolamento de soalhos fixados por colagem
- I. Deformação e levantamento das régua
- J. Despregagem e empeno de régua
- K. Abertura de junta excessiva
- L. Acumulação de sujidade e dificuldade de limpeza
- M. Elevada sonoridade ou radiação sonora
- N. Excessiva inércia térmica do soalho em pavimentos radiantes

Causas prováveis

1. Excesso de humidade na base de assentamento
2. Infiltrações
3. Elevado teor em água das colas
4. Condensações superficiais
5. Variações da humidade relativa do ar ambiente
6. Exposição excessiva aos raios solares
7. Deformação excessiva do pavimento
8. Ausência de juntas perimetrais e de expansão
9. Deficiente concepção, manutenção
10. Erros de execução
11. Lavagem excessiva com água abundante

12. Ataque de produtos domésticos e agentes químicos
13. Resistência mecânica, compatibilidade e aderência insuficiente dos produtos de fixação do soalho
14. Produtos de acabamento superficial desadequados
15. Estrutura do soalho não adequada ao uso previsto
16. Higroscopicidade da espécie de madeira
17. Dureza da espécie de madeira
18. Isolamento acústico insuficiente
19. Resistência térmica desadequada a pavimentos radiantes

Anomalias		Causas																		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Manifestações	A	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X					X			
	B	X	X	X	X	X				X	X	X			X					
	C									X		X	X		X	X		X		
	D														X	X		X		
	E									X			X		X					
	F	X	X	X	X	X				X	X									
	G						X			X		X	X		X					
	H	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X		X						
	I	X	X	X	X	X		X	X	X	X			X			X			
	J	X	X	X	X	X		X	X	X	X			X			X			
	K					X		X			X									
	L									X			X		X					
	M									X	X								X	
	N									X	X									X

Fig. 5.33 – Quadro de correspondência manifestação/anomalia.

5.6.5. METODOLOGIAS DE CONCEPÇÃO PREVENTIVA

“A água é o principal inimigo das estruturas de madeira.” [45]

Deve-se evitar ao máximo o contacto directo de água com o soalho, eliminando infiltrações e acumulações de água e todo o tipo de causas de potenciais condensações superficiais. Caso tal aconteça, a sua rápida eliminação por escoamento ou ventilação é essencial para evitar danos maiores.

Devem ser analisados e pormenorizados com rigor e detalhe zonas de remate, especialmente na vizinhança de instalações sanitárias, cozinhas, portas exteriores e vãos envidraçados. Em pavimentos térreos deverão ser adoptadas medidas contra a humidade ascensional.

A escolha do tipo de soalho, espécie de madeira e acabamento superficial deve garantir adequada resistência ao desgaste, face à intensidade e agressividade da utilização.

5.6.6. PROPOSTAS DE INTERVENÇÃO

“A detecção e rápida eliminação de todas as potenciais causas de degradação, normalmente associadas a manifestações de humidade constitui a principal acção de manutenção preventiva a assegurar.” [45]

As soluções de intervenção correctiva são geralmente muito diversificadas, não só porque as anomalias podem ser muito variadas como são o reflexo do comportamento de praticamente toda a construção. A tipificação das soluções torna-se bastante complexa porque, em geral, não existe uma única medida correctiva possível, sendo cada caso analisado ao pormenor. Outra dificuldade reside na decisão de restaurar, reabilitar ou substituir a solução original por uma nova solução mais adequada ao uso.

O método de fabrico dos soalhos multi-camada restringe normalmente a solução de intervenção para a substituição das réguas afectadas. No entanto, dependendo da espessura da camada superior e da gravidade da anomalia, pode em algumas situações ser lixado (duas a três vezes, segundo os fabricantes) e posteriormente acabado.

A título de exemplo, disponibilizam-se em anexo três fichas de patologias, elaboradas pelo Grupo de Estudos da Patologia da Construção (PATORREB), associadas a revestimentos de piso em madeira. [46]

6

CONCLUSÃO

6.1. CAPÍTULO 2

O domínio actual das propriedades da madeira, garante um maior controlo do seu comportamento em obra, valorizando as melhores propriedades e controlando ou eliminando as piores. As preocupações ambientais actuais exigem da indústria da construção novas soluções, sustentáveis e ecológicas que tenham o menor impacte possível sobre o meio ambiente. Neste contexto, a madeira assume-se como um material de construção de futuro.

A floresta portuguesa ocupa cerca de 40% do território nacional. As espécies dominantes são o pinheiro-bravo, o eucalipto, o sobreiro e a azinheira. O carvalho, uma espécie muito usada em soalhos de madeira, representa apenas 5% do total de área florestal. Ao nível europeu, Portugal é o décimo país com maior área florestal.

De forma a cumprir as exigências funcionais associadas a revestimentos de piso, as principais propriedades da madeira a analisar são a higroscopicidade, massa volúmica, dureza, cor e aspecto, propriedades acústicas e condutibilidade térmica. A madeira do cerne apresenta melhores características de durabilidade e resistência mecânica que o borne.

6.2. CAPÍTULO 3

É fundamental distinguir sistemas de colocação de tipos de produto na abordagem a um revestimento de piso em madeira.

Os diferentes tipos de produto distinguem-se essencialmente pela sua dimensão e organização estrutural. Os componentes que lhes estão associados são geralmente materiais de ligação, remate, decoração e acabamento.

6.3. CAPÍTULO 4

Comparativamente aos soalhos de madeira maciça, o processo de fabrico de soalhos compósitos é relativamente complexo e elaborado. O acabamento é a etapa onde os fabricantes desenvolvem grande parte da tecnologia de ponta. A qualidade estética final e nível de rigor da produção são os principais factores associados à qualidade de fabrico.

As principais normas referentes ao fabrico de soalhos compósitos industrializados são a NP EN 14342 2005+A1 2010 e a EN 13489. A primeira regula e define a metodologia para a marcação CE, a segunda especifica particularidades intrínsecas aos soalhos compósitos. A maioria das normas

aplicáveis não estão traduzidas para português, o que dificulta a sua compreensão por parte de fabricantes nacionais. Por não existirem normas relativas à aplicação em obra, os fabricantes estão encarregues de fornecer essas instruções, talvez porque sejam eles os mais habilitados para perceber como devem ser aplicados os seus produtos.

Os principais fabricantes de soalhos compósitos concentram-se em países da Europa Central. Portugal é um país esmagadoramente dedicado à comercialização de produtos estrangeiros, daí que na pesquisa efectuada apenas um fabricante português tenha sido reconhecido. Esta ideia é reforçada pelos dados estatísticos da FEP que não possuem registos de produção e consumo do nosso país. Na generalidade, a informação disponibilizada pelos fabricantes é de conteúdo maioritariamente comercial, com uma componente técnica muito reduzida. Do ponto de vista da composição estrutural os produtos desenvolvidos são constituídos por duas ou três camadas de espessuras distintas, sendo a intermédia mais espessa que as restantes. Os principais destaques tecnológicos surgem ao nível dos sistemas de junta e acabamento superficial. Todos os fabricantes procuram controlar a origem da madeira, de maneira a garantir a sustentabilidade da indústria e a protecção das espécies.

Os dados estatísticos revelam que os soalhos compósitos dominam claramente o mercado dos revestimentos de piso em madeira. A produção é dominada pela Polónia, Alemanha, Suécia e Áustria e o consumo pela Alemanha, França, Espanha e Itália. Com um elevado nível de procura, o carvalho é a espécie com maior destaque, especialmente como alternativa ao consumo de madeiras exóticas.

A tendência geral da indústria europeia de parquet é de crescimento contínuo, apesar de ter sido recentemente afectada pela crise mundial. Na verdade, a indústria mostra-se sensível aos indicadores económicos e mercados financeiros, em grande parte devido ao desenvolvimento problemático da indústria da construção.

Ao nível mundial, a Europa domina a produção de revestimentos de piso em madeira, assumindo-se como principal exportador deste tipo de produtos.

Não existem muitos estudos científicos publicados sobre soalhos compósitos. Ao nível da produção, são os fabricantes que desenvolvem a tecnologia associada ao método de fabrico.

Do estudo de avaliação a diferentes tipos de construção de soalhos multi-camada conclui-se que a humidade é um factor climatérico que influencia bastante a estabilidade dimensional das réguas. A exposição da camada de topo a este factor induz a deformação por curvatura das réguas. Nas condições de ensaio definidas, a deformação ocorre no domínio elástico e obedece à lei de Hooke. Por esta razão, materiais de baixo módulo de elasticidade como o HDF apresentam curvaturas superiores. O acabamento superficial é fundamental porque protege a camada superior da acção da humidade, não deixando que a curvatura ultrapasse valores superiores a 0.25mm.

Comparativamente a outros revestimentos de piso os soalhos de madeira demonstram ser mais duráveis e de reduzido impacte ambiental.

6.4. CAPÍTULO 5

O controlo de qualidade incide especialmente sobre as condições do suporte e o controlo da exposição à humidade.

A previsão de juntas construtivas é uma medida fundamental para garantir um bom desempenho do soalho em serviço.

Os procedimentos e técnicas de instalação têm uma forte ligação com as recomendações dos fabricantes, que por sua vez procuram facilitar e diminuir o tempo de instalação dos soalhos. A experiência da equipa de trabalho é fundamental para garantir uma instalação de qualidade, especialmente ao nível dos remates e pontos singulares.

Os pavimentos radiantes exigem a adopção de medidas especiais de controlo do suporte e condicionam o tipo de espécie de madeira usada no soalho.

As fichas de inspecção e ensaio constituem um método simples e eficaz de fiscalização da execução.

No estudo de caso o rendimento aproximado de instalação do soalho foi de 0,24h/m².

As anomalias mais frequentes em soalhos compósitos estão associadas à exposição à humidade das régua ou dos elementos de fixação ao suporte. As soluções de intervenção são muito diversas e variam com o tipo e gravidade da anomalia.

6.5. CONCLUSÕES FINAIS

Por permitirem a racionalização da madeira e apresentarem melhores características físico-mecânicas que os soalhos de madeira maciça, os soalhos compósitos são uma obra-prima da engenharia.

Relativamente a outros tipos de revestimentos de piso descrevem-se de seguida as principais vantagens e desvantagens dos soalhos compósitos industrializados.

Vantagens:

- Elevada valorização estética dos espaços interiores;
- Sustentabilidade e reduzido impacto ambiental da solução construtiva;
- Elevada durabilidade.

Desvantagens:

- Sensíveis à variação das condições higrotérmicas e à exposição solar;
- Manutenção exigente;
- Aplicação em obra complexa e morosa;
- Elevado custo.

6.6. DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

- Elaboração de um plano de reflorestação e gestão sustentável da floresta portuguesa. Sabendo que espécies como o sobreiro e o eucalipto fornecem matéria-prima a outro tipo de indústrias, é importante transformar áreas de mato em áreas florestais com predominância de espécies folhosas como o carvalho, a nogueira e o castanheiro. Esta medida serviria de estímulo ao desenvolvimento do mercado dos soalhos de madeira em Portugal, especialmente os soalhos compósitos que cada vez mais se afirmam no mercado europeu e mundial.
- Análise de influência da composição estrutural na resistência ao desgaste de um soalho compósito;
- Emissão de formaldeído e compostos orgânicos voláteis em soalhos compósitos instalados sobre pavimentos radiantes e sistemas de ar condicionado;
- Análise técnico-económica comparativa de soalhos compósitos industrializados e outros tipos de revestimentos de piso;

- Anomalias em soalhos compósitos industrializados – Estudo de caso.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Kähr, G. *Composite board structure*. 1943. Patente nº2324628. <http://www.google.pt/patents>. Março 2011.
- [2] Kähr, G. *Means for manufacturing composite board structures*. 1946. Patente nº2401648. <http://www.google.pt/patents>. Março 2011.
- [3] Gallego, G. *Pavimentos de madeira – Manual de instalación*. AITIM, 2005.
- [4] Lopes, J. *Avaliação de desempenho de soalhos compósitos industrializados – Estudo de caso*. Dissertação de Mestrado, FEUP, 2009.
- [5] Cachim, P. *Construções em madeira – A madeira como material de construção*. Publindústria, 2007.
- [6] <http://ceduc031d.blogspot.com/2011/04/pre-historia-periodos-paleolitico-e.html> Março 2011.
- [7] http://carioca-carioca.blogspot.com/2008_10_01_archive.html. Março 2011
- [8] <http://arquitetrip.blogspot.com/2011/04/maior-estrutura-de-madeira-do-mundo.html> Março 2011.
- [9] Torres, J. *Sistemas construtivos modernos em madeira*. Dissertação de Mestrado, FEUP, 2010.
- [10] <http://www.morgadioreal.com/quintas-e-palacios/pavilhao-de-portugal/> Março 2011.
- [11] <http://www.afn.min-agricultura.pt/portal/ifn> Março 2011.
- [12] <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/eurostat/home> Março 2011.
- [13] Amorim Faria, J. *Apontamentos das aulas teóricas de tecnologias de sistemas construtivos – Derivados de madeira*. FEUP, Porto, 2010.
- [14] Machado, J. *Placas de derivados de madeira. Tipos de placas e sua especificação*. LNEC, Lisboa, 2005.
- [15] Coutinho, J. *Materiais de construção 1 - Madeiras*. FEUP, Porto, 1999.
- [16] Amorim Faria, J. *Revestimentos de piso*. Arte&construção, N.º 195, Janeiro 2007, pg. 14,15, AJE.
- [17] Nascimento, J. *Revestimentos de piso*. Arte&construção, N.º 195, Janeiro 2007, pg. 15, AJE.
- [18] Nascimento, J. *Exigências funcionais de revestimentos de piso*. LNEC, Lisboa, 1985.
- [19] Tarkett. *Laminate flooring*. Catálogo 2010. <http://home.tarkett.com/commdocu> Março 2011.
- [20] NP EN 14342:2005+A1 2010. *Revestimentos de piso de madeira. Características, avaliação da conformidade e marcação*. IPQ, Novembro de 2010.
- [21] EN 13756. *Wood flooring – Terminology*. CEN, Dezembro 2002.
- [22] <http://www.parquet.net/nl/about-parquet/types> Março 2011.
- [23] <http://62.20.5.242/Products/Parquet-Flooring.aspx> Março 2011.
- [24] EN 13228. *Wood flooring – Solid wood overlay flooring elements including blocks with an interlocking system*. CEN, Dezembro 2002.
- [25] Mafi. *MAFI_PR-KAT09_EN-int*. Catálogo 2009.
- [26] EN 13489. *Wood flooring – Multi-layer parquet elements*. CEN, Dezembro 2002.
- [27] Boen. *Main brochure*. Catálogo. http://www.boen.com/dt_article.aspx?m=33 Março 2011.

- [28] <http://www.timberwolfllc.com/site/parquetry.htm> Março 2011.
- [29] Machado, J. *Revestimentos de piso em madeira. Características, avaliação da conformidade e marcação*. LNEC, 2009.
- [30] <http://www.parquet.net/> Abril 2011.
- [31] Bauwerk. *Compentence.Work Parquet*. Catálogo 2007. <http://www.bauwerk-parkett.com/en-int/services/brochures--3-113.htm> Abril 2011.
- [32] Kährs. *EMAS Environmental Report*. 2010. <http://62.20.5.242/Products/Downloads.aspx> Abril 2011.
- [33] Kährs. *Kährs Activity Floor*. <http://62.20.5.242/Products/Downloads.aspx> Abril 2011.
- [34] Kährs. *Installation Guide - Woodloc®2G*. <http://62.20.5.242/Products/Downloads.aspx> Abril 2011.
- [35] Kährs. *Five more reasons for buying Kährs*. <http://62.20.5.242/Products/Downloads.aspx> Abril 2011.
- [36] Kährs. *Kährs Magazine*. Catálogo 2011. <http://62.20.5.242/Products/Downloads.aspx> Abril 2011.
- [37] Wicanders. *Commercial flooring collection*. Catálogo.
- [38] <http://www.nwfa.org/member/> Abril 2011.
- [39] NWFA. *US floor report* 2011.
- [40] NWFA. *Wood Flooring.Catalina Report CR064*. Catalina Research, Dezembro 2009.
- [41] Blanchet, P., Beauregard, R., Cloutier, A., Gendron, G., Lefebvre, M. *Evaluation of various engineered wood flooring construction*. Forest products society, 2003.
- [42] Hubbard, S., Bowe, S. *How Solid Strip and Solid Plank Hardwood Flooring Stacks Up in Comparison to Alternative Floor Coverings. A Supplemental Analysis*.
- [43] Cardoso, A. *Procedimentos de controlo da qualidade de trabalhos de pinturas na construção de edifícios*. Dissertação de Mestrado, FEUP, 2009.
- [44] Paiva, J., Aguiar, J., Pinho, A. *Guia técnico de reabilitação habitacional*. Instituto Nacional de Habitação/LNEC, 2006.
- [45] Amorim Faria, J. *Patologias das construções com madeira – Sugestões de intervenção*. Actas do 3.º Encontro sobre Patologia e Reabilitação de Edifícios, PATORREB2009. Porto, FEUP, 18 a 20 de Março de 2009, pág. 51 a 58.
- [46] <http://www.patorreb.com/pt/> Junho 2011

ANEXO 1

**Fichas de controlo do suporte em
pavimentos radiantes. MAFI**

[] 3-layer floors

[] 2-layer floors

on underfloor heating

The following floors are **not suitable** for installation on underfloor heating:

Larch Country / Larch Country Vulcano / Larch Virgin / Larch Virgin Vulcano.

Preparatory measures for installation of **mafi** natural**wood**floors on heated screeds:

The screed must always be pre-heated before beginning installation work (even in summer). The same applies to refurbishing in old buildings when installing on old screed on which other floor coverings have previously been installed. A record of the initial thermal cycling must be supplied by the heating engineer.

A screed surface temperature of approx. 15 - 18°C is required for installation. On completion of the installation work, this temperature must be held constant for three days (to allow the adhesive to harden).

A primer must be applied according to the manufacturer's guidelines to screed laid during construction to the applicable standards. For gluing to screed use commercial-grade, non-slip adhesives and primers that are described by the manufacturer as "suitable for underfloor heating". It is the installer's duty to check the surface temperature, to install a temperature indicator in an exposed position and to record the results.

Due to the technical properties of the natural product wood and the conditions of the room climate during the heating period, gaps may occur. Generally speaking, these are evenly distributed, do not rate as defects, and must be tolerated.

When the heating is switched on for the first time, and at the beginning of every season when heating is in use, increase the heat only gradually! We recommend reducing the surface temperature before cleaning the wooden floor. With a room temperature of 21°C the floor's surface temperature should be maximum 27°C. Cracks may form more frequently on carpets or furnishing that stands directly on the wooden floor due to the higher temperature of the surface.

Typical values for thermal resistance are:

10 mm	conifer floors	0.08 m ² K/W ²	16 mm	hardwood floors	0.13 m ² K/W ²
10 mm	hardwood floors	0.10 m ² K/W ²	19 mm	hardwood floors	0.16 m ² K/W ²
16 mm	conifer floors	0.11 m ² K/W ²	21 mm	conifer floors	0.16 m ² K/W ²

Please take into consideration:

For sufficient heat transmission to the room the thermal resistance should not be greater than 0.17 m² K/W².

The insulating underlay must also be taken into consideration.

(e.g. rubber cork matting 2 mm = 0.025 m² K/W²).

mafi planks on heated screed

Record of installation data

Building: _____

Storey: _____

Screed work concluded on: _____

Screed material left over _____

In the centre the screed thickness is approx. _____ cm.

Days: 1. - 21.	Curing time of the screed without heat is 21 days:				yes ☐	no ☐
" 22.	heated up to	+25°C	flow temperature:	yes ☐	no ☐	
" 23.	" "	+30°C	flow temperature:	yes ☐	no ☐	
" 24.	" "	+35°C	flow temperature:	yes ☐	no ☐	
" 25.	" "	+40°C	flow temperature:	yes ☐	no ☐	
" 26.	" "	+45°C	flow temperature:	yes ☐	no ☐	
" 27. - 33.	gheated continually at	+45°C:		yes ☐	no ☐	
" 34. - 37.	underfloor heating reduced by 5°C per day:			yes ☐	no ☐	
until 37.	+25°C was reached:			yes ☐	no ☐	
" 38. - 44.	heating switched off			yes ☐	no ☐	
" 45.	heated up to	+30°C	flow temperature:	yes ☐	no ☐	
" 46.	" "	+35°C	flow temperature:	yes ☐	no ☐	
" 47.	" "	+40°C	flow temperature:	yes ☐	no ☐	
" 48.	" "	+45°C	flow temperature:	yes ☐	no ☐	
" 49.	reduced to	+35°C	flow temperature:	yes ☐	no ☐	
" 50.	" "	+25°C	flow temperature:	yes ☐	no ☐	
from 51.	installation begins at	+25°C	flow temperature:	yes ☐	no ☐	

This data applies for screed up to 70 mm thick.

While the heating has been increased and reduced, the rooms have been ventilated but draughts avoided. The heated floor area was free of building materials and other covering. The underfloor heating will remain in operation at a flow temperature of +25°C until installation is complete. 5 days later the underfloor heating can be switched to normal operation. When in use, make sure that the temperature in the room is approx. 20°C +2°C and relative humidity is 40 - 50 %. The values indicated have a great influence on the swelling and contraction of parquet flooring.

A guarantee can only be given if the Record of Data concerning heating has been completed and signed. Our special instructions for installation must be observed for floating installations and installations glued over the full surface.

Place, Date: _____

Signature: Client / Architect

Stamp / Signature: Heating Installers

mafi planks on heated screed

Record of data for initial thermal cycling

(The appropriate information must be filled in by the client and/or architect and submitted to the specialized company on time)

Client: _____

Building site: _____

Building section / Storey: _____

- [1] a) flowing screed *CF 225 (20)* ☐ *CF 300 (30)* ☐ Underfloor heating system:
b) Total thickness of screed in centre: cm

Before laying screed:

- [2] a) The controlled lowest temperature of °C has been maintained since
b) Start of screed work on
c) End of screed work on

After laying screed:

- d) The controlled lowest flow temperature of °C after screed laying has been maintained since.....
e) Heating up of flow temperature started on
f) The max. flow temperature of °C was reached on
g) Cooling down started on
h) The lowest controlled flow temperature was reached.....
- [3] a) During thermal cycling the rooms were ☐ *free* ☐ *not free* of building material or excessive coverings.
b) During the day the rooms were: ☐ *ventilated* ☐ *not ventilated*
c) During initial thermal cycling, all heating circuits were: ☐ *on* ☐ *not on*
d) Control of the lowest flow temperature and initial thermal cycling was carried out by the responsible person,
Mr.
from (company)
- [4] a) The Record of Data was approved by the client/developer on..... and forwarded to the following specialized companies:
☐ *Screed layer* ☐ *Tile, panel and stone layer*
☐ *Parquet installer / Wood block installer* ☐ *Floor installer* ☐ *Heating engineer*
Others

[5] Residual moisture

Tested by: on: Result: CM-%

Architect / Specialist / Site management

Stamp/ Signature

Place / Date _____

The Developer / Client

Stamp / Signature

Place / Date _____

ANEXO 2

Especificações técnicas. KÄHRS

Areas of application and special characteristics

The 15 mm-thick standard board can be used in many different types of premises, but is most suitable for domestic applications.

- Dimensionally stable due to climate-controlled production processes.
- Kährs Woodloc®.
- Quick and easy installation due to precision manufacturing.
- High-quality wood floors that last for many years.
- Plywood at the ends, which makes the end joint stronger.
- Available in more than 40 patterns and species to suit every taste.
- Natural and individual look.
- Pre-finished with UV-cured lacquer or with nature oil, which makes the floors hardwearing and easy to clean. Detailed information about maintenance is included in our Maintenance & Repair Guide. Download it from our Professional Website at www.kahrs.com.

Construction

1-, 2- and 3-strip boards consist of three layers. All edges of the board have the Kährs Woodloc® joint.

- Surface layer consists of sawn strips.
- Middle layer of solid pine strips.
- Bottom layer of spruce veneer.
- All 15 mm boards with Woodloc® can be combined with each other. However, ends cannot be laid at right angles to long sides.

Thickness of the surface layer

- Approx. 3.5 mm.

Surface treatment

- Pre-lacquered (for dry areas subject to normal wear), with UV-cured polyurethane/acrylic-based satin lacquer (approx. 30° Gardner) or matt lacquer (approx. 10° Gardner). The lacquer is free from solvents and formaldehyde. It is durable and preserves the wood's natural character.
- Pre-oiled with nature oil (for dry areas subject to heavy wear). Matt, approx. 10° Gardner. More than 98% of the raw materials in the surface treatment are renewable.

Requirements for the subfloor

The subfloor must be dry, clean, level and solid. The requirements in HusAMA98, Table 43.DC/-1 and MDB.3 apply. Also note our subfloor requirements. You can download the Subfloor Requirements & Underfloor Heating brochure from our Professional Website at www.kahrs.com.

Installation

Kährs wood floors are laid floating. This means the boards are laid loose on the subfloor and locked together by Kährs Woodloc®. Allow for wastage of approx. 2% in normal installation, i.e. lengthways with the room, and approx. 8–10% when installed diagonally.

If a floor using Woodloc® joints is wider than 18 m, it must be divided using an expansion gap. An underlay that reduces impact sound must be laid under the boards. The boards can also be glued to the subfloor. Detailed installation procedures are described in our Installation Guide. Download it directly from our Professional Website at www.kahrs.com.

Underfloor heating and thermal conductivity

Kährs 15 mm wood floors are suitable for use over underfloor heating. Thermal conductivity: approx. 0.14 W/(m*K). Beech and Hard Maple wood floors expand and contract more than other species. Underfloor heating increases drying, which causes additional contraction. In a cold and dry climate, gaps may appear between strips and between boards. Felt paper is recommended as an intermediate layer for use with underfloor heating.

Maintenance

Detailed information about maintenance is included in our Maintenance & Repair Guide. Download it from our Professional Website at www.kahrs.com.

Moisture content

Moisture content when delivered:
7 ± 2%.

Weight

8–10 kg/m².

Packaging

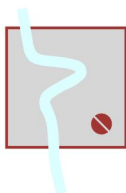
- Protective corrugated cardboard edging (100% recycled paper).
- Protective PE sheeting (recycled).

Pack contents

Width	Length	Quantity	m²
200 mm	2423 mm	6	2.91
205 mm	2200 mm	6	2.71
187 mm	1800 mm	6	2.02
187 mm	2100 mm	6	2.36
187 mm	2400 mm	6	2.72
175 mm	1800 mm	6	1.89
175 mm	2100 mm	6	2.21
175 mm	2400 mm	6	2.52
130 mm	1800 mm	6	1.40
105 mm	1800 mm	6	1.13

ANEXO 3

**Fichas de patologias – Grupo de
estudos da patologia da construção
PATORREB**



Pavimento Térreo – Condensações Internas

DEGRADAÇÃO DO REVESTIMENTO EM MADEIRA DO PAVIMENTO TÉRREO DE UMA HABITAÇÃO

DESCRIÇÃO DA PATOLOGIA

O revestimento em madeira (soalho) do pavimento térreo de uma habitação encontrava-se degradado, apresentando:

- Deformação e levantamento das réguas;
- Apodrecimento da madeira;
- Aparecimento de manchas de cor mais escura na zona da fixação.



SONDAGENS E MEDIDAS

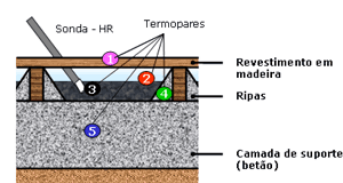
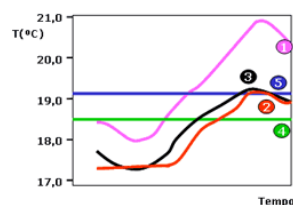
Procedeu-se à desmontagem do revestimento do pavimento, tendo-se observado que as réguas de madeira se encontravam fixas a ripas de madeira.

A caixa de ar encontrava-se parcialmente preenchida com granulado leve.

Foram medidas as condições higrotérmicas da ambiência, a temperatura e o teor de humidade das interfaces do pavimento em madeira, tendo-se verificado que:

- As ripas de fixação das réguas de madeira apresentavam um elevado teor de humidade;
- A temperatura do piso térreo encontrava-se estável;
- A temperatura do revestimento e da caixa de ar variava de forma sinusoidal.

A habitação dispunha de um sistema de aquecimento central que funcionava de forma intermitente.



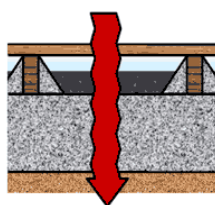
CAUSAS DA PATOLOGIA

A degradação do revestimento em madeira (soalho) deveu-se ao elevado teor de humidade encontrado no pavimento, devido à ocorrência de condensações internas.

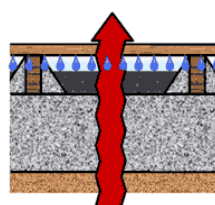
As condensações tiveram origem:

- Na ausência de um pára-vapor eficaz, o que permitiu a difusão de vapor do pavimento térreo para a caixa de ar;
- Na não ventilação da caixa de ar;
- No aquecimento intermitente dos compartimentos.

Com aquecimento



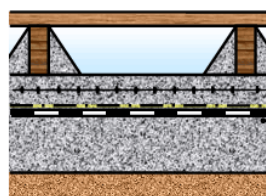
Sem aquecimento



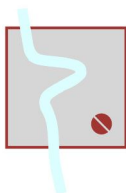
SOLUÇÕES POSSÍVEIS DE REPARAÇÃO

A correcção da patologia implicaria a seguinte intervenção:

- Desmontagem do revestimento em madeira (soalho);
- Picagem da camada de suporte em cerca de 0,06 m;
- Regularização do suporte;
- Aplicação de uma barreira impermeável ao vapor e à água líquida;
- Colocação de um filme de polietileno de protecção;
- Execução de uma lajeta de betão, armada, com 0,05 m de espessura;
- Aplicação das ripas de suporte;
- Recolocação do revestimento em madeira (soalho).



Barreira pára-vapor/impermeabilização



Pavimento Intermédio – Condensações Internas DESCOLAMENTO DO REVESTIMENTO EM MADEIRA DO PAVIMENTO ADJACENTE À FACHADA DE UM EDIFÍCIO DE HABITAÇÃO

DESCRIÇÃO DA PATOLOGIA

O revestimento em madeira do pavimento dos compartimentos dos fogos do 1º piso de um edifício de habitação apresentava-se descolado e levantado nas zonas junto à fachada, revestida com um sistema de isolamento térmico pelo exterior do tipo ETICS.

Verificou-se que a patologia só ocorria junto às fachadas onde foi aplicado, até cerca de 1 m de altura, um revestimento em ladrilhos cerâmicos sobre o ETICS.



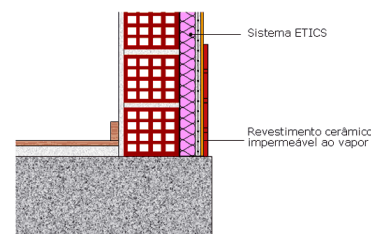
SONDAGENS E MEDIDAS

Realizaram-se sondagens para analisar a configuração da fachada, tendo-se constatado que era constituída por alvenaria simples de tijolo vazado, revestida por um sistema de isolamento térmico pelo exterior do tipo ETICS. Não foi aplicado perfil de arranque do sistema.

Os ladrilhos cerâmicos foram colados directamente ao isolamento, até cerca de 1 m de altura. Tratam-se de ladrilhos cerâmicos não permeáveis ao vapor.

Foi medido o teor de humidade do revestimento em madeira, junto à base das paredes, tendo-se verificado que o teor de humidade era elevado apenas nas zonas em que foi aplicado o revestimento cerâmico sobre o ETICS.

Os restantes pavimentos não apresentavam problemas.



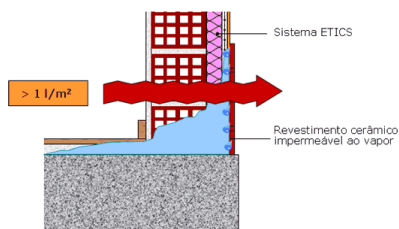
CAUSAS DA PATOLOGIA

O descolamento do revestimento em madeira do pavimento deveu-se à presença de água proveniente da migração de humidade de condensação gerada na interface entre o revestimento cerâmico e o sistema de isolamento do tipo ETICS da fachada.

As condensações foram geradas pelas diferenças de pressão de vapor resultantes do processo de secagem da alvenaria que estava saturada devido à precipitação quando foi aplicado o ETICS.

Refira-se que o revestimento cerâmico estava em perfeita continuidade com o muro de suporte em betão, não tendo sido aplicado o perfil de arranque do sistema ETICS.

Utilizando o método de GLASER, verificou-se que os fluxos condensados eram superiores a 1 l/m^2 , considerando a face exterior do tijolo com 100% de humidade relativa e 13°C e o exterior com 80% de HR e 5°C .



SOLUÇÕES POSSÍVEIS DE REPARAÇÃO

Para correcção da patologia, teria de se proceder à remoção do revestimento em ladrilhos cerâmicos aplicado sobre o sistema de isolamento térmico do tipo ETICS. Não é recomendável a aplicação de um revestimento em ladrilhos cerâmicos sobre o sistema ETICS. A aplicação do perfil de arranque do sistema de isolamento térmico seria também fundamental.





Pavimento Térreo – Condensações Internas

DEGRADAÇÃO DO REVESTIMENTO EM MADEIRA DO PAVIMENTO TÉRREO DE UM EDIFÍCIO DE SERVIÇOS

DESCRIÇÃO DA PATOLOGIA

O revestimento em madeira do pavimento térreo de um edifício de serviços apresentava-se degradado, nas zonas sobre a calha técnica periférica.

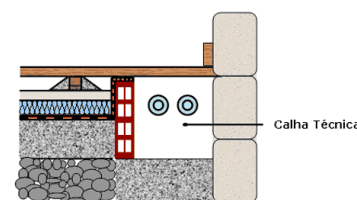
Observou-se o apodrecimento da madeira.



SONDAGENS E MEDIDAS

Realizaram-se sondagens para analisar a configuração do pavimento em zona corrente e ao nível da calha técnica, tendo-se verificado que a betonilha da base da calha não se encontrava impermeabilizada. Procedeu-se à medição das condições higrotérmicas da ambiência e da temperatura e do teor de humidade das interfaces do pavimento, tendo-se verificado que a humidade relativa no interior da calha técnica periférica era elevada.

O edifício era dotado de um sistema de aquecimento que funcionava de forma intermitente.



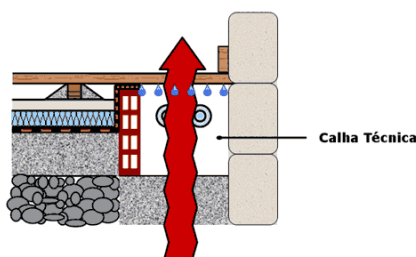
CAUSAS DA PATOLOGIA

A degradação do revestimento em madeira do pavimento, sobre a calha técnica, deveu-se à condensação na face inferior das réguas, resultante da humidade proveniente da ascensão capilar através das paredes e da base da calha.

Tendo em atenção o aquecimento intermitente, a temperatura no interior dos compartimentos atingia valores inferiores à do solo que, devido à sua elevada inércia térmica, se mantinha sensivelmente constante. Gerou-se assim um fluxo ascendente de vapor de água que, ao encontrar uma superfície a uma temperatura mais baixa (face inferior do revestimento do pavimento), condensou. A ausência de ventilação agravou o problema.

A deposição da humidade de condensação permitiu criar condições para a degradação da madeira.

A descontinuidade da impermeabilização do pavimento térreo, ao longo da calha técnica, terá sido a causa fundamental do problema.

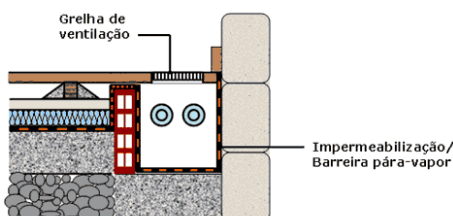


SOLUÇÕES POSSÍVEIS DE REPARAÇÃO

O revestimento em madeira teria de ser removido para se proceder à impermeabilização do interior da calha técnica, através da aplicação, por exemplo, de uma emulsão betuminosa, a frio.

A impermeabilização/barreira pára-vapor deveria apresentar uma permeância – W_p inferior a $2 \times 10^{-12} \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{Pa})$.

A ventilação da calha técnica através da aplicação de grelhas pontuais no soalho seria também vantajosa.



PALAVRAS-CHAVE Pavimento Térreo, Madeira, Degradação do Revestimento, Condensações Internas, Barreira Pára-Vapor, Ventilação