

ESPECIFICAÇÃO DE PROTECÇÃO FOGO PARA ESTRUTURAS DE MADEIRA

RICARDO SAMUEL ALBERTO ANASTÁCIO

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

Orientador: Professor José Manuel Marques Amorim de A. Faria

JULHO DE 2010

MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA CIVIL 2009/2010

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 - 2009/2010 - Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2010*.

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.

Às pessoas especiais da minha vida

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer ao meu orientador, Prof. José Amorim Faria, pelo seu contributo na definição de etapas e estratégias para o desenvolvimento deste trabalho, pelo seu tempo disponibilizado e pela partilha de conhecimentos que enriqueceu em muito esta dissertação.

Ao Prof. Miguel Chichorro Gonçalves, que esteve sempre disponível para me auxiliar no desenvolvimento do trabalho, partilhando o todo seu conhecimento sobre o tema.

Aos meus pais e irmão, responsáveis pela pessoa que hoje sou, que mesmo estando longe sempre me ofereceram tudo o que a vida tem de melhor, depositando toda a sua força e confiança em prol do meu sucesso. A eles o meu eterno e sincero agradecimento pelo seu amor e carinho.

À Vanessa, minha namorada e cúmplice, que com a sua personalidade inigualável, está e estará sempre de mão dada comigo em todos os momentos da vida. Agradeço-lhe profundamente toda a ajuda neste trabalho e principalmente a força que me concede para ultrapassar todos os obstáculos que surgem, sempre com todo o seu carinho e amor.

Ao Nuno, companheiro e grande amigo desde o início do meu percurso académico, pessoa que considero como família e a quem eu agradeço toda a sua verdadeira amizade.

Aos meus amigos que estiveram sempre comigo, aos quais agradeço o seu tempo, toda a sua paciência e amizade. Com eles cresci como pessoa, partilhando momentos inesquecíveis que vão ficar guardados para sempre.

RESUMO

Esta dissertação tem como objectivo principal a preparação de especificações tipo de produtos de protecção fogo para elementos construtivos de madeira, incluindo estruturas e outros sistemas à base de madeira e derivados. Com esse objectivo, procedeu-se à pesquisa dos diversos processos e produtos disponíveis no mercado Ibérico que asseguram a protecção da madeira na construção. A documentação recolhida serviu de base à preparação de especificações tipo elaboradas no âmbito deste estudo. A investigação foi orientada no sentido de possibilitar uma melhor compreensão sobre o tema e sintetizar informação que permita avaliar as situações em que a protecção fogo se impõe, bem como na definição de critérios de escolha do sistema de protecção fogo mais adequado a cada caso, considerando o elemento de madeira em causa.

Na construção actual, muitos dos produtos de protecção fogo utilizados em elementos construtivos de madeira, seja em ambiente exterior ou interior, por vezes têm resultados insatisfatórios, quer pela utilização de produtos inadequados, quer pela incorrecta aplicação. Para tal, é necessário conhecer bem os dois principais intervenientes: a madeira e os tipos de protecção fogo.

Em relação à madeira é preciso conhecer as principais características que podem interferir com as protecções fogo a aplicar. Além disso, é preciso proteger cada um dos principais elementos de madeira vulgarmente usados na construção, considerando as características que os distinguem e as funções desempenhadas por cada um. Uma descrição sintética dos principais elementos estruturais e arquitectónicos em madeira é assim apresentada no capítulo 3 de modo a melhor enquadrar o objecto da dissertação.

As tintas, por sua vez, possuem uma série de características que as tornam mais ou menos apropriadas para determinado fim. Uma apresentação geral e resumida das tintas como material de construção, com destaque para o grupo das tintas, vernizes e produtos ignífugos e intumescentes para madeira apresenta-se no capítulo 4.

Descritos os dois intervenientes principais (madeira e tintas e vernizes para madeira), foi realizada uma pesquisa de mercado visando o levantamento o mais alargado possível dos produtos de protecção fogo disponíveis no mercado Ibérico, tendo sido analisadas atentamente as suas fichas técnicas do que resultaram quadros resumo dos principais produtos disponíveis e tabelas que relacionam os tipos de protecção existentes com as soluções de revestimento de elementos estruturais, ou não estruturais em madeira, incluindo as designadas casas de madeira. Esta informação consta do capítulo 5.

Com base nas fichas técnicas seleccionadas dos produtores, preparou-se uma especificação técnica tipo para execução dos trabalhos (incluída no Anexo II) e 4 quadros tipo de apoio à especificação em projecto, que constam do capítulo 6. A informação está organizada sob a forma de tabelas com esquemas de aplicação consoante o tipo de protecção a utilizar, de modo a simplificar a decisão de escolha.

Por fim, apresentam-se as principais conclusões deste trabalho, realçando e sugerindo para um futuro próximo ideias que permitam melhores aplicações na área temática específica da protecção fogo de elementos construtivos em madeira, incluindo os estruturais.

PALAVRAS-CHAVE: protecção fogo, intumescentes, ignífugos, elementos de madeira

ABSTRACT

This dissertation has as main objective the preparation of general standard specifications for fire protection products for wood structures.

Considering this objective, a search of the various processes and products available in the Iberian market that ensure the protection of wood in construction was performed. The selected documentation was used as a basis for the preparation of some innovative documentation concerning fire protection of wood construction elements. The research was oriented towards providing a better understanding of the topic and summarizes information that can be used by professionals to a better design and execution of fire protection of wood construction elements.

Actually, in construction many of the fire protection products used to protect the wood elements, whether indoor or outdoor environment, often offer poor results, either by the use of inappropriate products or of an improper application. In order to perform a better design job, it is necessary to know the two main actors: the wood and the types of available fire protection.

Regarding wood it is necessary to know its main features that can interfere with fire protection. Besides that, one needs to protect the main wood elements commonly used in construction, considering the characteristics that distinguish them and the functions performed by each. This protection involves three main fields (fire, preservation and finishing). The wooden construction elements, both structural and for others uses, are presented in chapter 3.

Paints and varnishes, in turn, have a number of characteristics that make them more or less appropriate for a particular purpose. An overview and summary of paint as a building material, especially in terms of products and solutions available for wood protection and coatings is presented in Chapter 4.

Exposed the two main actors (wood and wood protection products), a market research survey of the Iberian market was performed. Many specifications of fire protection products available in the Iberian market were gathered and studied. This information is presented in chapter 5, that also includes a summary of the main types of wood construction solutions, including wooden houses and its relation with the examples of the Iberian market available solutions.

Considering that information and the general studies presented on the previous chapters, 4 summary design tables of the main families of fire protection products were prepared and presented on chapter 6. The above mentioned general standard specification is included on appendix II and explains and develops in more broad terms the 4 mentioned tables.

This information aims to simplify the designer's job when specifying a wood fire protection solution and also to point out the major problems that should be carefully considered and solved in each particular project.

Finally, the main conclusions of the dissertation are presented, highlighting and suggesting ideas for the near future to enable better applications in this specific subject area of fire protection for construction timber elements, including those performing structural functions.

Key-Words: fire protection, intumescent, flame-retardant, wood elements.

ÍNDICE GERAL

AGRADECIMENTOS	i
RESUMO	III
ABSTRACT	V
SÍMBOLOS E ABREVIATURAS	XV
 1. INTRODUÇÃO	 1
1.1. OBJECTO, ÂMBITO, JUSTIFICAÇÃO	1
1.2. BASES DO TRABALHO DESENVOLVIDO	2
1.3. ORGANIZAÇÃO DO PROJECTO	2
 2. O COMPORTAMENTO AO FOGO DA MADEIRA	 5
2.1. INTRODUÇÃO HISTÓRICA SOBRE A UTILIZAÇÃO DA MADEIRA	5
2.2. A MADEIRA	5
2.2.1. UTILIZAÇÃO DA MADEIRA NA CONSTRUÇÃO CIVIL	7
2.2.2. A COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA MADEIRA	8
2.2.3. A PRODUÇÃO DA MADEIRA	8
2.3. INCÊNDIOS EM EDIFÍCIOS – CONCEITOS GERAIS	9
2.3.1. ACÇÃO DO FOGO	9
2.3.2. FORMAS DE COMBUSTÃO	11
2.4. COMPORTAMENTO DA MADEIRA SOB A ACÇÃO DO FOGO	15
2.5. REACÇÃO AO FOGO	16
2.6. RESISTÊNCIA AO FOGO	19
2.7. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS APLICÁVEIS	21
2.7.1. DECRETO-LEI Nº 220/2008	21
2.7.2. PORTARIA Nº1532/2008	23
2.7.3. EUROCÓDIGO 5 – PARTE 1-2	27
 3. A MADEIRA E A PROTECÇÃO FOGO	 29
3.1. INTRODUÇÃO	29
3.2. MATERIAIS USADOS NA CONSTRUÇÃO EM MADEIRA	29
3.2.1. DERIVADOS DA MADEIRA	30
3.2.1.1. Madeira Lamelada Colada (“Glue Laminated Timber” - Glulam)	30

3.2.1.2. LVL (“Laminated veneer lumber”)	31
3.2.1.3. PSL (“Parallel strand lumber”).....	31
3.2.1.4. Painéis de Aglomerados	31
3.2.1.5. Contraplacados	33
3.3. USOS CORRENTES DA MADEIRA.....	34
3.3.1. EDIFÍCIOS CORRENTES	34
3.3.1.1. Casas de Madeira	34
3.3.1.2. Revestimentos Exteriores e Interiores	35
3.3.1.3. Pavimentos.....	36
3.3.1.4. Caixilharias	36
3.3.1.5. Portas	37
3.3.1.6. Coberturas.....	38
3.3.1.7. Lambris e Forros de Telhados	38
3.3.1.8. Escadas.....	39
3.3.2. EDIFÍCIOS PARA USOS ESPECIAIS	39
3.3.3. CONSTRUÇÃO NAVAL.....	40
3.3.4. MOBILIÁRIO URBANO.....	41
3.3.5. COFRAGENS.....	41
3.3.6. OUTROS USOS DA MADEIRA.....	42
3.3.6.1. Decoração	42
3.3.6.2. Postes.....	42
3.4. NECESSIDADE DE PROTECÇÃO FOGO	43
 4. TINTAS – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	 45
4.1. RAZÕES PARA A UTILIZAÇÃO DE TINTAS OU VERNIZES	45
4.2. TINTAS E VERNIZES – DEFINIÇÕES.....	45
4.3. COMPONENTES DAS TINTAS E VERNIZES	45
4.3.1. PIGMENTOS	45
4.3.1.1. Pigmentos Básicos.....	46
4.3.1.2. Cargas (ou Pigmentos Extendedores).....	46
4.3.2. VEÍCULO FIXO (LIGANTES).....	47
4.3.3. VEÍCULO VOLÁTIL	48
4.3.4. TINTAS À BASE DE ÁGUA.....	48
4.3.5. TINTAS À BASE DE SOLVENTE.....	49

4.3.6. ADITIVOS.....	49
4.4. CLASSIFICAÇÃO DAS TINTAS	49
5. PROTECÇÃO FOGO - PESQUISA DE MERCADO	51
5.1. INTRODUÇÃO E ÂMBITO DA PESQUISA.....	51
5.2. O MERCADO IBÉRICO	51
5.3. METODOLOGIA DA PESQUISA	52
5.3.1. PRODUTOS APLICÁVEIS À PROTECÇÃO FOGO DA MADEIRA	52
5.4. SUGESTÕES DE PRODUTOS	55
5.4.1. PAVIMENTOS E ESCADAS	56
5.4.2. PORTAS, CAIXILHARIAS E MOBILIÁRIO.....	57
5.4.3. DIVISÓRIAS, PAREDES, TECTOS E LAMBRIS.....	58
5.5. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS TIPO	58
5.6. FICHAS TÉCNICAS – INFORMAÇÃO GERAL	58
6. PROTECÇÃO FOGO DA MADEIRA.....	59
6.1. INTRODUÇÃO	59
6.2. PRINCÍPIOS E RECOMENDAÇÕES FUNDAMENTAIS	59
6.3. PRODUTOS APLICADOS PELO MÉTODO DE AUTOCLAVE	61
6.4. PROTECTORES IGNÍFUGOS	61
6.4.1. ASPECTOS GERAIS	61
6.4.2. PINTURAS E VERNIZES IGNÍFUGOS.....	61
6.5. PROTECTORES INTUMESCENTES.....	62
6.6. ESPECIFICAÇÃO DE PRODUTOS DE PROTECÇÃO FOGO	63
6.7. EXECUÇÃO DOS TRABALHOS	67
6.8. ESCOLHA DA SOLUÇÃO DE PINTURA/TRATAMENTO – REGRAS GERAIS.....	67
6.9. PROTECÇÃO FOGO – RECOMENDAÇÕES PRINCIPAIS.....	68
6.10. PROTECÇÃO FOGO E ACABAMENTO FINAL	70
7. CONCLUSÃO	71

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1. – Constituição do tronco. [65]	6
Figura 2.2. – Abate de uma árvore. [66]	8
Figura 2.3. – Toros de uma árvore. [66].....	9
Figura 2.4 – Processo de Falquejar. [4]	9
Figura 2.5 – Triângulo do Fogo. [5]	10
Figura 2.6 – Tetraedro do Fogo. [5]	10
Figura 2.7. – Transmissão de calor por radiação. [5].....	13
Figura 2.8. – Transmissão de calor por condução. [5].....	13
Figura 2.9. – Transmissão de calor por convecção. [5]	14
Figura 2.10. – Viga Carbonizada. [35]	15
Figura 3.1. – Madeira lamelada colada. [9]	30
Figura 3.2. – Construção com Lamelados colados. [68].....	30
Figura 3.3. – Laminated veneer lumber. [9]	31
Figura 3.4. – Parallel strand lumber. [69]	31
Figura 3.5. – Construção com PSL. [70]	31
Figura 3.6. – Aglomerado de partículas. [71]	32
Figura 3.7. – Aglomerados Revestidos com Folha de Madeira. [25]	32
Figura 3.8. – Aglomerado de Fibras (MDF). [25]	32
Figura 3.9. – Aglomerados de Partículas Longas e Orientadas. [72]	33
Figura 3.10. – Exemplo de textura do OSB. [73]	33
Figura 3.11. – Contraplacado comum. [25]	34
Figura 3.12. – Contraplacado marítimo. [74].....	34
Figura 3.13. – Acabamento em contraplacado [75]	34
Figura 3.14. – Exemplo de casa de madeira. [76]	35
Figura 3.15. – Interior de uma casa de madeira. [77]	35
Figura 3.16. – Exemplo de revestimento exterior. [78]	35
Figura 3.17. – Exemplo de revestimento interior. [79]	35
Figura 3.18. – Exemplo de pavimento de madeira. [80]	36
Figura 3.19. – Exemplo de caixilharia de madeira. [81]	37
Figura 3.20. – Exemplo de caixilharia de madeira. [81]	37
Figura 3.21. – Porta de madeira.....	37
Figura 3.22. – Cobertura de madeira. [82]	38
Figura 3.23. – Asna de madeira. [83]	38

Figura 3.24. – Exemplo de Lambris de madeira. [84]	38
Figura 3.25. – Exemplos de escadas de madeira. [85].....	39
Figura 3.26. – Cobertura em lamelado colado. [86].....	40
Figura 3.27. – Barcos de madeira. [87]	40
Figura 3.28. – Mobiliário em madeira. [88].....	41
Figura 3.29. – Exemplos de decoração. [89] [90]	42
Figura 3.30. – Poste de electricidade. [90].....	43
Figura 3.31. – Postes para construção. [91]	43
Figura 6.1. – Funcionamento de um produto intumescente. [47]	63

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 2.1 – Simbologia da Classificação da Reacção ao fogo. [6]	16
Quadro 2.2 – Classes de reacção ao fogo para produtos de construção, excluindo pavimentos. [6].....	17
Quadro 2.3 – Classes reacção ao fogo para produtos de construção de pavimentos, incluindo revestimentos. [6]	17
Quadro 2.4 – Classes de reacção ao fogo de produtos lineares para isolamento térmico de condutas. [6]	18
Quadro 2.5 – Classificação indicativa de materiais de acordo com as Euroclasses. [6]	19
Quadro 2.6 – Factores de classificação de desempenho de reacção ao fogo dos produtos de construção. [6]	20
Quadro 2.7 – Correlação da nomenclatura antiga com a regulamentação em vigor. [6]	20
Quadro 2.8 – Factores de risco para cada utilização-tipo. [6]	23
Quadro 2.9 – Exigência de resistência ao fogo de cada utilização-tipo e respectiva categoria de risco. [6]	23
Quadro 4.1 – Classificação das tintas. [12]	50
Quadro 5.1 – Pesquisa de mercado Ibérico (Vernizes e impregnantes)	53
Quadro 5.2 – Pesquisa de mercado Ibérico (Primários, tintas e esmaltes).....	54
Quadro 5.3 – Sugestões de produtos para pavimentos e escadas	56
Quadro 5.4 – Sugestões de produtos portas, caixilharias e mobiliário	57
Quadro 5.5 – Sugestões de produtos para divisórias, paredes, tectos e lambris	58
Quadro 6.1 – Esquema de Aplicação (Processo ignífugo)	64
Quadro 6.2 – Esquema de Aplicação (Processo intumescente)	65
Quadro 6.3 – Esquema de Aplicação (Protecção mista com vernizes).....	66
Quadro 6.4 – Esquema de Aplicação (Protecção mista com tintas).....	66
Quadro 6.5 – Comparação entre tintas e vernizes	67
Quadro 6.6 – Comparação entre os produtos ignífugos e intumescentes	68

SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

OSB	“Oriented Strand Board” ou aglomerado de partículas de madeira longas e orientadas
MDF	“Medium-Density Fiberboard” ou aglomerados de fibra de madeira de média densidade
LVL	“Laminated Veneer Lumber” ou Lâmina de Madeira Serrada
PSL	“Parallel strand lumber”
RS	“Responsável pela Segurança”
FR	“Retardante ao fogo”
GLULAM	“Glue Laminated Timber”
RJ-SCIE	“Regulamento Jurídico de Segurança contra Incêndios em Edifícios”
NP	“Norma Portuguesa”

1

INTRODUÇÃO

1.1. OBJECTO, ÂMBITO, JUSTIFICAÇÃO

O tema deste trabalho é “Especificação de protecção fogo para estruturas de madeira”.

Desde o aparecimento do homem até aos dias de hoje, a técnica e a arte de trabalhar a madeira tem evoluído desde o processo manual e primitivo, até à vasta e engenhosa indústria moderna.

A evolução origina a invenção de novos materiais, mas a madeira e seus derivados continuam a ser usados em larga escala, como fonte de muitos produtos usados na indústria onde se realçam óleos essenciais, colas, resinas, tintas, ácidos, e sobretudo na obtenção do papel, grande responsável pelo avanço da civilização.

Nos dias de hoje, com a crescente necessidade de pensarmos no ambiente, a madeira volta ao mercado e à construção com um grande potencial, por ser absolutamente natural, reciclável, renovável e, no que diz respeito a uma construção mais sustentável, propriedades que contribuem em muito para uma poupança de energia muito significativa, entre conter outras vantagens relevantes.

No entanto, apesar destas vantagens, a madeira encontra-se sujeita a uma diversidade de factores que afectam o seu comportamento, mais solicitada quando utilizada no exterior, devido aos agentes atmosféricos, mas também, e não menos importante, solicitada no interior quando falamos em termos de utilização e na capacidade de resistência e reacção ao fogo.

O fogo é um dos grandes inimigos da madeira, no qual a sua acção faz reduzir a secção de um modo gradual. Convém, no entanto, esclarecer que a combustibilidade relacionada com a madeira não é o principal critério pelo qual o desempenho ao fogo de uma construção pode ser julgado, pois todos os materiais que se utilizam são prejudicados pela exposição ao fogo.

O conhecimento de que a madeira apresenta boa resistência quando submetida a condições de incêndio é antigo, todavia, apesar de ser um conhecimento comum a todos, não havia provas científicas que pudessem comprovar o mesmo.

Na mesma altura do aparecimento do betão armado, por volta do século XX, houve diferentes materiais (aço, madeira, entre outros) que passaram a ser alvo de investigação na busca do melhor desempenho quando expostos ao fogo, baseados em princípios científicos.

Com o desenvolvimento desta investigação, clarificaram-se as vantagens à madeira, onde se conseguiu assim comprovar que, graças às suas propriedades físicas e mecânicas, apresenta um comportamento diferente em relação aos outros materiais utilizados na construção, comportamento este que lhe é favorável.

A madeira, sendo um material combustível, em condições normais, não se queima directamente, decompondo-se numa fase inicial em gases que, expostos ao calor, se convertem em chamas e, por sua vez, aquecem a madeira ainda não atingida e promovem a libertação de mais gases inflamáveis, alimentando a combustão, funcionando como um ciclo.

Neste contexto, o objectivo fundamental da presente dissertação, diz respeito à análise das soluções de revestimento de peças estruturais ou não estruturais em madeira, em termos de protecção fogo. Procuraram-se as principais soluções existentes no mercado Ibérico e, a partir das especificações seleccionadas, produziram-se soluções tipo possíveis para aplicação nos vários elementos em madeira de diversas formas de protecção fogo.

No âmbito do trabalho desenvolvido incluem-se as características da madeira e a sua utilização na construção civil, bem como as características intrínsecas de um fogo, o seu comportamento e a capacidade de reacção e resistência ao fogo dos elementos de madeira.

Este trabalho encontra a sua justificação na utilidade da produção de um documento que sintetize os produtos existentes no mercado e simplifique a escolha dos mesmos, criando de forma sintética e objectiva soluções tipo para a protecção fogo dos elementos de madeira, uma vez que estes produtos não são muito usuais e existe pouca informação no mercado para estas soluções, o que leva frequentemente a más escolhas pelos intervenientes quando necessitam de aplicar este tipo de produtos.

1.2. BASES DO TRABALHO DESENVOLVIDO

O desenvolvimento do trabalho baseia-se fundamentalmente no livro “Manual de Segurança Contra Incêndios em Edifícios” de Carlos Ferreira de Castro e José Barreira Abrantes [5], e no livro do LNEC “Tintas, Vernizes e Revestimentos por Pintura para a Construção Civil”, [12].

Além disso, usaram-se os conceitos fundamentais incluídos nos vários regulamentos de segurança contra incêndio em edifícios tais como o decreto-lei 220/2008 [6], portaria 1532/2008 [7] e o Eurocódigo 5 – parte 1-2 [8], bem como a consulta de outros trabalhos de investigação, realçando as teses de mestrado de João Paulo Silva [16] e de Dalila Oliveira [17], ambas desenvolvidas na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

Foi imprescindível a pesquisa intensiva de mercado relativa a produtos de protecção fogo para a madeira existentes na Península Ibérica, para definir de forma sintética e objectiva um conjunto de soluções tipo dos vários produtos de protecção fogo para aplicação na madeira. Essa pesquisa foi realizada sobretudo através de consultas efectivadas na internet, já que os contactos directos não produziram resultados significativos.

1.3. ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

A presente dissertação encontra-se dividida em 7 capítulos. No capítulo 1, faz-se uma breve introdução do trabalho e a síntese do seu conteúdo.

O capítulo 2 prepara o leitor para o enquadramento nos conceitos mais gerais que servem de base do conhecimento fundamental do trabalho desenvolvido, ou seja, dá-se a conhecer o material de construção base, a madeira, as suas características principais, bem como a descrição do fogo e suas componentes principais que afectam a madeira.

No Anexo I, apresentam-se quadros detalhados ilustrativos, adaptados do decreto-lei 220/2008, que dizem respeito à classificação da resistência ao fogo dos vários produtos da construção.

O capítulo 3 é destinado à apresentação muito genérica do conjunto de soluções, em madeira maciça ou derivados de madeira, de revestimento de peças estruturais ou não estruturais em madeira, incluindo as casas de madeira.

Ao nível do capítulo 4 é apresentada uma revisão bibliográfica da aplicação de tintas e vernizes na madeira, especificando as condições de utilização e as suas composições.

O capítulo 5, visa mostrar os resultados obtidos da pesquisa de mercado Ibérico sob a forma de quadros resumo, bem como sugestões de aplicação dos produtos conforme o elemento de madeira em causa e as condições onde está inserido.

No Anexo II, apresenta-se uma Especificação Técnica Tipo para produtos de protecção fogo para elementos de madeira o que constitui um resultado desta dissertação.

Para o capítulo 6 ficou reservada a caracterização dos produtos de protecção fogo e os aspectos fundamentais que se devem considerar no acabamento de elementos de madeira, incluindo esquemas de aplicação para cada tipo de protecção fogo em estudo.

Por último, no capítulo 7, é exibida uma síntese dos principais resultados obtidos incluindo alguns pontos de vista relativos à prática corrente de execução de acabamentos de protecção fogo dos vários elementos de madeira utilizados na construção, e fazem-se sugestões para a evolução futura nesta área, visando a melhoria do sector no que diz respeito à sua eficiência e produtividade.

2

COMPORTAMENTO AO FOGO DA MADEIRA

2.1. INTRODUÇÃO HISTÓRICA SOBRE A UTILIZAÇÃO DA MADEIRA

Os primatas, nossos antecessores, utilizavam-se das árvores como moradia, onde se podiam abrigar. Porém as grutas, tocas ou cabanas, posteriormente construídas, tornaram-se mais eficientes para os moradores. Nestes tempos, a madeira já era utilizada como material de construção, tendo sido os pilares e vigas descobertos na pré-história em várias civilizações, antes do fogo.

Sendo a madeira fácil de trabalhar, surgiram logo utensílios domésticos, de trabalho, móveis, ou esculturas. Nestes trabalhos a madeira podia ser utilizada no seu estado puro ou combinada com outros elementos como o barro, a palha, a pedra ou o ferro. O ser humano viu neste elemento uma fonte de intermináveis aptidões, não esquecendo que o uso da madeira dependeu sempre de cada civilização, bem como do clima e terreno em causa.

O uso da madeira foi importante em algumas civilizações, que a utilizaram das formas mais diversas. O Extremo Oriente, caracterizado por uma arquitectura leve de modo a suportar os terremotos frequentes, privilegia os encaixes flexíveis mas resistentes. As civilizações Europeias, onde a arquitectura marcante era a Norueguesa, com um clima frio e onde existem muitas florestas, utilizavam a madeira como principal elemento construtivo devido às características de isolante térmico que a mesma possui, sendo o isolamento total obtido com ripas coloridas entre os troncos, ou uma pasta elaborada (nas casas mais pobres). O “laft” é o estilo mais utilizado nas casas Norueguesas, onde as paredes são erguidas com troncos horizontais de madeira empilhados uns sobre os outros. Nestas casas o local permanece inabitado por um ano aproximadamente para que os troncos assentem uns nos outros, o que origina a perda de alguns centímetros na altura, [30].

2.2. A MADEIRA

Numa perspectiva mais científica, podemos referir que o reino vegetal é classificado em 17 divisões, onde apenas duas dão origem a espécies que produzem madeira, distintas na sua constituição, basicamente no modo como se dispõem as células do tecido lenhoso: as Gimnospérmicas, entre as quais se destacam as coníferas ou resinosas – cedro, abeto, pinheiro bravo, ou o pinheiro marítimo, e as Angiospérmicas, que incluem todas as folhosas – castanho, eucalipto, choupo, nogueira, carvalho, ou o castanheiro. Existem outras classificações para a madeira, consoante o ramo em que esta é utilizada, como por exemplo, classificando-as como brandas, semiduras e duras, (classificação corrente usada por entalhadores que trabalham a madeira em bruto), ou de acordo com a sua maior ou

menor facilidade de impregnação, sendo respectivamente madeiras permeáveis, madeiras resistentes à impregnação e madeiras muito resistentes à impregnação.

Como é do conhecimento geral, uma árvore compõe-se de raiz, tronco e copa. A raiz tem a função de fixar a árvore ao solo e retirar a seiva bruta (água com sais minerais dissolvidos) do solo envolvente, o tronco é responsável por sustentar a copa e conduzir por capilaridade a seiva bruta da raiz até à copa, e a seiva elaborada das folhas para o lenho, e finalmente a copa, formada pelos ramos, folhas, flores e frutos. Nas folhas transforma-se a seiva bruta em seiva elaborada através do processo de fotossíntese, [1].

Na Figura 2.1, mostra-se em corte os constituintes do tronco.

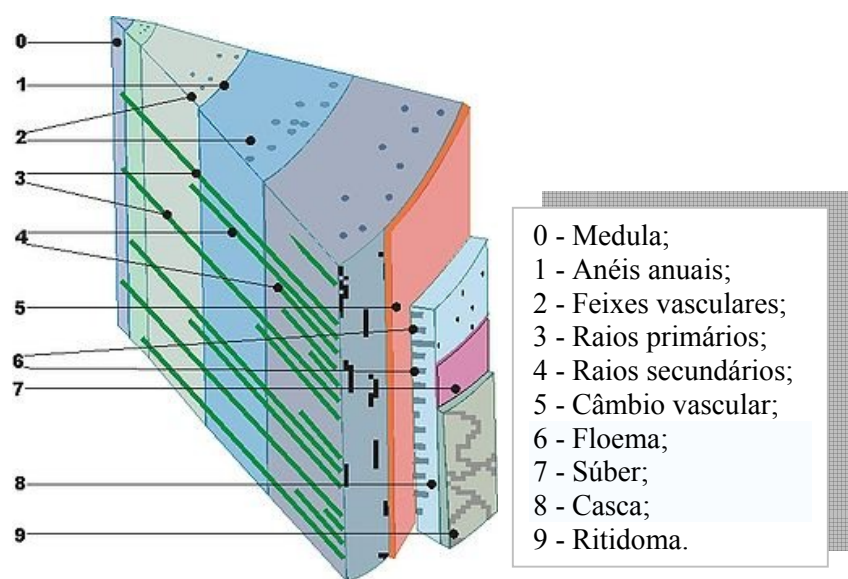


Figura 2.1. – Constituição do tronco, [65].

Nos parágrafos seguintes definem-se os seus constituintes principais:

- a) **Casca:** Camada mais superficial constituída por duas camadas, uma externa denominada de epiderme, que é constituída pelo ritidoma, e outra interna denominada de floema, condutora da seiva elaborada. A casca tem como funções principais proteger o lenho e conduzir a seiva elaborada. Em geral, a casca não é utilizada como material de construção. No entanto, em algumas espécies como o sobreiro, a casca (cortiça) é também utilizada.
- b) **Câmbio:** Onde se dão as transformações que permitem a formação da lenhina e da celulose. O crescimento transversal concretiza-se pela adição de novas camadas concêntricas e periféricas, provenientes da referida transformação no câmbio: os anéis de crescimento anual. Os anéis permitem determinar a idade de uma árvore e constituem um dado valioso para o estudo da anisotropia da madeira.
- c) **Borne:** Formado por madeira comparativamente nova, compreendendo as células vivas da árvore em crescimento. Toda a madeira é primeiro formada como borne e só depois evolui para cerne. As suas principais funções residem na condução da água da raiz até às folhas, armazená-la e devolvê-la de acordo com a estação do ano e as necessidades hídricas da planta.

É recomendável o uso do borne, em primeiro lugar, por representar uma elevada percentagem do tronco (25% a 60%), e em segundo, por se deixar impregnar com maior facilidade por preservantes.

d) **Cerne:** É a parte que apresenta maior qualidade e é constituído por células mortas, formando uma estrutura mais ou menos rígida de suporte, em torno da qual o borne se vai progressivamente formando. À medida que as células do borne decaem e morrem, vão sendo incorporadas no cerne, o qual vai assim crescendo radialmente.

O cerne e o borne, formam a camada globalmente denominada por lenho, responsável assim pela sustentação e resistência da madeira e é onde circula a seiva bruta.

e) **Medula:** Situada na parte central do tronco é constituída por tecido esponjoso e frouxo, pelo que não tem qualquer resistência mecânica nem durabilidade, constituindo a sua presença um defeito das peças de madeira serrada.

Os nós são porções de ramos incluídos no tronco da planta ou ramo principal. Os ramos originam-se, em regra, a partir do eixo central do caule de uma planta (a medula) e, enquanto vivos, tal como o tronco, aumentam em tamanho com a adição anual de camadas lenhosas. Estes afectam a resistência da madeira a rachas e quebras, assim como na sua maneabilidade e flexibilidade, enfraquecendo a madeira e afectando directamente o seu valor, principalmente para o uso onde a resistência é importante. São menos prejudiciais em placas ou pranchas quando se estendem através delas em sentido transversal à sua superfície mais larga, [2].

2.2.1. UTILIZAÇÃO DA MADEIRA NA CONSTRUÇÃO CIVIL

A madeira enquanto material da construção civil apresenta um conjunto vasto de vantagens em muitos factores específicos. Algumas dessas vantagens resultaram do aparecimento de novos derivados de madeira como é o caso de contraplacados, lamelados colados ou aglomerados. Paralelamente, o melhor conhecimento das propriedades da madeira permite prever novas perspectivas para um maior e mais efectivo emprego da madeira na construção civil.

Ao nível da resistência mecânica, a madeira é reconhecida pela sua capacidade de resistência à tracção (ao contrário do betão) dando como exemplos de peças solicitadas por estes esforços o caso da **linha** e o **pendural** das asnas, e pela boa resistência à compressão, onde os pilares e as pernas das asnas são também bons exemplos para estes esforços. Também em relação à flexão e ao corte, a madeira é cerca de dez vezes mais resistente que o betão, [28].

Além das propriedades estruturais, a madeira possui características extremamente boas de isolamento térmico e acústico, em geral no lenho mas também na casca como é o caso da cortiça, que é um material leve, de baixa massa volúmica, conseguindo uma óptima relação entre a capacidade de suporte e o peso.

Quanto ao seu aspecto natural, existem poucos materiais utilizados na construção civil com uma tão vasta gama de padrões, cor e aparência estética global. A madeira existe em grandes quantidades, e a baixo custo, renovando-se naturalmente.

Com a apresentação deste conjunto de vantagens não se pode cair na tentação de ficarmos com a ideia de que a madeira é o material ideal a utilizar, pois como todos os outros materiais, esta também possui algumas características que representam aspectos menos positivos com significado, de que se destacam os factos de ser combustível e vulnerável a agentes biológicos e atmosféricos, pelo que necessita de cuidados ao nível da preservação, não esquecendo que é um material heterogéneo e

anisotrópico, variando significativamente de dimensões consoante as oscilações de humidade e temperatura dos locais onde está inserida, e apresentando tendência para o aparecimento de fendas, e com o tempo, sofrer deformações importantes por fluência, muitas vezes irreversíveis.

2.2.2. A COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA MADEIRA

Segundo a sua natureza a madeira é um material celular natural de constituição não fixa e definida. De uma forma geral é composta por 30% lenhina, 45% de celulose, 15% de hemicelulose, 5% de produtos solúveis e 5% de minerais.

Levando em conta as diversas espécies de madeiras, pode-se afirmar que não há diferenças consideráveis em relação à composição química elementar da madeira, sendo os principais elementos existentes o carbono (C), o hidrogénio (H), o oxigénio (O) e o nitrogénio (N), este último em pequenas quantidades, encontrando-se ainda pequenas quantidades de cálcio (Ca), potássio (K), magnésio (Mg), e outros, constituindo as substâncias minerais existentes na madeira.

A análise da composição química elementar da madeira de diversas espécies, coníferas e folhosas, demonstram a seguinte composição percentual, com valores aproximados, em relação ao peso seco da madeira, de 50% de carbono, 6% de hidrogénio, 45% de oxigénio e 1% de nitrogénio, [3].

2.2.3. A PRODUÇÃO DA MADEIRA

A madeira para poder ser utilizada na construção civil, resulta da transformação da árvore que, encontrando-se no seu estado natural, necessita de passar por um conjunto de operações para a ocorrência dessa mesma transformação, nomeadamente, abater, torar, falquejar e serrar.

a) Abater

Consiste na operação de deitar por terra a árvore, onde o Inverno é a estação do ano de eleição para o abate. Ao ser cortada nesta época, a madeira seca mais lentamente e melhor, reduzindo o risco de aparecimento de fendas e rachaduras (ver figura 2.2).



Figura 2.2. – Abate de uma árvore, [66].

b) Torar

O processo de torar consiste na operação de cortar transversalmente em troços (toros) o tronco abatido, desramado e despontado (sem a parte superior). Em certas espécies, é nesta fase que os toros são descascados e descortiçados (ver figura 2.3).



Figura 2.3. – Toros de uma árvore, [66].

c) Falquejar

Consiste na operação de converter um toro em falca, isto é, num toro esquadrado em que a secção é aproximadamente rectangular por remoção de quatro costaneiras (peças curvas dos cantos).

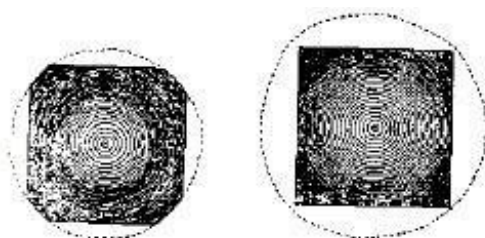


Figura 2.4 – Processo de Falquejar, [4].

d) Serrar

Esta operação consiste em subdividir um toro ou uma peça de madeira por cortes longitudinais ou em série. A serração pode ser por exemplo realizada por cortes longitudinais paralelos (desfiar) ou por cortes normais aos anéis de crescimento (serração radial), [4].

2.3. INCÊNDIO EM EDIFÍCIOS - CONCEITOS GERAIS

Neste subcapítulo pretende-se mostrar a definição FOGO, bem como as suas características e propriedades com o objectivo de caracterizar a madeira **quando exposta** ao fogo.

2.3.1. ACÇÃO DO FOGO

“O fogo é a rápida oxidação de um material combustível libertando calor, luz e produtos de reacção, tais como o dióxido de carbono e a água. É uma mistura de gases a altas temperaturas, formada em reacção exotérmica de oxidação, que emite radiação electromagnética nas faixas do infravermelho e visível. Desse modo, o fogo pode ser entendido como uma entidade gasosa emissora de radiação e decorrente da queima. Se bastante quentes, os gases podem-se tornar ionizados para produzir plasma. Dependendo das substâncias presentes e de quaisquer impurezas, a cor da chama e a intensidade do fogo podem variar. O fogo na sua forma mais comum pode resultar em incêndio, que tem o potencial de causar danos físicos através da combustão.”, [76].

Tal como os outros combustíveis sólidos, a madeira decompõe-se em gases que alimentam as chamas. Estas por sua vez aquecem a madeira ainda não atingida e promovem a libertação de mais gases inflamáveis. Para tal, as propriedades térmicas e as propriedades relacionadas com a resistência e rigidez são as que mais influenciam o desempenho da madeira. A maioria destas propriedades está relacionada com outros factores intrínsecos da madeira, como a densidade, o teor em água, a inclinação do fio, a composição química, a permeabilidade, a condutividade térmica e factores externos, como as temperaturas de exposição ao fogo, a duração da exposição e a ventilação no ambiente.

Para se compreender e evitar que o fogo se descontrole passando a incêndio, é necessário estudar e conhecer alguns princípios, tal como é o da combustão – sendo o fogo uma manifestação de combustão.

A combustão é uma reacção de oxidação entre um agente combustível e um comburente, provocada por uma energia de activação, sendo esta reacção exotérmica, isto é, existindo libertação de calor. Então, agente combustível é qualquer substância na forma gasosa, líquida, ou sólida que possui a propriedade de ser consumida pelo fogo, quando submetida a aquecimento. Por sua vez, o comburente – muitas vezes o oxigénio – é uma atmosfera, ou corpo gasoso na presença da qual o combustível arde, ou pode arder, dependendo das condições quer do agente combustível ou do comburente, como também da energia de activação aplicada. Já a energia de activação manifesta-se sob a forma de calor.

De um modo mais simples pode-se dizer que, para a ocorrência de fogo, é necessária a fusão simultânea dos três elementos já referidos no parágrafo anterior (combustível, comburente e energia de activação), formando então o triângulo do fogo, ver figura 2.5, [5].



Figura 2.5 – Triângulo do Fogo, [5].

Mas, em moldes mais modernos, o triângulo é transformado em tetraedro com a adição fundamental da reacção em cadeia, elemento fulcral no desenvolvimento e continuidade da combustão, [5].



Figura 2.6 – Tetraedro do Fogo, [5].

2.3.2. FORMAS DE COMBUSTÃO

Tal como referido, a combustão depende de vários factores interligados à energia de activação, ao combustível e ao comburente, tratados nos pontos seguintes, [5].

a) Fontes de Energia de Activação

A energia de activação que dá início à combustão pode ser originada das seguintes formas, das quais ainda se indicam alguns exemplos:

- **Origem Térmica:**
Fósforos, isqueiros;
Instalações geradoras de calor (fornos, caldeiras);
- **Origem Eléctrica;**
Resistência (aquecedor eléctrico);
Electricidade Estática;
- **Origem Mecânica:**
Atrito (contacto não lubrificado entre duas peças metálicas em movimento);
- **Origem Química:**
Reacção química (limalha de ferro com óleo).

b) Combustíveis

O factor mais relevante neste aspecto é o fenómeno da pirólise – um processo onde ocorre uma ruptura da estrutura molecular original de um determinado composto pela acção do calor num ambiente com pouco ou nenhum oxigénio. Também, a avaliação das substâncias combustíveis prende-se com a condutibilidade térmica de cada uma. As substâncias rotuladas de más condutoras de calor, como por exemplo a madeira, têm maior facilidade de arderem relativamente às boas condutoras – metal por exemplo. Isto acontece devido à acumulação de calor numa zona de pequenas proporções, onde a temperatura local se eleva, provocando a libertação de vapores combustíveis que na presença de mais calor (energia de activação) podem inflamar-se. Quanto às substâncias designadas de boas condutoras, o calor distribui-se por toda a massa fazendo com que a temperatura se eleve mais lentamente.

Para delimitar as diferentes fases a que um material está sujeito, estabeleceram-se as temperaturas características, que, no caso dos combustíveis líquidos, são as seguintes:

- b.1) **Temperatura ou ponto de inflamação** – temperatura mínima a partir da qual uma substância emite vapores combustíveis em quantidade suficiente para formar, com o comburente, uma mistura que, por acção de uma fonte de calor, se pode inflamar; no entanto, extingue-se a combustão aquando da retirada da fonte de calor, uma vez que não são libertados vapores suficientes para a continuação da combustão;
- b.2) **Temperatura de combustão** – temperatura mínima a que uma substância emite vapores combustíveis, contrariamente à anterior, em quantidade suficiente para formar com o comburente, uma mistura que, por acção de uma fonte de calor, se possa inflamar e arder continuamente;
- b.3) **Temperatura de ignição** – temperatura a partir da qual sem a presença de uma fonte de calor, os vapores libertados por um combustível se auto-inflamam (combustão espontânea), [5].

c) Comburente

Paralelamente aos combustíveis, também a percentagem de comburente é um factor de grande importância na combustão.

O comburente por excelência na maioria das combustões é o oxigénio. Em termos de concentrações, o ar contém cerca de 21% de oxigénio, e para nos situarmos, para certos combustíveis, uma atmosfera com menos de 15% de oxigénio pode já não alimentar uma combustão.

Ao invés, há outros em que a combustão apenas existe em concentrações de oxigénio inferiores a 10%.

Deste modo, pode-se constatar que a percentagem de oxigénio na qual a combustão se mantém é variável consoante o combustível.

Existem produtos químicos que, sob determinadas condições, libertam o oxigénio que faz parte da sua composição quando são submetidos a temperaturas mais elevadas. Exemplos destes comburentes são o ácido nítrico (HNO_3), os nitratos de sódio (NaNO_3) e potássio (KNO_3), o clorato de potássio (KClO_3), o peróxido de hidrogénio (H_2O_2) e o peróxido de sódio (Na_2O_2).

d) Velocidade de Combustão

Pode definir-se velocidade de combustão como sendo a razão entre a espessura da camada carbonizada e o tempo de combustão, admitindo-se que a velocidade de combustão é constante durante o incêndio.

Este parâmetro depende de factores condicionantes, tais como:

- d.1) **Forma e tamanho da secção** – A velocidade de progressão do incêndio aumenta com a superfície específica das peças (Área/Volume), devido à mais fácil oxigenação de todo o volume, onde as arestas vivas, fendas e entalhes facilitam a progressão do incêndio, tal facto torna importante a concepção adequada das ligações;
- d.2) **Densidade** – A velocidade de combustão diminui com o aumento da densidade da madeira; mais material a consumir e pior oxigenação;
- d.3) **Teor em água** – A água contida na madeira evapora-se antes que o material comece a arder, pelo que um elevado teor em água retarda o desenvolvimento do fogo; isto acontece porque quando a madeira atinge os 100°C, a água contida transforma-se em vapor e liberta-se, e até se concluir a secagem, a temperatura da madeira não aumenta.

Como seria de esperar, a velocidade de combustão está relacionada com os pontos anteriores mencionados, dependendo ainda de mais alguns factores. Será tanto mais rápida quanto:

- Maior for o grau de divisão do combustível;
- Mais inflamável for a natureza do combustível;
- Maior for a quantidade de combustível exposto ao comburente;
- Maior for o grau de renovação ou alimentação do comburente.

Relativamente à velocidade, as combustões têm a seguinte classificação:

- **Lenta** – quando ocorre a uma temperatura suficientemente baixa para que não haja emissão de luz, isto é, inferior a 500 °C; um exemplo deste tipo de combustão é a oxidação de um metal em contacto com o ar húmido;
- **Vivas** – quando existe emissão de luz, isto é, na ocorrência do vulgarmente designado fogo, devido à mistura dos gases inflamados com o ar – chama;
- **Deflagrações** – combustões de grande velocidade, cuja propagação se dá a uma velocidade inferior à do som (340 m/s); um exemplo deste tipo (de combustão) é um tiro de pólvora;
- **Explosões** – combustões resultantes da mistura de gases, vapores ou poeiras com o ar numa percentagem determinada, cuja propagação se desenvolve a uma velocidade

superior à do som; a explosão dá lugar a uma brusca e violenta onda de choque, no meio em que ocorre, provocando grandes destruições e ruído (detonação), [5].

e) Propagação da Energia de Combustão

A propagação da combustão dá-se por transferência de calor de um corpo que está a uma temperatura mais elevada, para uma de temperatura mais baixa, o que nos remete para a sua importância na evolução de um fogo. A propagação dá-se assim pelas seguintes formas:

e.1) **Radiação** – Emissão contínua de calor (energia) sob a forma de radiação, que engloba todo o espectro desde a infravermelha, passando pela visível e terminando na ultravioleta, propagando-se em todas as direcções sem suporte material através do espaço; em analogia, a energia produzida pelo Sol, propaga-se por radiação, até à Terra através do vazio (ver figura 2.7.);



Figura 2.7. – Transmissão de calor por radiação, [5].

e.2) **Condução** – O calor transmite-se no interior de um corpo ou através de corpos em contacto; esta propagação da energia ocorre com maior sucesso, quando os corpos em contacto são bons condutores; quando estamos perante um incêndio num edifício, a condução propaga-se através de estruturas metálicas, mas não só (ver figura 2.8.);

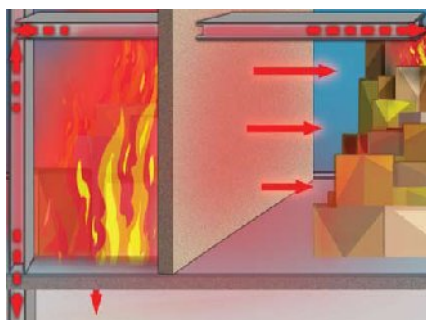


Figura 2.8. – Transmissão de calor por condução, [5].

e.3) **Convecção** – Transmissão do calor pelo ar em movimento; o ar proveniente do incêndio sobe, forçando o ar com temperatura inferior a dirigir-se para as zonas inferiores; tal fenómeno gera, na zona de incêndio, elevadas turbulências de ar aquecido que, em alguns casos, podem atingir grandes velocidades; a propagação (convecção) faz-se por todas as comunicações interiores quando estas não estão protegidas, como por exemplo caixas de escada, caixas de elevadores, coretes de cabos, condutas de ventilação, etc (ver figura 2.9.);



Figura 2.9. – Transmissão de calor por convecção, [5].

e.4) **Projecção e deslocamento de matéria inflamada** – Movimento de matéria inflamável a arder, por exemplo, fagulhas levadas pelo vento provocando novos focos de incêndio; esta forma de propagação ocorre diversas vezes em incêndios urbanos (edifícios) sendo, no entanto, o fenómeno de projecção mais frequente e visível em incêndios florestais, os quais não são abrangidos no âmbito deste trabalho, [5].

f) Produtos e Manifestações da Combustão

Os produtos e manifestações resultantes da combustão, como são exemplos flagrantes o fumo, as chamas, o calor e os gases, devem ser alvo de uma especial atenção devido à sua importância no que toca ao modo como devem ser tratados aquando da sua extinção.

O fumo corresponde ao resultado de uma combustão incompleta, na qual pequenas partículas sólidas se tornam visíveis, alterando de tamanho e quantidade, podendo causar danos no que respeita à luminosidade do local. O fumo também varia de cor consoante as substâncias em combustão, conforme se indica seguidamente:

f.1) **Fumo de cor branca ou cinzento pálido** – denuncia que a combustão é mais completa com grande consumo de combustível e que apresenta quantidade de comburente adequada;

f.2) **Fumo negro ou cinzento-escuro** – indica que se está perante uma combustão que desenvolve grande temperatura e exhibe pouca quantidade de comburente, como é o caso da combustão de plásticos;

f.3) **Fumo amarelo, roxo ou violeta** – fornece-nos, em grande parte dos casos, a informação de que existe uma grande percentagem de gases altamente tóxicos.

Por sua vez, as chamas são a manifestação de gases incandescentes, visíveis, em redor da superfície do material em combustão. A reacção em cadeia ocorre no seu meio tal como o consumo parcial ou total do combustível e a libertação de outros produtos. Em certos casos produzem-se combustões sem chama. Nesses casos, a radiação luminosa emitida é designada de incandescência.

O calor é a energia libertada pela combustão, sendo apontado como o principal responsável pela sua propagação, uma vez que faz aumentar a temperatura ambiente, tal como a dos produtos combustíveis presentes, elevando-os às temperaturas de inflamação, contribuindo assim para a continuação do incêndio.

Os gases resultantes da combustão correspondem ao resultado da alteração da composição do combustível. A combustão produz gases tais como o monóxido de carbono (CO), o dióxido de

carbono (CO_2), o cianeto de hidrogénio (HCN), o fosgénio, o anidrido sulfuroso, o óxido de nitrogénio, o ácido clorídrico e o vapor de água entre outros, [5].

2.4. COMPORTAMENTO DA MADEIRA SOB A ACÇÃO DO FOGO

A madeira é um material mau condutor térmico, ou por outras palavras, a madeira tem **baixa condutibilidade térmica**, o que se torna uma importante vantagem em relação a outros materiais, dificultando assim a elevação da temperatura em zonas contíguas às que se encontram em combustão e evita a dilatação excessiva da estrutura.

As células que compõem a madeira contém elevada proporção de celulose, e a estrutura dos tecidos que a constituem permitem o aprisionamento de inúmeras massas de ar em seu interior, funcionando como um conjunto isolante.

A condutibilidade térmica para qualquer espécie depende do peso específico e do teor de humidade contido na peça de madeira. Quanto mais alto for o peso específico e o valor da humidade maior será a capacidade da madeira em conduzir calor. Assim, as madeiras secas com um teor de humidade constante apresentam melhor desempenho como isolante, [22].

Diversas aplicações da madeira estão relacionadas com a sua baixa condutividade, destacando o seu uso em habitações situadas nas regiões frias para retenção de calor no ambiente, e em regiões de clima quente, onde o seu uso visa uma menor absorção de calor para o interior das construções, proporcionando um maior conforto térmico.

A combustão do material superficial produz uma **camada carbonizada** isolante, a qual dificulta a transmissão de calor e a progressão do fogo para o interior. Essa mesma camada carbonizada (carvão de madeira) tem uma condutibilidade térmica de cerca de 1/6 da madeira maciça o que explica as propriedades isolantes da camada carbonizada.

Sob a camada carbonizada existe a uma outra camada com aproximadamente 5 mm de espessura na qual a madeira está alterada mas não completamente decomposta, designada por **camada de pirólise**, encontrando-se a restante parte da secção a uma temperatura baixa, onde se mantém as capacidades mecânicas originais, contribuindo para a resistência da estrutura.

A madeira mesmo a altas temperaturas conserva durante algum tempo uma secção residual, denominada de **secção útil**, que se mantém fria, mesmo a uma pequena distância da zona em combustão, e que conserva as propriedades físicas inalteradas.

Um exemplo prático para demonstrar a evolução da secção útil pode resumir-se a uma viga de madeira (ver figura 2.10.), exposta ao fogo durante 30 minutos. A temperatura entre a camada de madeira carbonizada e a camada de pirólise é aproximadamente de 280°C . A viga, mesmo após meia hora de exposição, ainda se mantém em bom estado de utilização, podendo ser reaproveitada após reavaliação da sua capacidade de carga, [5], [36].

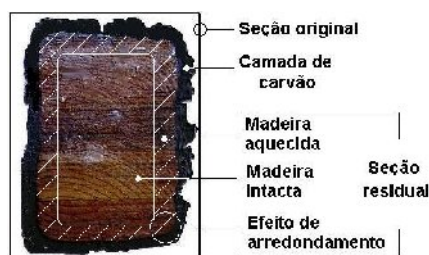


Figura 2.10. – Viga Carbonizada, [35].

2.5. REACÇÃO AO FOGO

A reacção ao fogo, conceito específico do fogo, é o alimento que um material pode fornecer ao desenvolvimento inicial de um fogo, ou por outras palavras, traduz-se num índice de capacidade do material para promover o desenvolvimento de um incêndio, sendo o principal parâmetro de avaliação do comportamento. A determinação da maior ou menor facilidade de inflamação do material.

Este conceito inclui parâmetros importantes para a classificação de cada material de construção como o Tempo de ignição, a Taxa de propagação do fogo (FIGRA), o Calor total libertado (THR) e a Taxa de propagação de Fumos (TSP), entre outros, como se mostra no quadro abaixo (Ver quadro 2.1.).

Quadro 2.1 – Simbologia da Classificação da Reacção ao fogo, [6].

Simbologia da Classificação da Reacção ao Fogo	
ΔT	Aumento de temperatura [$^{\circ}\text{C}$]
Δm	Perda de massa [%]
t_f	Tempo de presença da chama (duração das chamas persistentes) [s]
PCS	Poder calorífico superior [MJ kg^{-1} , MJ kg^{-2} ou MJ m^{-2} , consoante os casos]
FIGRA	Taxa de propagação do fogo [W s^{-1}]
$\text{THR}_{600\text{s}}$	Calor total libertado em 600 s [MJ]
LFS	Propagação lateral das chamas (comparado com o bordo da amostra) [m]
SMOGR	Taxa de propagação do fumo [$\text{m}^2 \text{s}^{-2}$]
$\text{TSP}_{600\text{s}}$	Produção total de fumo em 600 s [m^2]
F_s	Propagação das chamas [mm]
Fluxo crítico	Fluxo radiante correspondente à extensão máxima da chama (só para pavimentos)
Libertação de gotículas ou partículas incandescentes;	

Antes da entrada em vigor do Decreto-Lei 220/2008 (que diz respeito ao Regulamento de Segurança contra Incêndios em Edifícios), a classificação da reacção ao fogo dos materiais de construção era dada por 5 classes, respectivamente M0, M1, M2, M3 e M4, onde o número da denominação de cada classe designa a maior ou menor propensão para desencadear o desenvolvimento de um fogo.

As classes M0 a M4 podem ser definidas como:

- M0 – Não combustível;
- M1 – Combustível, mas não inflamável (significa que a sua combustão não se sustenta quando se pára a entrada de calor de uma fonte externa);
- M2 - Combustível e dificilmente inflamável;
- M3 - Combustível e moderadamente inflamável;
- M4 - Combustível e facilmente inflamável.

Actualmente, a classificação de reacção ao fogo dos materiais de construção está representada por outra nomenclatura, separada entre as classes de reacção ao fogo para os pavimentos e seus respectivos revestimentos, e para os restantes materiais, de acordo com as Euroclasses (ver quadros 2.2, 2.3, 2.4).

Quadro 2.2 – Classes de reacção ao fogo para produtos de construção, excluindo pavimentos, [6].

Classes de reacção ao fogo para produtos de construção, excluindo pavimentos		
Classe	Factores de Classificação	Classificação Complementar
A1	ΔT , Δm , t_f e PCS	
A2	ΔT , Δm , t_f , PCS, FIGRA, LFS e THR_{600s}	Produção de fumo "s1, s2 ou s3" e gotículas ou partículas incandescentes "d0, d1 ou d2"
B	FIGRA, LFS, THR_{600s} e F_s	Produção de fumo "s1, s2 ou s3" e gotículas ou partículas incandescentes "d0, d1 ou d2"
C	FIGRA, LFS, THR_{600s} e F_s	Produção de fumo "s1, s2 ou s3" e gotículas ou partículas incandescentes "d0, d1 ou d2"
D	FIGRA e F_s	Produção de fumo "s1, s2 ou s3" e gotículas ou partículas incandescentes "d0, d1 ou d2"
E	F_s	Gotículas ou partículas incandescentes "aprovação ou reprovação"
F	Desempenho não determinado	

Quadro 2.3 – Classes reacção ao fogo para produtos de construção de pavimentos, incluindo revestimentos, [6].

Classes de reacção ao fogo para produtos de construção de pavimentos, incluindo os seus revestimentos		
Classe	Factores de Classificação	Classificação Complementar
A1 _{FL}	ΔT , Δm , t_f e PCS	
A2 _{FL}	ΔT , Δm , t_f , PCS e fluxo crítico	Produção de fumo "s1 ou s2"
B _{FL}	Fluxo crítico e F_s	Produção de fumo "s1 ou s2"
C _{FL}	Fluxo crítico e F_s	Produção de fumo "s1 ou s2"
D _{FL}	Fluxo crítico e F_s	Produção de fumo "s1 ou s2"
E _{FL}	F_s	
F _{FL}	Desempenho não determinado	
Obs: A designação "FL" destina-se a pavimentos		

Quadro 2.4 – Classes de reacção ao fogo de produtos lineares para isolamento térmico de condutas, [6].

Classes de reacção ao fogo de produtos lineares para isolamento térmico de condutas		
Classe	Factores de Classificação	Classificação Complementar
A1 _L	ΔT, Δm, t _f e PCS	
A2 _L	ΔT, Δm, t _f , PCS, FIGRA, LFS e THR _{600s}	Produção de fumo "s1, s2 ou s3" e gotículas ou partículas incandescentes "d0, d1 ou d2"
B _L	FIGRA, LFS, THR _{600s} e F _s	Produção de fumo "s1, s2 ou s3" e gotículas ou partículas incandescentes "d0, d1 ou d2"
C _L	FIGRA, LFS, THR _{600s} e F _s	Produção de fumo "s1, s2 ou s3" e gotículas ou partículas incandescentes "d0, d1 ou d2"
D _L	FIGRA, THR _{600s} e F _s	Produção de fumo "s1, s2 ou s3" e gotículas ou partículas incandescentes "d0, d1 ou d2"
E _L	F _s	Gotículas ou partículas incandescentes "aprovação ou reprovação"
F _L	Desempenho não determinado	
Obs: A designação "L" destina-se a produtos lineares		

Num cenário de fogo há dois períodos diferentes que devem ser consideradas num projecto de segurança contra incêndio de um edifício e que são a eclosão e desenvolvimento inicial do fogo e o fogo generalizado (Flash Over).

Após ignição, a carga térmica do interior do edifício, como por exemplo o mobiliário, tem uma grande importância no desenvolvimento do fogo.

Os revestimentos de paredes e tectos também têm um papel importante na eclosão e desenvolvimento do fogo especialmente nos caminhos de fuga e particularmente nos edifícios com muitos pisos. Normalmente, nos regulamentos, são impostos limites ao grau de reacção ao fogo desses revestimentos, [29].

A afirmação da conformidade do uso de materiais de construção, no âmbito das exigências de Segurança Contra Incêndio em Edifícios, tem por base ensaios de reacção ao fogo que deverão, na perspectiva da harmonização europeia para os produtos da construção indicar, a título de exemplo, a classificação de vários materiais de acordo com as novas Euroclasses de reacção ao fogo, tais como por exemplo no quadro 2.5.

Quadro 2.5 – Classificação indicativa de materiais de acordo com as Euroclasses, [34].

Euroclasses	
A1	Pedra
B	Madeira trata com retardante de fogo (FR)
C	Revestimentos de paredes com placas de gesso
D	Madeira maciça e painéis de madeira não tratados
E	Polímeros sintéticos
F	Outros Polímeros

2.6. RESISTÊNCIA AO FOGO

A resistência ao fogo da madeira exprime-se, em traços gerais, como sendo a capacidade, medida numa escala temporal, para resistir à actuação do fogo plenamente desenvolvido (Flash Over), sem ocorrência do colapso da estrutura.

Para medir a resistência ao fogo de um elemento, o mesmo é submetido às mesmas condições e temperaturas reais que ocorrem num forno de ensaio de simulação, sendo o elemento normalmente testado com dimensões reais.

Podemos então entender a resistência ao fogo como sendo o tempo, em minutos, durante o qual um determinado sistema construtivo mantém, em condições de fogo normalizado as exigências que lhe são solicitadas em termos de resistência (estados limites últimos).

Os elementos de construção devem atender a certos requisitos, antes do incêndio cumprindo as seguintes condições:

- a) Estabilidade / Capacidade de suporte;
- b) Ausência de emissão de gases inflamáveis pela face não exposta ao fogo;
- c) Estanqueidade à passagem de chamas e gases quentes;
- d) Resistência térmica suficiente para impedir que na face não exposta se alcancem temperaturas superiores às estabelecidas pelos regulamento.

A classificação da resistência ao fogo, antes da entrada em vigor do Decreto-Lei 220/2008 (Regulamento de Segurança contra Incêndios em Edifícios), era feita segundo 3 critérios, que se designavam de Estável ao fogo (EF), Pára-Chamas (PC) e Corta-fogo (CF), e eram atribuídos segundo o tempo de falha de qualquer requisito acima descrito, considerando o seguinte:

- Estável ao fogo (EF): deveriam cumprir a condição a);
- Pára-Chamas (PC): deveriam cumprir as condições a), b) e c);
- Corta-fogo (CF): deveriam cumprir todas as condições.

Com a entrada em vigor da nova regulamentação de Segurança contra Incêndios em Edifícios, a classificação do desempenho da resistência ao fogo dos produtos de construção atende às exigências e definições resumidas nos quadros que se encontram no **Anexo I**.

Para a compreensão da classificação de desempenho de resistência ao fogo dos produtos de construção é dos quadros presentes no **Anexo I** é necessário conhecer os factores de que dependem esta classificação (ver quadro 2.6).

Quadro 2.6 – Factores de classificação de desempenho de resistência ao fogo dos produtos de construção, [6].

Simbologia da Classificação da Resistência ao Fogo	
R	Capacidade de suporte de carga;
E	Estanquidade a chamas e gases quentes;
I	Isolamento térmico;
W	Radiação;
M	Acção mecânica;
C	Fecho automático;
S	Passagem de fumo;
P PH	Continuidade de fornecimento de energia e ou de sinal;
G	Resistência ao fogo;
K	Capacidade de protecção contra o fogo.

O quadro 2.7 abaixo visa conciliar a nomenclatura usada antes da entrada em vigor da nova regulamentação com a que actualmente é utilizada, de acordo com as Euroclasses. Estas classes de resistência ao fogo referem-se a cenários de fogo e a critérios de desempenho para a função estrutural, de compartimentação.

Quadro 2.7 – Correlação da nomenclatura antiga com a regulamentação em vigor, [6].

EXIGÊNCIAS				
Funções do elemento de construção	Estabilidade	Estanquidade	Isolamento Térmico	Radiação
Suporte	R (EF)	-	-	-
Compartimentação	-	E (PC)	-	E W
		EI (CF)		-
Suporte + Compartimentação	-	RE (PC)		E W
		R E I (CF)		-

Por comparação com outros elementos de construção tradicionais, verifica-se que a madeira apresenta uma excepcional resistência ao fogo. Ao contrário do que ocorre com as estruturas em aço em que o colapso, por acção do fogo, resulta da diminuição das propriedades mecânicas do material com o aumento da temperatura, a falha da capacidade de suporte, na madeira, só acontece pela perda e carbonização, da secção resistente.

Excluindo os elementos de ligação da estrutura, cuja protecção ao fogo deve ser objecto de particular atenção, um correcto dimensionamento da secção dos elementos de construção em madeira, considerando as várias solicitações acrescidas da perda de secção esperada em caso de incêndio, assegura, sem recurso a sistemas de protecção especiais, o tempo de estabilidade ao fogo desejado, [33].

2.7. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS APLICÁVEIS

2.7.1. DECRETO-LEI Nº 220/2008

A legislação sobre segurança contra incêndio em edifícios encontrava-se um pouco desactualizada e espalhada por um número excessivo de documentos e diplomas que eram de difícil conciliação e causadores de dificuldades na sua compreensão.

Assim este novo regime jurídico, publicado a 12 de Novembro de 2008, engloba as disposições regulamentares de segurança contra incêndio aplicáveis a todos os edifícios e recintos, distribuídos por 12 utilizações-tipo, sendo cada uma delas, por seu turno, estratificada por quatro categorias de risco de incêndio. São considerados não apenas os edifícios de utilização exclusiva, mas também os edifícios de ocupação mista, trazendo também, a avaliação do seu impacto na efectiva redução do número de ocorrências, das vítimas mortais, dos feridos, dos prejuízos materiais, dos danos patrimoniais, ambientais e de natureza social, decorrentes dos incêndios urbanos e industriais, onde as disposições aqui desenvolvidas não tenham um impacto significativo no custo da construção.

Por último, é necessário também referir que o novo regime jurídico é o resultado de um trabalho longo de diversos especialistas designados pelo Serviço Nacional de Bombeiros e Protecção Civil e pelo Conselho Superior de Obras Públicas e Transportes, através da sua Subcomissão de Regulamentos de Segurança contra Incêndio em Edifícios, tendo sido ouvidos outros órgãos como a Associação Nacional de Municípios Portugueses, a Ordem dos Arquitectos, a Ordem dos Engenheiros, a Associação Nacional dos Engenheiros Técnicos, o Laboratório Nacional de Engenharia Civil e os órgãos de governo próprio das Regiões Autónomas.

Antes de avançar com mais pormenores é necessário clarificar algumas definições mais importantes que estão patentes neste regime jurídico, para uma melhor compreensão da subdivisão das utilizações-tipo e das categorias de riscos, e que são:

- a) **Altura da utilização-tipo:** A diferença de cota entre o plano de referência e o pavimento do último piso acima do solo, susceptível de ocupação por essa utilização-tipo;
- b) **Carga de incêndio:** A quantidade de calor susceptível de ser libertada pela combustão completa da totalidade de elementos contidos num espaço, incluindo o revestimento das paredes, divisórias, pavimentos e tectos;
- c) **Categorias de risco:** A classificação em quatro níveis de risco de incêndio de qualquer utilização-piso de um edifício e recinto, atendendo a diversos factores de risco, como a sua altura, o efectivo, o efectivo em locais de risco, a carga de incêndio e a existência de pisos abaixo do plano de referência, nos termos previstos no artigo 12.º;
- d) **Densidade de carga de incêndio:** A carga de incêndio por unidade de área útil de um dado espaço ou, para o caso de armazenamento, por unidade de volume;
- e) **Edifício:** Toda e qualquer edificação destinada à utilização humana que disponha, na totalidade ou em parte, de um espaço interior utilizável, abrangendo as realidades referidas no n.º 1 do artigo 8.º;
- f) **Efectivo:** O número máximo estimado de pessoas que pode ocupar em simultâneo um dado espaço de um edifício ou recinto;

g) **Local de risco:** A classificação de qualquer área de um edifício ou recinto, em função da natureza do risco de incêndio, com excepção dos espaços interiores de cada fogo e das vias horizontais e verticais de evacuação, em conformidade com o disposto no artigo 10.º;

h) **Plano de referência:** O plano de nível, à cota do pavimento do acesso destinado às viaturas de socorro, medido na perpendicular a um vão de saída directa para o exterior do edifício;

i) **Recintos:** Os espaços delimitados ao ar livre destinados a diversos usos, desde os estacionamento, aos estabelecimentos que recebem público, aos industriais, oficinas e armazéns, podendo dispor de construções de carácter permanente, temporário ou itinerante;

j) **Utilização-tipo:** A classificação do uso dominante de qualquer edifício ou recinto, incluindo os estacionamento, os diversos tipos de estabelecimentos que recebem público, os industriais, oficinas e armazéns, em conformidade com o disposto no artigo 8.º.

O presente regime jurídico tem por base os princípios gerais da preservação da vida humana, do ambiente e do património cultural, sendo aplicável em geral a todas as utilizações de edifícios e recintos, apontando em cada uma delas, para:

- A reduzir a probabilidade de ocorrência de incêndios;
- Limitar o desenvolvimento de eventuais incêndios, circunscrevendo e minimizando os seus efeitos, nomeadamente a propagação do fumo e gases de combustão;
- Facilitar a evacuação e o salvamento dos ocupantes em risco;
- Permitir a intervenção eficaz e segura dos meios de socorro.

A resposta a estes princípios é organizada com base na definição das várias utilizações-tipo, dos locais de risco e das categorias de risco, que orientam as diversas disposições de segurança constantes deste regime.

O primeiro conceito importante que este decreto-lei revela é o facto de, aos edifícios e recintos, corresponderem 12 utilizações-tipo, ou seja, existe uma subdivisão dos vários espaços desde o tipo I (habitação) até ao tipo XII (industriais, oficinas e armazéns).

Os edifícios e recintos podem ser de utilização exclusiva, quando integrem uma única utilização-tipo, ou de utilização mista, quando integrem diversas utilizações-tipo, e devem respeitar as condições técnicas gerais e específicas definidas para cada utilização-tipo, dependendo, em traços gerais, da categoria dos mesmos, da área bruta, da área útil e do número de efectivos.

Posteriormente ao conceito das várias utilizações-tipo correspondentes aos vários edifícios ou recintos, todos estes locais, com excepção dos espaços interiores de cada fogo, e das vias horizontais e verticais de evacuação, são classificados, de acordo com a natureza do risco, em seis grupos desde o local de risco A até ao local de risco F, dependendo de vários factores e imposições descritas no artigo 10.º do decreto-lei 220/2008.

As utilizações-tipo dos edifícios e recintos em matéria de risco de incêndio podem ser englobadas em 4 categorias, da categoria 1 à categoria 4, sendo consideradas respectivamente de risco reduzido, risco moderado, risco elevado e risco muito elevado, dependendo de vários factores de risco para a atribuição da respectiva categoria (quadros 2.8).

Quadro 2.8 – Factores de risco para cada utilização-tipo. [6]

Utilização tipo	I Hab	II Estac	III Adm	IV Esc	V Hosp	VI Espec	VII Hotel	VIII Comerc	IX Desp	X Museu	XI Biblio	XII Ind
Altura	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Área bruta		x										
Saída directa ao exterior – locais D, E				x	x		x					
Coberto/ar livre		x				x			x			x
Efectivo total			x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Efectivo locais D, E				x	x		x					
Nº pisos abaixo do plano referência	x	x				x		x	x		x	x
Densidade de Carga de incêndio											x	x

Quadro 2.9 – Exigência de resistência ao fogo de cada utilização-tipo e respectiva categoria de risco. [6]

Utilizações tipo	Categorias de Risco				Função do elemento
	1ª	2ª	3ª	4ª	
I, III, IV, V, VI, VII, VIII, IX, X	R 30	R 60	R 90	R 120	Apenas suporte
	REI 30	REI 60	REI 90	REI 120	Suporte e Compartimentação
II, XI e XII	R 60	R 90	R 120	R 180	Apenas suporte
	REI 60	REI 90	REI 120	REI 180	Suporte e Compartimentação

O decreto-lei 220/2008 contém, além do que foi referido anteriormente, todo um conjunto de condições técnicas de segurança contra incêndios, relatadas de um modo mais pormenorizado na portaria nº 1532/2008, condições de segurança e autoprotecção, fiscalização, e todo o processo contra-ordenacional e respectivas coimas por não cumprimento do presente decreto-lei. [6]

2.7.2. PORTARIA 1532/2008

O Decreto - Lei n.º 220/2008, de 12 de Novembro estabelece, no seu artigo 15.º, que sejam regulamentadas por esta portaria as disposições técnicas gerais e específicas da segurança contra incêndio em edifícios (SCIE), referentes às condições exteriores comuns, às condições de comportamento ao fogo, isolamento e protecção, às condições de evacuação, às condições das instalações técnicas, às condições dos equipamentos e sistemas de segurança e às condições de autoprotecção, sendo estas últimas igualmente aplicáveis aos edifícios e recintos já existentes à data de entrada em vigor do Decreto-Lei n.º 220/2008.

Estas disposições técnicas são graduadas, como foi referido em 2.7.1., em função do risco de incêndio dos edifícios e recintos, para o efeito classificados em 12 utilizações-tipo e 4 categorias de risco, considerando não apenas os edifícios e recintos de utilização exclusiva, mas também os de ocupação mista.

A Portaria 1532/2008 tem por finalidade a regulamentação técnica das condições de segurança contra incêndio em edifícios e recintos, a que devem obedecer os projectos de arquitectura, de segurança contra incêndios em edifícios e os das restantes especialidades a concretizar em obra.

a) Condições Exteriores Comuns

Os critérios de segurança estabelecidos indicam que os edifícios e os recintos devem ser servidos por vias de acesso adequadas a veículos de socorro em caso de incêndio, as quais, mesmo que estejam em domínio privado, devem possuir ligação permanente à via pública. A volumetria dos edifícios, a resistência e a reacção ao fogo das suas coberturas, paredes exteriores e seus revestimentos, os vãos abertos nas fachadas e a distância de segurança entre eles, ou entre eles e outros vãos abertos de edifícios vizinhos, devem ser estabelecidos de forma a evitar a propagação do incêndio pelo exterior, no próprio edifício, ou entre este e outros edifícios vizinhos ou outros locais de risco, estando os diversos critérios e imposições, como distâncias, alturas de edifícios e larguras de faixas bem definidas na portaria.

Outro ponto importante situa-se na localização e implantação na malha urbana de novos edifícios e recintos que está condicionada, em função da respectiva categoria de risco, pela distância a que se encontram de um quartel de bombeiros, pelo seu grau de desempenho e equipamento existentes para fazer face ao risco potencial.

b) Condições Gerais de Comportamento ao Fogo, Isolamento e Protecção

Neste capítulo a portaria define que os elementos estruturais de um edifício devem garantir um determinado grau de estabilidade ao fogo, devendo também conter um número de compartimentos corta-fogo necessários e suficientes para garantir a protecção de determinadas áreas e impedir a propagação do incêndio ou fraccionar a carga de incêndio.

Para as diferentes utilizações-tipo no mesmo edifício, devem estabelecer-se compartimentos corta-fogo independentes, sendo essa característica garantida pelos elementos da construção, pavimentos e paredes que, para além da capacidade de suporte, garantam a estanquidade de chamas e gases quentes e o isolamento térmico durante um determinado tempo, devendo ser contínuos, atravessando pisos ou tectos falsos.

Todo o tipo de materiais em que a capacidade de suporte não esteja em causa, como a passagem de canalizações ou condutas através destes elementos devem ser seladas ou ter registos corta-fogo com características de resistência ao fogo padrão iguais aos elementos que atravessam, ou a metade desse tempo se passarem em ductos e desde que a porta de acesso ao ducto garanta, também, metade desse valor.

As vias de evacuação interiores protegidas devem constituir sempre compartimentos corta-fogo independentes e as comunicações verticais não seláveis ao nível dos pisos, tais como condutas de lixo, gás e caixas de elevadores, devem constituir compartimentos corta-fogo.

No que diz respeito à prontidão dos meios de socorro, a portaria define que o fornecimento de água para abastecimento dos veículos de socorro deve ser assegurado por hidrantes exteriores, provenientes da rede de distribuição pública ou, excepcionalmente, por rede privada.

c) Condições Gerais de Evacuação

Neste capítulo, a portaria define que para os espaços interiores dos edifícios e dos recintos contemplados no regulamento, estes devem ser organizados de modo a permitir que, em caso de incêndio, os ocupantes possam alcançar um local seguro no exterior pelos seus próprios meios, de modo fácil, rápido e seguro. Assim sendo, os locais de permanência, os edifícios e os recintos devem dispor de saídas, em número e largura suficientes, convenientemente distribuídas e devidamente sinalizadas, onde as vias de evacuação devem ter largura adequada e, quando necessário, ser protegidas contra o fogo, o fumo e os gases de combustão.

Dentro destas condições de evacuação o regulamento prevê para situações particulares a evacuação para espaços de edifícios temporariamente seguros, que são designados por “zonas de refúgio”. Estas zonas de refúgio têm características específicas e graduadas conforme o seu tipo de utilização e a sua categoria de risco, podendo ser ao ar livre ou existindo nos vários pisos com área estipulada e com características corta-fogo adequadas.

d) Condições gerais das instalações técnicas

Ao nível das instalações técnicas dos edifícios e dos recintos, estas devem ser concebidas e instaladas de modo a que não constituam causa de incêndio, nem contribuam para a sua propagação, devendo satisfazer as exigências que lhe são impostas no regulamento, associando em simultâneo as exigências específicas no que diz respeito ao funcionamento de sistemas e dispositivos de segurança em conjunto com a operacionalidade de alguns procedimentos de autoprotecção e de intervenção dos bombeiros.

Nas instalações técnicas estão incorporadas as instalações eléctricas, que têm condições de instalação muito especiais consoante a sua potência energética, a existência de acumuladores ou transformadores de potência, que poderão ser instalados ao ar livre ou possuir condições de ventilação próprias e exigíveis pelo regulamento, bem como as instalações de aquecimento e produção de calor, as instalações de confecção e conservação de alimentos, ambos com os respectivos dispositivos de corte em caso de emergência.

e) Condições gerais dos equipamentos e sistemas de segurança

A portaria clarifica, neste ponto, as condições a respeitar relativas à sinalização a utilizar nos edifícios e recintos, características de iluminação de emergência, sistemas de detecção, alarme e alerta, e todas as condições para controlo de fumos e cortes de abastecimentos, bem como os sistemas de extinção automáticos de incêndios e os critérios de poluição do ar interior dos edifícios.

A sinalização a utilizar deve obedecer à legislação nacional em vigor, devendo a informação contida ser disponibilizada a todas as pessoas a quem essa informação seja essencial numa situação de perigo ou de prevenção relativamente a um perigo, estando em perfeitas condições e bem visíveis, não usando cores ou dimensões que possam iludir ou confundir os ocupantes, devendo portanto todos os edifícios ou recintos, com excepções dos espaços comuns da utilização-tipo I da 1.ª categoria e dos apartamentos de habitação situados em edifícios de qualquer categoria, dispor da sinalização adequada, em conformidade com o disposto neste capítulo.

Com a excepção dos espaços atrás referidos, todos os edifícios ou recintos, para além de possuírem iluminação normal, devem também ser dotados de um sistema de iluminação de emergência de segurança e, em alguns casos, de um sistema de iluminação de substituição, com fonte diferente da de emergência. Por iluminação de emergência entende-se uma iluminação de ambiente, destinada a iluminar os locais de permanência habitual de pessoas, evitando situações de pânico, para balizagem ou circulação, de modo a facilitar o encaminhamento das pessoas de forma segura até uma zona de segurança facilitando, em simultâneo, a execução das manobras respeitantes à segurança e à intervenção dos bombeiros.

Os edifícios devem ser equipados com instalações que permitam detectar o incêndio e, em caso de emergência, difundir o alarme para os seus ocupantes, alertar os bombeiros e accionar sistemas e equipamentos de segurança que poderão estar associados sistemas fixos de extinção automática de incêndios por água que respeitem as disposições do regulamento.

Para uma actuação imediata sobre focos de incêndio pelos seus ocupantes e que facilitem aos bombeiros o lançamento rápido das operações de socorro, os edifícios deverão conter no seu interior extintores portáteis e móveis, redes de incêndio armadas e outros meios de primeira intervenção, redes secas ou húmidas para a segunda intervenção ou outros meios, de acordo com as disposições do regulamento.

De modo a controlar possíveis fumos, todos os edifícios devem ser dotados de meios que promovam a libertação para o exterior do fumo e dos gases tóxicos ou corrosivos, mantendo condições de visibilidade nas vias de evacuação, e reduzindo a temperatura e contaminação dos diversos espaços afectados.

f) Condições gerais de autoprotecção

Todos os edifícios, os estabelecimentos e os recintos devem, no decurso da exploração dos respectivos espaços, ser munidos de medidas de organização e gestão da segurança, designadas por medidas de autoprotecção, adaptadas às condições reais de exploração de cada utilização-tipo e proporcionadas à sua categoria de risco, respeitando o regulamento.

Sempre que as características construtivas ou os equipamentos e sistemas de segurança dos edifícios e recintos existentes à data de entrada em vigor da portaria apresentem graves incoerências, podem ser exigidas medidas de autoprotecção mais específicas e cautelosas, sempre que a entidade competente o entenda.

A Autoridade Nacional de Protecção Civil (ANPC) é a entidade competente para assegurar o cumprimento do regime de segurança contra incêndios em edifícios, à qual é delegada a credenciação de um Responsável pela Segurança (RS), podendo ser uma pessoa individual ou colectiva, para a realização de vistorias e de inspecções das condições de segurança contra incêndios em edifícios, dependendo ainda da utilização-tipo em causa.

As medidas de autoprotecção apresentadas na portaria estão previstas no artigo 21.º do Decreto-Lei n.º 220/2008, exigíveis para cada categoria de risco nas diversas utilizações-tipo, clarificando este capítulo as instruções de segurança para os ocupantes e os intervenientes num incêndio específico.

Para concretização das medidas de autoprotecção, o RS estabelece a organização necessária, recorrendo a funcionários, trabalhadores e colaboradores das entidades exploradoras dos espaços, ou a terceiros, necessitando de um número mínimo de pessoas consoante a utilização-tipo e a respectiva categoria de risco do edifício ou recinto em causa, com o objectivo de garantir a existência de registos

de segurança, destinados à inscrição de ocorrências relevantes e à guarda de relatórios relacionados com a segurança contra incêndio.

Para as utilizações-tipo, devem ser definidas e cumpridas regras de exploração e de comportamento, que constituem o conjunto de procedimentos de prevenção a adoptar pelos ocupantes, destinados a garantir a manutenção das condições de segurança, bem como os procedimentos e as técnicas de actuação em caso de emergência, [7].

2.7.3. EUROCÓDIGO 5 – PARTE 1-2

Em Portugal, como base de apoio aos projectos de estruturas de madeira, em situações de cálculo de estruturas contra incêndio, é utilizado o Eurocódigo 5 (Parte 1-2), onde são descritos os princípios, as normas e as regras para a concepção estrutural de edifícios expostos ao fogo, cujos objectivos gerais de protecção contra incêndios visam limitar os riscos em relação ao próprio indivíduo, à sociedade, à propriedade vizinha e, quando necessário, à exposição directa da propriedade, no caso de incêndio.

O Eurocódigo 5 aplica-se à concepção de edifícios e obras de engenharia civil em madeira maciça, lamelados colados e LVL, entre outros, preocupando-se com os requisitos de resistência mecânica, manutenção, durabilidade e resistência ao fogo das estruturas de madeira, não sendo considerados sistemas de isolamento térmico ou de isolamento acústico.

O documento apresenta aspectos específicos da protecção passiva contra incêndios em termos de concepção das estruturas, bem como regras simplificadas ou mais sofisticadas para avaliar a resistência ao fogo de uma dada estrutural.

Todas as construções devem ser concebidas e construídas de tal maneira que, no caso de um foco de incêndio:

- A resistência ao fogo possa ser assumida por um determinado período de tempo;
- A geração e propagação do fogo e do fumo dentro da obra sejam limitadas;
- A propagação do fogo às construções vizinhas seja limitada;
- Os ocupantes possam abandonar o local ou ser resgatados por outros meios de forma segura;
- A segurança das equipas de resgate seja levada em consideração.

Um processo completo de análise de segurança estrutural em caso de incêndio tem em conta o comportamento do sistema estrutural a temperaturas elevadas, exposição ao calor e ao potencial benéfico dos efeitos dos sistemas de protecção activa contra incêndios, não esquecendo as incertezas associadas a estas três características e à importância da estrutura. Assim sendo, actualmente é possível realizar um procedimento adequado para a determinação do desempenho, que incorpora todos estes parâmetros para demonstrar que a estrutura global ou os seus componentes de forma isolada conseguem um desempenho adequado em caso de incêndio.

Para se proceder ao cálculo da capacidade resistente da madeira ao fogo, como atrás se refere, o Eurocódigo 5 (Parte 1-2) fornece um conjunto de especificações que o projecto deve respeitar, através de métodos simplificados, bem como métodos de cálculo avançado que têm como objectivo a determinação da resistência mecânica de cada elemento construtivo. No seu anexo, é fornecido um conjunto de fluxogramas com o objectivo de auxiliar a interpretação das regras e especificações incluídas no código, facilitando a tarefa do projectista na realização dos procedimentos necessários para o cálculo estrutural contra incêndios nas estruturas de madeira, [8].

3

A MADEIRA E A PROTECÇÃO FOGO

3.1. INTRODUÇÃO

Neste capítulo, o objectivo é mostrar os vários tipos de madeiras existentes para aplicação na construção civil, para exterior e para o interior e o uso que a mesma pode ter na parte estrutural de uma habitação ou simplesmente para decoração, e a relação que essas situações têm com a protecção fogo que eventualmente poderá ser feita. Esta é encaminhada para dois ramos distintos, o da **resistência ao fogo** para o caso de a utilização da madeira ser principalmente estrutural, ou por outro lado se a mesma é incluída na decoração e estética de um imóvel onde nos situamos no campo da **reação ao fogo**.

A madeira é empregada com frequência para fins estruturais, na solução de problemas relacionados com coberturas (residenciais, comerciais, industriais), cofragens, travessia de obstáculos, armazenamento, postes para telecomunicações ou energia (energia eléctrica, telefonia), entre outros, embora se reconheça que tem sido substituída em muitas destas funções, sendo hoje em dia mais usada como revestimento, no que toca à construção civil.

De um modo geral, o gosto pela utilização de madeira dentro dos edifícios é unânime, pois a madeira, quando utilizada, consegue criar uma boa atmosfera, desde os revestimentos de pisos, aos tectos, escadas e mobiliário, não esquecendo a sua utilização no exterior em mobiliário urbano tais como cercas de vedação, ou os bancos de jardim.

3.2. MATERIAIS USADOS NA CONSTRUÇÃO EM MADEIRA

A madeira pode aparecer na construção dos edifícios sob várias formas, desde a madeira maciça (natural), que antigamente era aplicada em todos os tipos de trabalhos de construção e mobiliário, passando por um conjunto de derivados da madeira que surgem no mercado actual, resultado de um conjunto de operações de transformação que não são mais do que uma forma de rearranjar as fibras existentes, especialmente do tecido do **lenho**, [25].

A madeira natural, na sua forma maciça, era utilizada sem ter em conta que se tratava de um material orgânico e higroscópico, sujeita a variações dimensionais e de volume, devido a variações de temperatura e de humidade ambientes, onde podiam surgir empenos no plano normal às fibras. Assim, é possível afirmar que a sua utilização é pouco aconselhável em grandes superfícies, pois as

deformações podem tornar-se importantes e prejudicar o aspecto da obra e até a sua função principal ao nível da utilização.

Os derivados da madeira surgiram no mercado com o objectivo de melhorar o aspectos e as condições da madeira em termos de qualidade, resistência e duração, inovando e ampliando o sector das madeiras com novos produtos, formas e cores, por via de específicas operações de transformação das estruturas de fibras ou de pequenos pedaços de madeira.

3.2.1. DERIVADOS DA MADEIRA

Existem vários tipos de derivados de madeira. De um modo resumido, pretende-se efectuar uma caracterização dos aspectos principais de alguns deles, em especial dos que se consideram ser mais importantes no actual panorama de construção nacional. Assim sendo, salientam-se os dois grandes grupos de derivados correntes de madeira, os “aglomerados” e os “contraplacados”.

As operações específicas de transformação da madeira no estado natural dão origem àquilo a que se designa por “derivados da madeira”, que não são mais do que uma forma de rearranjar as fibras existentes, especialmente do tecido do “lenho”. O objectivo é obter, após transformação, especialmente os seguintes benefícios:

- Homogeneidade de composição e razoável isotropia no comportamento físico e mecânico;
- Maiores possibilidades de secagem e tratamento de preservação e ignifugação, quando o material, antes da aglomeração, está reduzido a lâminas finas ou pequenos fragmentos;
- Melhoria de algumas características físicas, como sejam a retratilidade e a massa específica, e também de características mecânicas em relação à madeira natural, por meio de alternativas nos processos de fabrico;
- Fabricação de produtos novos, com dimensões que a natureza não produz e melhores características (adequadas à tecnologia moderna de pré-fabricação modulada, entre outros aspectos);
- Possibilitarem um aproveitamento praticamente integral de todo o material lenhoso que se consegue extrair das árvores e, simultaneamente, mais economias na utilização da madeira como “matéria-prima” dos seus derivados, [9], [25].

3.2.1.1. Madeira Lamelada Colada (“Glue Laminated Timber” - Glulam)

São peças de madeira constituídas a partir de lamelas de madeira maciça de dimensões relativamente reduzidas, ligadas por colagem, longitudinalmente através de juntas dentadas, com espessuras de aproximadamente 50 mm, dispostas de tal forma que os fios das lamelas fiquem paralelos. Tem uma menor variabilidade das suas propriedades quando comparada com a madeira pela qual é constituída, devido à dispersão e à homogeneização dos defeitos locais (figuras 3.1 e 3.2).



Figura 3.1. – Madeira lamelada colada, [9].



Figura 3.2. – Construção com Lamelados colados, [68].

3.2.1.2. LVL (“Laminated veneer lumber”)

É um produto de madeira projectado que utiliza várias camadas de madeira fina, de folhas de madeira obtidas por desenrolamento dos troncos, coladas entre si. O LVL oferece diversas vantagens sobre outros derivados da madeira: é forte, recto, e mais uniforme, possuindo melhores características no que diz respeito à deformabilidade, torção, ou curvatura devido à sua composição.

O LVL é produzido em fábrica em especificações controladas, onde a maioria das folhas de madeira são coladas com o fio paralelo e as lamelas são coladas com juntas desfasadas, de forma a minimizar o seu efeito sobre a resistência, o que permite aos utilizadores reduzir o trabalho no local, e são geralmente fabricados sobre a forma de vigas de secção rectangular (figura 3.3).



Figura 3.3. – Laminated veneer lumber, [9].

3.2.1.3. PSL (“Parallel strand lumber”)

O PSL é fabricado a partir de longas peças de madeira cortada a partir de troncos (estilha comprida e fina) recorrendo às folhas exteriores do tronco que não podem ser utilizados no LVL. Este processo permite a remoção de possíveis defeitos de crescimento da matéria-prima. O PSL é utilizado com o objectivo de se produzir vigas e pilares, estes últimos com um comprimento limitado de 20 m devido a restrições de transporte. É fabricado por processo de fabrico análogos aos aglomerados enquanto o LVL é fabricado como os contraplacados (figuras 3.4 e 3.5).



Figura 3.4. – Parallel strand lumber, [69].



Figura 3.5. – Construção com PSL, [70].

3.2.1.4. Painéis de Aglomerados

Os aglomerados são painéis especiais de madeira, construídos a partir de matéria-prima proveniente de pequenas árvores e ramos (elementos de menor dimensão), através de colagem e prensagem. As suas propriedades mecânicas são em geral mais uniformes do que as da madeira maciça, possuindo grande resistência e durabilidade. Têm uma grande variedade de acabamentos possíveis e encontram-se disponíveis em dimensões muito maiores do que a madeira maciça, e podem ser usadas para diversos fins como revestimentos de tectos, paredes e mobiliário (figuras 3.6 e 3.7).

Os painéis de aglomerados, segundo o seu fabrico, podem classificar-se em:

- Painéis comuns – formados por uma só camada, também designados por homogêneos por serem constituídos por partículas visivelmente das mesmas dimensões em toda a espessura ou por várias camadas, geralmente três, em que a central é formada por partículas de maiores dimensões e as superficiais por material mais fino.
- Painéis folheados – de constituição idêntica e revestidos nas suas duas faces por folhas decorativas. Alguns painéis podem ter perfurações tubulares no seu interior, de que resulta uma diminuição do seu peso, denominados no mercado por painéis extrudidos.

a) Aglomerados de Fibras de Madeira (MDF)

Os aglomerados de fibras de média densidade ou “Médium Density Fibreboard” representam o produto derivado de madeira com melhores condições para substituir de facto a madeira maciça, perfeitamente adequado para responder aos requisitos das aplicações de mobiliário ou pavimentos, a necessidades de resistência à humidade ou ao fogo, de baixa densidade ou moldabilidade, ou mesmo para utilizações estruturais. O MDF apresenta uma superfície macia ideal para lacagem, de elevada maquinabilidade e homogeneidade.

Existem actualmente no mercado vários tipos de MDF consoante o gosto e o local onde se vai introduzir este material, desde o MDF Standard, para pavimentos com características de resistência à humidade, de baixa densidade, lacados, até ao MDF moldável, mais usado em mobiliário (figura 3.8).



Figura 3.6. – Aglomerado de partículas, [71].



Figura 3.7. – Aglomerados Revestidos com Folha de Madeira, [25].

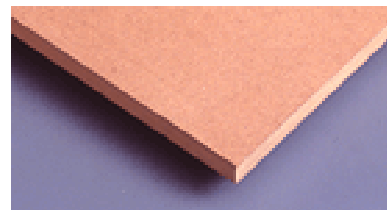


Figura 3.8. – Aglomerado de Fibras (MDF), [25].

b) Aglomerados de Partículas Longas e Orientadas (“Oriented Strand Board” - OSB)

Os painéis de OSB são especialmente adequados para o uso em situações estruturais ou não estruturais, na indústria de construção. A sobreposição de três camadas de lâminas de madeira longas, orientadas de forma perpendicular umas em relação às outras, forma um painel com excelentes valores no módulo de elasticidade e de resistência à flexão.

Os formatos do OSB asseguram uma grande versatilidade na construção de paredes. Os painéis condicionados têm uma maior estabilidade e resistência, para além de se tornarem económicos e de fácil utilização.

Atendendo às boas características de resistência à humidade que possui, o OSB pode ser usado em tectos quentes ou frios. Este produto suporta praticamente todos os tipos de cobertura incluindo betumes, tijoleira e telhas (figuras 3.9 e 3.10), [25].



Figura 3.9. – Aglomerados de Partículas Longas e Orientadas, [72].

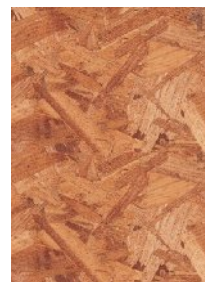


Figura 3.10. – Exemplo de textura do OSB, [73].

3.2.1.5. Contraplacados

Designa-se por **contraplacado**, o painel constituído por um número de folhas de madeira natural coladas umas sobre as outras, prensadas, dispostas com o fio cruzado folha a folha, geralmente de forma perpendicular, coladas com resinas sintéticas sob fortes pressões, em prensas especiais, sendo o número de camadas sempre ímpar para se obter uma estrutura simétrica em cada um dos lados, com o objectivo de conferir rigidez. Alguns contraplacados (designados lamelados) são formados por dois elementos: as **folhas** e a **alma**.

As **folhas** são aplicadas no exterior do painel e a alma constitui a camada central do contraplacado, de espessura superior à das folhas que a revestem, e que é formada por painéis de blocos, painéis de fibras, desperdícios de cortiça, lã de vidro, entre outros.

Contraplacados Comuns

São contraplacados normais (três folhas) ou múltiplos, compostos por folhas de 1mm a 3mm de espessura, devendo esta em qualquer caso ser uniforme para todas as folhas componentes de uma mesma placa.

Geralmente a sua qualidade é indicada por uma denominação ou simbologia que caracteriza a natureza da cola empregue e, conseqüentemente, define os tipos de utilização (para interiores ou para exteriores), bem como a espécie de madeira empregue no fabrico, sendo as mais usuais o mogno, o carvalho, o freixo, a faia e o castanho.

Quando os contraplacados se destinam para o interior das habitações, no mercado temos o **contraplacado desenrolado** e o **contraplacado decorativo/listado** (figura 3.11).

O **contraplacado desenrolado** é formado por placas constituídas por folhas cruzadas de madeira natural coladas com resina química, sendo as faces em folha de madeira desenrolada, designada por **corte contínuo**, e o **contraplacado decorativo/listado** é também formado pelo mesmo processo, mas as faces são em folha de madeira listada, designada de **corte plano**.

No caso dos contraplacados cuja utilização é para o exterior das habitações, temos essencialmente três tipos de contraplacados: o **contraplacado marítimo**, o **contraplacado marítimo form** e o **contraplacado marítimo desk**.

O **contraplacado marítimo** é elaborado com as mesmas características do contraplacado desenrolado. É resistente à água, em geral, e também ao envelhecimento, tendo de igual modo as faces em folha de madeira desenrolada. A maior resistência à humidade provém sobretudo da cola e associa-se às suas características e a aditivos à base química de cola (figuras 3.12 e 3.13).

Quanto ao **contraplacado marítimo form** é constituído por partículas de pinho marítimo que se encontram aglomeradas com resina química, resistente à humidade por acção da pressão e da temperatura, em que as suas faces são revestidas com filme fenólico de ambos os lados e os topos selados com resina acrílica.

Por fim, o **contraplacado marítimo desk** é constituído por placas de folhas cruzadas de madeira natural com uma resistência mecânica elevada, coladas com resina resistente à humidade em geral. São muito utilizados, dentro da construção civil, para a execução de cofragens, [9], [25].

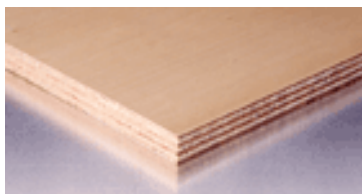


Figura 3.11. – Contraplacado comum, [25].



Figura 3.12. – Contraplacado marítimo, [74].



Figura 3.13. – Acabamento em contraplacado, [75].

3.3. USOS CORRENTES DA MADEIRA

3.3.1. EDIFÍCIOS CORRENTES

Nos edifícios correntes a madeira tem uma diversidade de situações para ser utilizada em construção civil, desde revestimentos exteriores e interiores, caixilharias, portas, rodapés, escadas, mobiliário, passando também a ser usada em elementos estruturais tais como vigas, paredes estruturais, coberturas, até à construção integral de uma casa, as denominadas casas de madeira. Consoante a sua utilização, a eventual protecção fogo a aplicar resulta do facto de se perceber se estamos do lado da componente da reacção ao fogo ou na componente de resistência ao fogo.

3.3.1.1. Casas de Madeira

É nas casas de madeira que a mesma é posta à prova em todo os tipos de utilizações, começando pela parte estrutural ao nível de paredes estruturais, vigas, cunhais, escadas, até à decoração de pavimentos portas, janelas, entre outros (figuras 3.14 e 3.15).

Muitas pessoas que possuem uma casa de madeira, além do grande interesse em preservar o melhor da natureza e de um gosto pessoal por este tipo de construção, enumeram um conjunto de vantagens que incluem o custo, o tempo de construção, a durabilidade, o isolamento térmico e acústico, a manutenção e a resistência ao fogo, [38].

Apesar de a madeira ser considerada um material inflamável, esta não sofre o processo de combustão espontânea, pois as casas são construídas com paredes maciças de alta densidade, em que a presença de oxigénio entre os poros é praticamente insignificante, o que inibe a propagação de chamas, aumentando em larga escala a capacidade resistente ao fogo. Existem estudos que revelam que a probabilidade de uma casa de madeira se incendiar é a mesma de uma casa em alvenaria. A madeira maciça sujeita ao fogo durante 30 minutos mantém-se intacta cerca de 2cm abaixo da superfície queimada, dependendo obviamente de temperatura envolvente e das condições de ventilação/oxigenação.

Na verdade, os principais alimentadores das chamas em caso de incêndios em residências não são as paredes, mas sim as peças de mobiliário e decoração, normalmente compostas por materiais pouco densos e de fácil combustão (madeiras "macias", tecidos, espumas etc.), que podem ser considerados como a **maior fonte de perigo para o surgimento e desenvolvimento de um incêndio**, estando em causa, portanto, a reacção ao fogo destes mesmos materiais.



Figura 3.14. – Exemplo de casa de madeira, [76].



Figura 3.15. – Interior de uma casa de madeira, [77].

3.3.1.2. Revestimentos Exteriores e Interiores

As paredes de um edifício que contem uma moldura de madeira podem acomodar a maioria dos materiais de revestimento disponíveis no mercado, devendo estes revestimentos garantir a estanquidade e acabamento superficial necessários.

Os revestimentos de madeira podem ser escolhidos por diversas razões. A madeira pode ser usada por questões decorativas, para esconder algum acabamento, por razões de isolamento acústico de modo a melhorar as condições acústicas e pode ser usada também por questões de isolamento térmico, combatendo a perda de calor. Por vezes, o revestimento tem uma qualidade estrutural, por exemplo, quando aplicada em vigas aparentes, devendo-se, nesse caso, ter em mente todas as três qualidades.

O tamanho e a forma de colocação dos revestimentos são determinantes para resistir a todos os factores adversos ao longo do tempo e aos esforços que possam estar submetidos, não esquecendo que todos os elementos utilizados para os fixar tais como pregos, parafusos, entre outros, devem possuir boas características de resistência à corrosão e de protecção fogo (figuras 3.16 e 3.17).



Figura 3.16. – Exemplo de revestimento exterior, [78].

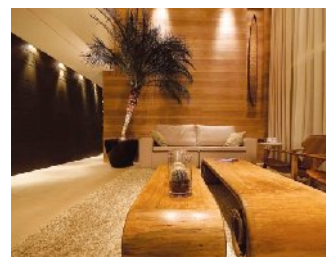


Figura 3.17. – Exemplo de revestimento interior, [79].

3.3.1.3. Pavimentos

Os pavimentos utilizados na construção de edifícios, independentemente do tipo de madeira ou derivado, podem ser apenas para revestimentos de uma laje, onde a estética e o gosto pessoal têm um papel importante na escolha, ou aparecerem sob a forma de pavimentos estruturais.

Os revestimentos dos pavimentos em madeira são usados geralmente nos quartos e salas de uma casa pois são espaços onde se procura mais conforto e também estão menos sujeitos a sujidade e utilização, quando comparados com as cozinhas e casas de banho, criando um ambiente propício para relaxar e mais quente (ver figura 3.18).

Os pavimentos estruturais em madeira são constituídos por diversos elementos que permitem a excelente funcionalidade destas estruturas. Estas estruturas horizontais são constituídas essencialmente pelo vigamento e pelos soalhos. Para além disso, são constituídas por outras estruturas secundárias, como os tarugos e cadeias que têm como função tornar o conjunto mais homogéneo e melhorar o seu funcionamento, sobretudo em relação a acções pontuais ou no próprio plano da estrutura.



Figura 3.18. – Exemplo de pavimento de madeira, [80].

3.3.1.4. Caixilharias

As caixilharias de madeira na sua forma mais natural, atendendo à arquitectura e estética únicas da madeira, oferecem o melhor isolamento e conforto num edifício, não comparável com outro material qualquer. Ao falarmos de isolamento térmico é preciso não esquecer que, no caso das janelas, só podem ser obtidos bons resultados quando conjugados com o tipo de vidro a utilizar, o número de vidros (vidro duplo, vidro triplo, etc.), a utilização de películas nos vidros e a eventual utilização de gás entre as folhas de vidro.

Um inconveniente que se pode encontrar na madeira natural que já foi referido anteriormente associa-se a factores climáticos, onde se pode afirmar que o tempo de manutenção pode ser mais reduzido quando comparado com outros materiais. Para minorar estes problemas cada vez mais são utilizados derivados de madeira, sendo o mais comum o lamelado colado, que possui melhores características de durabilidade em relação às madeiras de que provêm.

Existem muitos fabricantes de caixilharias de madeira que afirmam que muitas patologias que aparecem derivam do mau uso que as pessoas dão à caixilharia como o bater com força, a falta de manutenção e a limpeza, entre outros, [69].

Assim sendo, dentro de um vasto conjunto de caixilharias, as mais comuns utilizadas na construção são as janelas de abrir (normais ou em arco) com ou sem persianas, janelas de correr, de guilhotina, de sacada, pantográficas, oscilo-batentes, caixilhos fixos ou janelas decorativas (figuras 3.19 e 3.20).



Figura 3.19. – Exemplo de caixilharia de madeira, [81]. Figura 3.20. – Exemplo de caixilharia de madeira, [81].

3.3.1.5. Portas

As portas são um dos elementos mais comuns de uma construção, embora não devam ser tratadas como elementos secundários da casa por realizarem funções muito importantes. Por exemplo no caso das portas interiores, a estética constitui um factor preponderante na escolha mas nunca lhe devem descorar as funções mais técnicas como a resistência mecânica no uso e a durabilidade em boas condições (sobretudo das ferragens e dos acabamentos superficiais).

Em relação a portas exteriores, além da sua forma e acabamento, a segurança e a privacidade são factores importantes a considerar na sua escolha, valorizando assim todo o trabalho feito pelos fabricantes, desde as esquadrias até ao acabamento. Essa valorização é obtida quando a porta cumpre o papel de proteger e ainda funciona como elemento de decoração.

Actualmente as portas interiores maciças não são muito comuns, por serem bastante mais dispendiosas, sendo aplicadas mais nas portas exteriores de moradias. Como já foi acima referido a madeira possui diversos inconvenientes como a variação de dimensão devido à temperatura e humidade que devem ser minorados com uma correcta concepção arquitectónica (figura 3.21).

Com um mercado muito vasto, as portas surgem com vários feitios, com madeira natural ou derivados da madeira, colorações diversas, várias protecções como isolamento acústico, térmico, ou com técnicas de corta-fogo desde a aplicação de tintas e vernizes até à utilização de outros materiais em conjunto com a madeira, aplicado, por exemplo em portas articuladas, pivotantes ou de correr, [67].



Figura 3.21. – Porta de madeira.

3.3.1.6. Coberturas

A madeira para uma mesma cobertura assume papéis distintos quanto à sua utilização. Por um lado pode ser utilizada como suporte estrutural da cobertura em asnas, madres, varas ou ripados onde assentam os elementos de revestimento que é normalmente a telha, e por outro, a madeira pode revestir a parte inferior da cobertura com forros de madeira natural ou derivados da mesma, dando o acabamento final interior ao espaço.

As coberturas de madeira tradicionais são apoiadas, frequentemente, apenas nas paredes exteriores dos edifícios, geralmente em paredes resistentes de pedra, tijolo maciço, alvenaria de tijolo ou estruturas de betão armado, aplicadas em vãos que chegam aos 10 a 12 metros e são constituídas por armações de madeira trianguladas de grande comprimento e secções, recorrendo a acessórios metálicos complementares nas ligações. Para vãos de pequena ou média dimensão de construções recentes ou em reabilitações, utilizam-se, ainda, asnas pré-fabricas em madeira com ligações em aço (figuras 3.22 e 3.23).



Figura 3.22. – Cobertura de madeira, [82].



Figura 3.23. – Asna de madeira, [83].

3.3.1.7. Lambris e Forros de Telhados

O lambril (paredes), e os forros internos de telhados são constituídos por régua de madeira (gesso ou plástico) pregados nos caibros do telhado ou tectos pelo lado interior do ambiente e nas paredes com função decorativa e de isolamento de telhados e de paredes, impedindo a entrada de poeiras e humidade.

É um produto muito vasto no mercado e muito utilizado devido à sua leveza e rapidez na colocação, de madeira de essências variadas, indo do pinho ao carvalho, com acabamentos brutos, envernizados e verniz de cor, com uso residencial ou comercial fornecido com comprimentos variados e encaixes macho-fêmea rebaixados para criar efeito de profundidade.

Existe uma nova geração de lambris ditos revestidos constituídos por um suporte de aglomerado ou de fibras de madeira, revestidos com papel decorativo que oferecem uma importante opção de cores e não precisam de acabamento com verniz ou tinta.



Figura 3.24. – Exemplo de Lambris de madeira, [84].

3.3.1.8. Escadas

Uma escada construída com madeira resistente consegue conservar este material de forma útil e, com um bom tratamento tem um período de vida útil prolongado, já que resiste bem ao desgaste e combate possíveis ruídos. O formato e dimensões da escada são geralmente definidos no projecto original do edifício e são escolhidos de acordo com o espaço a projectar (ver figura 3.25).

A utilização da madeira em escadas assume também os dois papéis, o da resistência estrutural quando a escada é feita toda em madeira, e o de revestimento quando a base da escada é feita por outros materiais como o betão, o aço, entre outros. Mas não é só nos degraus ou na estrutura em si que a madeira utilizada. Ela aparece também nos elementos que perfazem o conjunto “escada” tais como os balaústres, colunas ou corrimãos, dando o acabamento final à escada consoante o gosto de cada pessoa.

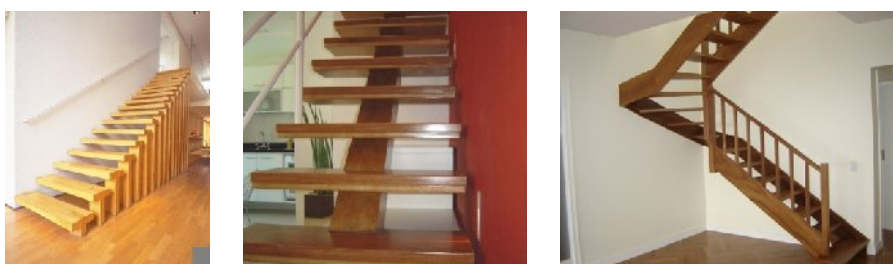


Figura 3.25. – Exemplos de escadas de madeira, [85].

3.3.2. EDIFÍCIOS PARA USOS ESPECIAIS

Neste tipo de edifícios o objectivo a alcançar centra-se em conseguir vencer grandes vãos com estruturas de madeira, especialmente nas coberturas de naves industriais ou equipamentos desportivos.

Neste tipo de construção, a madeira maciça é cada vez mais substituída por derivados da madeira, especialmente por estruturas de madeira lamelada colada que revelam ser uma opção interessante para estruturas leves de pequeno porte, ou como alternativa a estruturas de aço ou betão. Muito mais caras e pesadas em situações de grande vão.

Em Portugal, a primeira grande estrutura de madeira lamelada colada foi a do Pavilhão Atlântico em Lisboa constituído para a exposição mundial de Lisboa (EXPO'98), o que fez divulgar muito a utilização deste tipo de materiais nestas estruturas, crescendo a oferta de mercado com soluções deste tipo.

Estas soluções têm uma boa relação peso/resistência contribuindo para uma excelente eficiência estrutural, um factor económico competitivo, de elevada resistência ao fogo, em comparação com estruturas de betão e aço e a adequação a ambientes quimicamente agressivos, favorecendo a opção deste material quando comparados com outros.

Os elementos lamelados colados podem ser fabricados com qualquer forma e dimensões, incluindo configurações curvas e de secção variável, permitindo o projecto de estruturas com dimensões e formas arrojadadas, limitadas apenas pela capacidade de transporte desde a fábrica até ao estaleiro (ver figura 3.26).

O bom desempenho das estruturas de madeira lamelada colada assenta, antes de mais, numa boa concepção e pormenorização estruturais que tenham em conta as particularidades do material, nomeadamente limitando a ocorrência de esforços de tracção perpendicular às fibras e minimizando as

hipóteses de contacto com a água e a sua retenção pela madeira, de modo a evitar qualquer tipo de acidente biológico mais rápido que o previsto, colapso ou degradação.



Figura 3.26. – Cobertura em lamelado colado, [86].

3.3.3. CONSTRUÇÃO NAVAL

Através da História, a madeira foi utilizada como matéria-prima para a construção de veículos de transporte, onde estão incluídos as embarcações. Terras com florestas (como fonte de madeira para a construção de navios) eram essenciais para as nações que controlavam os mares para negociar ou para expansão territorial. Os cedros do Líbano e os carvalhais do Estado Unidos da América, são todos exemplos de fontes de madeira utilizadas intensamente para a construção naval.

Muitos pensam que a madeira, em comparação com outros tipos de materiais usados na construção de barcos, é coisa do passado. Porém, esse material quando comparado com outros em determinadas circunstâncias é muito competitivo, sendo muitas vezes preferível a sua utilização em vez de fibras ou similares.

O trabalho com madeira necessita de uma mão-de-obra altamente qualificada e, quando trabalhada de forma correcta, pode resultar numa obra de arte. É um material que tem vindo a desaparecer, e é também muito delicado quando se relaciona com a humidade, pois a madeira molhada em permanência implica uma muito rápida degradação, mas o grande problema da madeira é a questão ambiental, pois a madeira para a fabricação de barcos tem que ser boa qualidade, ou como surgiu no Brasil no período imperial, a madeira para barcos tem de ser “madeira de lei”, isto é, de uma forma generalizada, madeiras que, pela sua qualidade e resistência, possam ser empregadas em construção civil, confecção de móveis de luxo, instrumentos musicais e artigos de decoração com adequada qualidade e durabilidade.

Actualmente a prioridade dos construtores navais é de estudar novas formas de utilizar a madeira, sem agredir o meio ambiente, com preponderância para os materiais leves e boas propriedades de resistência à humidade, [11], [39].



Figura 3.27. – Barcos de madeira, [87].

3.3.4. MOBILIÁRIO URBANO

O mobiliário é um objecto de investimento emocional, contido na privacidade de cada lar, com o intuito de fornecer a cada pessoa uma vida confortável, e que faz a ligação entre o indivíduo e a sociedade como um sinal de bom gosto e estilo de vida que marca cada época e que atende a uma causa que varia de acordo com as idades e culturas reflectidas, marcado por uma evolução da tecnologia, da renovação de materiais, diversificação de tipos e formas cada vez mais afinadas, evoluindo o modo de trabalhar dos artesãos, artistas, e das empresas de fabricação de mobiliário.

Todo o mobiliário é projectado com as limitações impostas pelo espaço, o tamanho das habitações modernas, o número e distribuição de peças, tais como formas de viver e habitar actuais, onde os fabricantes oferecem soluções originais tais como: decoração para salas, quartos, cozinhas, quartos de banho, entre outros. Em certos espaços ou divisões de uma habitação, o mobiliário tem em conta os sistemas de armazenamento combinando a sua conveniência com as possíveis restrições, o que nos leva a afirmar que o mesmo deve ser leve, móvel, desmontável, conversível e adaptável a várias utilizações, de modo a oferecer toda a comodidade necessária ou requisitada.

Para satisfazer os gostos mais variados, os móveis podem ser sólidos ou folheados, com uma tendência europeia para a madeira clara utilizando a faia, freixo, bétula, abeto, pinheiro ou vidoeiro, onde a madeira pode ou não ser tratada e lacada, com uma vasta gama de cores e os mais variados aspectos.

Actualmente o mobiliário aparece também sob a forma de kits de móveis, peças padrão, pronto para montagem, adaptada a um faixa etária mais jovem, que fez desaparecer a madeira maciça surgindo os painéis de aglomerados, MDF, contraplacados e os termolaminados. Isto fez ampliar mais a indústria do mobiliário para todas as vertentes, pois todos os equipamentos tais como mesas, cadeiras, bancos, armários, bancadas, entre outros, de que necessitam as escolas e universidades, em salas de aula, laboratórios, bibliotecas, cantinas, ou mesmo as empresas para os seus escritórios, lojas, restaurantes, e ainda todas as comodidades para as salas públicas constitui um mercado potencial para o mobiliário de madeira, sobretudo nas utilizações mais nobres, [11].



Figura 3.28. – Mobiliário em madeira, [88].

3.3.5. COFRAGENS

A madeira a aplicar em cofragem para a construção deve ser de boa qualidade, dura e com reconhecida resistência natural, bem seca e isenta de fungos, fendas ou nós viciosos, e necessita de possuir secções e ligações que permitam assegurar a forma e estanquidade dos moldes durante as operações de betonagem. Ao utilizar a madeira em escoramentos e andaimes, esta não necessita de ser nova, mas são exigidas qualidades e dimensões adequadas ao fim a que se destina.

Existem várias cofragens que se podem utilizar na construção. Como mais utilizadas, e com possibilidade de reutilização, em obras mais pequenas temos as cofragens tradicionais recuperáveis, que podem ser utilizadas para a execução de qualquer elemento de betão armado, nomeadamente lajes,

vigas, pilares, escadas, muros, paredes e sapatas, passando por cofragens semi-racionalizadas que envolvem no seu conjunto uma racionalização dos painéis de cofragem melhorados, que podem ser reutilizáveis, e a utilização de prumos metálicos. Outros tipos de cofragens também recuperáveis, mais complexos e utilizados em obras com maior porte são as cofragens semi-desmembráveis que são sistemas em que os próprios painéis de cofragem são elementos de suporte, necessitando apenas de algumas escoras, função da altura do elemento a betonar, e incluem um sistema de mesa onde a cofragem é designada de trepante e autotrepante (designada correntemente por semi-deslizante), e por último, as cofragens pesadas ou monolíticas que são sistemas em que os elementos de suporte e os painéis de cofragem não se separam durante a montagem ou desmontagem do sistema, dividindo-se em sistema túnel e cofragens deslizantes.

Por último, temos as cofragens perdidas que, após a betonagem dos elementos de betão, ficam solidárias com os mesmos, pelo que não são reutilizadas, e são classificadas em estruturais ou colaborantes e em não estruturais ou não colaborantes. Para além de moldarem o elemento, enquanto o betão está fresco, têm uma contribuição activa para a resistência da peça após o endurecimento do betão, e as não estruturais têm geralmente a função de limitar o acesso do betão fresco a determinadas zonas, garantindo assim o aligeiramento das peças, [77].

3.3.6. OUTROS USOS DA MADEIRA

3.3.6.1. Decoração

Desde há muito tempo que a madeira tem sido engenhosamente usada nos edifícios para os proteger do frio, para decorá-los em benefício da beleza, tornando-os quentes, com pinturas, tapeçarias, etc. A madeira tem oferecido muitas vantagens e conforto devido à sua leveza, facilidade de uso e acabamento em relação ao gesso ou pintura, e de um modo global é mais económica e estética porque se multiplicam as hipóteses de formas decorativas potencialmente usadas (figura 3.29), [11].



Figura 3.29. – Exemplos de decoração, [89], [90].

3.3.6.2. Postes

As madeiras utilizadas na fabricação de postes são sobretudo do género *Pinus* (pinheiro), onde são predominantes os pinheiros nórdicos como é o caso do *Pinus sylvestris* (casquinha branca), e outras espécies como o *Pinus caribea* (pinho branco) oriundo do Brasil, o *Pinus ellioti* (espruce ou casquinha vermelha) e o *Picea abies* (pinheiro da Noruega).

Os pinheiros nórdicos são muitas vezes utilizados pelo facto de terem um fuste direito, ideal para a produção de postes. O pinheiro nacional apresenta muitas vezes uma grande curvatura o que o torna impróprio para este tipo de produto, sendo mais utilizado para vedações, cercas, postes com menores dimensões ou requisitos estruturais. Todavia, nos últimos anos, os preços da madeira oriunda dos países nórdicos tem sofrido um aumento considerável pelo que se verificou um aumento na utilização

do pinho nacional. Os pinheiros oriundos do Brasil apesar de viajarem muitos quilómetros chegam, por vezes, a preços bastante competitivos, concorrendo com o pinheiro nacional.

Os postes de madeira apresentam as seguintes vantagens gerais:

- São mais baratos;
- São mais fáceis de transportar;
- Proporcionam um melhor enquadramento paisagístico;
- Constituem um produto natural reutilizável;
- Apesar de tudo, têm grande longevidade (podendo ultrapassar os 30 anos);
- São inertes, ou seja, não afectam os outros componentes utilizados nas suas aplicações;
- O processo industrial não gera qualquer tipo de resíduo ou efluente e não causa qualquer dano ambiental, pois todo o produto químico utilizado é completamente reciclado;
- A madeira tratada tem qualidades e durabilidade similares às madeiras nobres, a preços muito inferiores, evitando o seu derrube predatório;
- A madeira utilizada no processo é toda originária de matas que asseguram uma excelente sustentabilidade ambiental, quando bem geridas em termos de silvicultura, [41].



Figura 3.30. – Poste de electricidade, [90].



Figura 3.31. – Postes para construção, [91].

3.4. NECESSIDADE DE PROTECÇÃO FOGO

Depois da apresentação deste conjunto de utilizações que a madeira oferece à construção civil, desde a fase de construção de um edifício até ao acabamento e decoração do mesmo apresenta-se uma reflexão sobre o comportamento ao fogo dos vários elementos e a respectiva relação com a necessidade de protecção.

Como já foi referido no capítulo 2, a protecção fogo a realizar na madeira deve ser feita, com o objectivo de diminuir a probabilidade de ocorrência de incêndios e para assegurar que as estruturas mantêm as exigências que lhe são solicitadas em caso de incêndio, com o objectivo de permitir a evacuação em segurança das pessoas que se encontram dentro dos edifícios, em caso de incêndio.

Assim esta protecção deve ser sempre elaborada tendo como base os elementos que por si só fazem parte da decoração interior ou exterior, e os elementos de madeira que são introduzidos na estrutura. Isto porque esta distinção é feita em elementos que necessitam de protecção com vista a melhorar a sua reacção ao fogo, e outros que necessitam de aumentar a capacidade resistente face ao fogo.

Compreende-se deste modo que a base do problema reside fundamentalmente na **Reacção ao Fogo** e na **Resistência ao Fogo** dos elementos de madeira constituintes de um edifício.

Quando se fala de resistência ao fogo, este conceito é direccionado para a componente estrutural relacionada com a manutenção da capacidade resistente para que a evacuação seja feita com a máxima

segurança, os meios de socorro tenham uma intervenção segura e eficaz e para que a estrutura sofra o menor número de danos possíveis e não entre em colapso.

Ao nível da reacção ao fogo, a arquitectura e a decoração trazem problemas com a possibilidade de se usar uma diversidade de elementos de madeira dentro do mesmo espaço, o que faz aumentar a probabilidade de ignição de um incêndio.

No caso de estruturas de construções novas, actualmente, o mercado é direccionado para os derivados de madeira com destaque para os lamelados colados, entre outros. Sobretudo em vigas, pilares e coberturas de madeira, diminuindo um pouco a preocupação em relação à protecção fogo pois estes materiais trazem na sua constituição elementos e outros tipos de tratamentos que melhoram tanto a resistência como a reacção ao fogo, o que não impede que seja feita uma melhoria dessa mesma protecção com produtos de acabamento utilizando tintas e vernizes para o efeito como vai ser mostrado nos capítulos posteriores.

Todavia, esta preocupação não diminui quando se pretende utilizar elementos de madeira maciça, com funções estruturais e/ou de embelezamento, ou no caso de reabilitações de edifícios antigos, onde se encontram muitos elementos de madeira, restringindo as soluções possíveis de protecção a pinturas ignífugas ou intumescentes.

Com o desenvolvimento desta dissertação surgiram perguntas interessantes às quais não foi possível obter uma resposta objectiva, por um lado pelo facto de existir pouca informação respeitante a este tema, e por outro porque, para além de existir um conjunto de soluções possíveis de produtos de acabamento para protecção, e no caso de essa protecção não ser obrigatória pelos regulamentos, o custo constitui um factor de decisão importante no que diz respeito ao investimento global que se pretende fazer. Assim, “será que é economicamente viável efectuar um tratamento de protecção fogo, mesmo no caso de este não ser obrigatório?”, e “no caso de uma reabilitação, em que a madeira pode até ser centenária ou estar em excelentes condições de utilização, será necessário fazer uma protecção fogo?”.

Cada vez mais o factor económico é preponderante na decisão sobre muitas soluções utilizadas na construção o que leva a que, sempre que a protecção fogo não seja obrigatória, este investimento seja esquecido e os fundos poupados aproveitados para outros fins. Contudo, convém também referir que a estética tem uma importância decisiva na decisão de se efectuar uma protecção fogo pois os especialistas e fornecedores de produtos de protecção fogo para a madeira revelam que o acabamento não costuma ser muito agradável e o período de manutenção é menor quando comparado com outros acabamentos.

4

TINTAS – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1. RAZÕES PARA A UTILIZAÇÃO DE TINTAS OU VERNIZES

O motivo mais evidente para a utilização de tintas ou vernizes é a **protecção** da madeira. Através da pintura, é possível proteger a madeira aumentando a sua durabilidade e contribuindo para a redução dos custos de manutenção e reparação.

Esta protecção, feita através das tintas e vernizes, tem contributos ao nível da limpeza e sanidade da madeira devido à pouca porosidade deixada pela pintura, a nível da decoração, da iluminação e eficiência, da visibilidade e da segurança.

Um outro motivo será pelo seu auxílio à anti-corrosão, isto é, a aplicação de tintas ou vernizes pode travar a alteração da madeira por efeito de substâncias presentes no meio ambiente (factores físico-químicos, de localização ou biológicos).

4.2. TINTAS E VERNIZES – DEFINIÇÕES

A Norma Portuguesa NP 41 tem por fim definir os termos gerais usados na indústria das tintas e vernizes. Inclui definições gerais tais como:

“Tinta – composição pigmentada líquida, pastosa ou sólida que, quando aplicada em camada fina sobre uma superfície apropriada, no estado em que é fornecida ou após diluição, dispersão em produtos voláteis ou fusão, é convertível ao fim de certo tempo, numa película sólida, contínua, corada e opaca.”

A protecção e decoração da madeira também pode ser feita com a aplicação de vernizes, que se distinguem de uma tinta geralmente apenas pelo facto de não serem pigmentados, e quando aplicados em camada fina, se convertem numa película seca transparente e não opaca. Um verniz pode ser corado, mas a cor é, neste caso, conferida por corantes que são solúveis no verniz e não por pigmentos que são insolúveis. Os pigmentos não são mais do que uma parte integrante das tintas, que inclui ainda o veículo fixo, o veículo volátil e os aditivos, como se mostra mais à frente, [12].

4.3. COMPONENTES DAS TINTAS E VERNIZES

4.3.1. PIGMENTOS

Os pigmentos são substâncias sólidas, praticamente insolúveis no veículo, usados na preparação de tintas com o fim de lhes conferirem cor e opacidade ou certas características especiais, sendo usados tanto em tintas à base de água como nas tintas à base de solventes.

Os pigmentos têm como características principais:

- Cor e força corante;
- Resistência à luz;
- Resistência à migração e à separação; estas qualidades são as responsáveis pelo fenómeno de farinação – aparição do pigmento à superfície da película sob a forma de um pó muito fino;
- Poder de cobertura;
- Facilidade de dispersão;
- Consistência ou poder de suspensão;
- Resistência à intempérie e ao calor;
- Resistência química.

O teor e a natureza do pigmento têm muita importância na medida em que os pigmentos são os únicos constituintes das tintas que lhe conferem opacidade, sendo que esta mesma opacidade será tanto maior quanto maior for a diferença entre o índice de refração do pigmento e o do veículo.

A função dos pigmentos, além de dar cor à madeira, é a de diminuir o efeito do sol. Existem também alguns pigmentos que se utilizam para facilitar a lixagem, controlar o brilho ou simplesmente actuar como selantes (produtos que diminuem a porosidade das peças), surgindo duas categorias principais de pigmentos, os pigmentos básicos e os pigmentos extensores ou cargas, [12].

4.3.1.1. Pigmentos Básicos

Os pigmentos básicos são pigmentos que proporcionam a brancura e as cores, e a principal fonte do poder de cobertura de uma tinta.

O dióxido de titânio (TiO_2) é o pigmento branco mais utilizado, logo seguido do pigmento polímero esférico opaco. Este segundo pigmento, usado em conjunto com o dióxido de titânio proporciona a dispersão e espaçamento adicionais, ajudando a reduzir o custo de formulação da tinta e requintar certos aspectos da sua qualidade.

Pigmentos coloridos proporcionam cor pela absorção selectiva da luz, salientando-se os:

- Pigmentos orgânicos: incluem os de cores brilhantes, alguns dos quais são bastante duráveis no uso em exteriores;
- Pigmentos inorgânicos: São os pigmentos exteriores mais duráveis, não tão brilhantes como os orgânicos (descritos como cores terrosas); O óxido de ferro vermelho, o óxido de ferro castanho e o óxido de ferro amarelo são alguns exemplos.

4.3.1.2. Cargas (ou Pigmentos Extensores)

As cargas são minerais industriais com características adequadas de brancura, com um poder de cobertura muito fraco, insolúveis nos veículos, que apenas são empregues com o fim de modificar determinadas propriedades de uma tinta.

Algumas das cargas mais frequentemente usadas são:

- Silica e silicatos: proporcionam excelente resistência à escovação e à abrasão; muitos deles têm grande durabilidade em pinturas exteriores;
- Diatomite: sílica proveniente de rochas sedimentares formada pela lenta acumulação de fósseis; é usada para controlar o brilho em tintas e vernizes;
- Carbonato de cálcio: também chamado de giz; é um pigmento de uso geral, baixo custo e reduzido poder de cobertura, usado tanto em tintas para exterior como para interior;

- Talco: silicato de magnésio hidratado; é uma carga de uso geral relativamente macia, usada em tintas para exterior e interior;
- Óxido de zinco: é um pigmento reactivo muito útil pela sua resistência ao mofo (bolor), como inibidor de corrosão e bloqueador de manchas; é usado principalmente em primários e em exteriores, [12].

4.3.2. VEÍCULO FIXO (LIGANTES)

O ligante é o componente responsável pela formação da película seca contínua, adesão e dureza do filme depois de seco, resistência química, mecânica e às condições climáticas. A sua função principal é proteger a madeira da acção da água e dar flexibilidade ao produto, sendo os óleos secativos e as resinas os ligantes mais utilizados. A película pode criar-se por formação física (evaporação do solvente) ou por formação química (endurecimento como resultado de uma série de reacções químicas entre os componentes de tinta, geralmente com interferência do oxigénio e do ar).

Actualmente, as resinas utilizadas pela indústria de tinta são sintéticas e constituem compostos de alto peso molecular, onde se realçam as resinas alquídicas, de epoxy, de poliuretano, acrílicas, de poliéster, vinílicas e de nitrocelulose.

- Resinas alquídicas: obtidas da reacção de um ácido polibásico, como o ácido ftálico, com um álcool polihídrico como a glicerina ou o pentaeritritol, e posterior modificação com óleos secativos e não secativos; Usadas para tintas que secam por oxidação ou polimerização por calor;
- Resinas epoxy: formadas, na grande maioria pela reacção do bisfenol A com epícloridina; para se obter uma película sólida é necessário fazê-la reagir com um “parceiro”, geralmente uma resina de poliamida, ou uma amina;
- Resinas de poliuretano: obtidas por reacção entre isocianatos e compostos que contenham grupos hidróxilos livres;
- Resinas acrílicas: obtêm-se por polimerização de ésteres do ácido acrílico; caracterizam-se pela sua estabilidade de cor (são incolores e não amarelecem); podem ser formuladas de modo a secarem ao ar por evaporação de solventes ou por secagem em estufa após combinação com resinas de melamina (tintas para automóveis);
- Resinas de poliéster (ésteres): são produtos da reacção de ácidos com álcoois; ao ser modificada com óleo, recebe o nome de alquídica; as resinas de poliéster são usadas na fabricação de fundos (primários) e acabamentos de cura à estufa, combinadas com resinas amínicas, epoxídicas ou com poliuretanos;
- Resinas vinílicas: são polímeros obtidos na copolimerização em emulsão (base água) de acetato de vinilo com diferentes monómeros (acrilato de butila, di-butil maleato, etc.); estas emulsões são usadas nas tintas de látex vinílicas e vinil-acrílicas; têm elevada resistência a produtos químicos, ácidos, bases e alguns solventes;
- Resina de nitrocelulose: produzida pela reacção de celulose, altamente purificada, com ácido nítrico, na presença de ácido sulfúrico; a nitrocelulose possui grande uso na obtenção de lacas, cujo sistema de cura é por evaporação de solventes; são usados em composições de secagem rápida para pintura de automóveis, objectos industriais, móveis de madeira, aviões, brinquedos e papel de celofane, [12].

4.3.3. VEÍCULO VOLÁTIL

O veículo volátil é a parte líquida da tinta, constituída por solventes e diluentes, que permite humedecer (e transportar) o pigmento e o veículo fixo entre a lata e a superfície a ser pintada.

Os solventes integram o veículo de uma tinta, dissolvendo o veículo fixo. A água e alguns dissolventes orgânicos constituem soluções mais correntes utilizadas nos produtos para a protecção superficial da madeira.

Os diluentes, pelo seu baixo custo, são aplicados com a finalidade de diminuir a viscosidade da tinta durante a sua aplicação. Evaporam conjuntamente com os solventes durante o processo de secagem, não influenciando nas propriedades físicas finais do produto aplicado.

A norma portuguesa NP41 define os solventes como “líquidos voláteis nas condições normais de secagem, capazes de dissolver o veículo fixo de tintas e vernizes”, e os diluentes como “líquidos voláteis, parcial ou totalmente miscíveis com o veículo, que adicionados a uma tinta ou verniz, durante o processo de fabrico ou no momento da aplicação, lhe reduzem a viscosidade.”

4.3.4. TINTAS À BASE DE ÁGUA

A maioria das tintas à base de água é conhecida por tintas látex. O ligante numa emulsão é um material sólido e parecido com plástico, designado por emulsão, látex ou dispersão.

O fabricante da tinta faz uma dispersão dos pigmentos que serão usados em um lote de tintas e adiciona o ligante látex.

A tinta consiste de pigmento disperso e um ligante (látex), além de alguns aditivos e líquidos, principalmente água, onde a formulação do filme em tintas à base de água ocorre quando a tinta é aplicada e a água evapora. Durante esse processo, as partículas de pigmento e o ligante aproximam-se formando um filme contínuo.

A tinta de emulsão conserva aberturas microscópicas que permitem que ela “respire”, e ao mesmo tempo que os vapores da humidade passem através dela, podendo, no entanto, formar bolhas por causa da chuva, humidade ou outras fontes de látex sobre cobertura de tinta, caso a tinta tenha capacidade limitada de adesão, tenha sido aplicada sobre uma superfície esfarelada ou suja que tenha comprometido a adesão da tinta ou não tenha tido tempo suficiente para secar (resultante da aplicação das sucessivas camadas ou de humidade excessiva do suporte), [12].

O mecanismo de formação do filme das tintas à base de água tem certas limitações. As taxas de evaporação dos componentes voláteis nas tintas precisam de ser compatíveis com a taxa de evaporação da água. A combinação da evaporação dos componentes voláteis da tinta e a aglutinação das partículas de ligante das tintas à base de água é chamada de secagem. Os fabricantes de tinta recomendam normalmente uma temperatura mínima de aplicação em torno dos 5°C para tintas látex.

As temperaturas elevadas, o vento, a baixa humidade, a exposição à luz solar directa e a pintura sobre superfícies muito porosas fazem com que a tinta seque rápido demais, o que pode reduzir a mobilidade das partículas antes que o filme se tenha formado adequadamente. Nestas actuações as películas aplicadas muitas vezes fissuram ou não atingem um estágio final com resistência e durabilidade adequadas.

4.3.5. TINTAS À BASE DE SOLVENTE

É usual utilizar o termo “à base de solvente” quando se faz referência a revestimentos modificados a óleo ou à base de alquídicos. Estes secam mais e melhor do que os óleos puros, e em alguns revestimentos, especialmente em bases para exteriores, são feitos de combinações de óleos e alquídicos para oferecer a flexibilidade adequada.

É durante a secagem ou oxidação que aparecem as características de dureza das tintas à base de solvente. O processo de oxidação, quando muito rápido, pode até mesmo fazer com que esse tipo de pintura endureça demasiado até ao ponto de rachar ou lascar, e o calor pode também acelerar o processo de amarelecimento.

A escolha dos solventes e diluentes é geralmente feita com base no poder do solvente, no ponto de ebulição e inflamação, velocidade de evaporação, estabilidade química, odor e nível de toxicidade.

Quando uma tinta é aplicada com uma determinada espessura, e depois seca, é a proporção entre sólidos e líquidos que determina a espessura que o filme de tinta vai ter depois de seco. Portanto, quanto maior for a quantidade de sólidos, mais espessa será a camada de filme seco, daí resultando uma melhor cobertura e durabilidade.

Assim sendo, é recomendado que as tintas não sejam diluídas acima do recomendado pelo fabricante, já que isso reduz o conteúdo sólido por unidade de volume de tinta aplicada. Esse valor vem indicado na ficha de especificações de cada tinta, expressa em peso ou volume, sendo o volume de sólidos um indicador de desempenho melhor do que o peso dos sólidos, [12].

4.3.6. ADITIVOS

Os aditivos são, em geral, produtos líquidos, viscosos e sólidos poeirentos, solúveis nos veículos e que se podem adicionar às tintas para melhorar as condições de aplicação e as propriedades da película seca, tais como:

- Evitar a acção da água e da humidade;
- Evitar o efeito degradador das radiações do sol;
- Evitar a degradação dos polímeros utilizados em produtos incolores;
- Evitar o amarelecimento do produto.

4.4. CLASSIFICAÇÃO DAS TINTAS

As tintas, apesar da subjectividade associada à classificação, podem ser agrupadas com base em três critérios consoante a sua constituição:

- A natureza do veículo volátil;
- A natureza do veículo fixo;
- O fim a que se destinam.

Quadro 4.1 – Classificação das tintas, [12].

Natureza do veículo volátil	- Tinta em que o veículo volátil é a água – tintas com resinas sintéticas; - Tinta em que o veículo volátil não é a água - tintas líquidas não aquosas, massas e tintas sem solventes.
Natureza do veículo fixo	- Grupo A – Tintas de óleo; - Grupo B – Tintas e Vernizes à base de óleo e resinas naturais; - Grupo C – Tintas e Vernizes à base de óleo e resinas artificiais (alquídicas modificadas com óleo ou ácidos gordos, fenólicas, cumarona-indeno óleo solúveis, epoxy esterificadas, poliuretanos combinadas com óleos, óleo solúveis não especificadas); - Grupo D – Tintas e Vernizes baseadas em resinas artificiais ou naturais, sem óleo ou ácido gordo (alquídicas puras, amino-plásticas, vinílicas, acrílicas, epoxilina, de poliéster, de poliuretanos, de silicone, resinas não especificadas); - Grupo E – Tintas e Vernizes celulósicos: baseados em nitrocelulose, em ésteres orgânicos e éter de celulose, baseados em éteres de celulose ou solução aquosa; - Grupo F – Tintas e Vernizes betuminosos: betuminosos solúveis em óleo, betuminosos sem óleo, betuminosos com resinas artificiais; - Grupo G – Tintas e Vernizes baseados em borracha natural ou artificial, tratada ou não; - Grupo H – Tintas de água não emulsionadas: baseadas em silicatos alcalinos, ésteres silícicos, proteínas naturais, cal ou cimento, gomas ou dextrinas solúveis na água; - Grupo I – Tintas de água emulsionadas: baseadas em veículos oxidáveis (óleo resinosos alquídicos), veículos não oxidáveis (vinílicos, acrílicos, estirénicos), resinas artificiais solúveis na água;
Consoante o fim a que se destinam	- Tintas anti-derrapantes; - Tintas decorativas; - Tintas de acabamento; - Tintas de elevada resistência química;

Consoante o tipo e a qualidade de cada tinta, as características de aplicação e a durabilidade serão variáveis, em função do tipo e de qualidade dos componentes usados na sua fabricação. Assim, a tinta apresentará uma série de características que a tornam única, tais como a cor, o brilho, o poder de cobertura e o rendimento económico que apresenta, [12].

5

SOLUÇÕES DO MERCADO IBÉRICO PARA PROTECÇÃO FOGO DAS ESTRUTURAS DE MADEIRA

5.1. INTRODUÇÃO E ÂMBITO DA PESQUISA

Este capítulo consiste na apresentação da pesquisa de produtos de protecção fogo para aplicação na madeira ao nível do mercado ibérico, de forma a completar os aspectos teóricos descritos nos capítulos anteriores para uma melhor compreensão da natureza de cada um dos intervenientes neste tipo de tratamento.

A procura de soluções para este tipo de tratamento foi efectuada na sua maioria através da internet, auxiliada de algumas revistas da área para uma melhor procura de marcas comerciais, focalizada apenas em produtos comercializados em Portugal e Espanha, tendo em conta que alguns destes produtos são produzidos fora da Península Ibérica, alargando um pouco a área de pesquisa.

Feita a pesquisa, esta foi sintetizada em quadros resumo com o objectivo de reunir todos os produtos disponíveis, agrupados por famílias e/ou características idênticas de tratamento ao fogo nos elementos de madeira.

5.2. O MERCADO IBÉRICO

Ao longo da pesquisa foram contactadas várias empresas, sobretudo empresas espanholas pois o seu mercado é muito mais vasto que o mercado nacional. Contudo, na maioria dos contactos efectuados com o intuito de uma melhor pesquisa e obtenção de fichas técnicas dos produtos para se poder agrupar por famílias e analisar as suas características específicas, não foi possível obter respostas, provavelmente por falta de interesse das próprias empresas em fornecer este tipo de dados a quem necessita, por falta de gestão dos departamentos de apoio ao cliente, ou simplesmente por má gestão dos seus sites, ficando a opinião ao critério de cada pessoa.

Mesmo com esta condicionante foi possível obter uma vasta gama de produtos aplicáveis a este tipo de protecções, não esquecendo que estas soluções não são tão usuais em comparação, por exemplo, com tratamentos preventivos e curativos de preservação da madeira, o que também pode ser uma das causas da falta de informação disponível na Web.

5.3. METODOLOGIA DA PESQUISA

A análise de produtos de protecção fogo para os elementos e estruturas de madeira foi iniciada através da pesquisa e definição das principais marcas comerciais e produtos aplicáveis para o efeito, através de bibliografia, artigos de revista e artigos on-line com informação relacionada com o assunto em estudo, de modo a um melhor enquadramento do trabalho.

Definidas as marcas a pesquisar, o passo seguinte foi a pesquisa na Web dos sites das referidas marcas e fabricantes, de modo a reunir todas as fichas técnicas dos produtos encontrados ou informações relevantes dos mesmos (sempre que as mesmas não se encontravam disponíveis), onde se constatou, através do contacto com fichas técnicas dos produtos, a diversidade de formatos das mesmas com informação variada e muitas vezes incompleta, com uma vertente mais comercial e não profissional, o que conduz com elevada probabilidade para situações de má escolha e aplicação do produto, e por sua vez a situações de má qualidade. É também necessário referir que, a qualidade das fichas de produtos provenientes da Espanha é superior em comparação com o mercado Nacional, o que leva a salientar que o nosso mercado necessita de crescer ao nível da definição e caracterização técnica dos produtos específicos para este tipo de tratamento.

5.3.1. PRODUTOS APLICÁVEIS À PROTECÇÃO FOGO DA MADEIRA

Com as fichas reunidas, foram seleccionados os aspectos considerados mais importantes para elaborar quadros de apoio à protecção fogo, de modo a auxiliar a adopção de produtos possíveis para protecção fogo da madeira.

Deste modo foram realizados quadros resumo com a informação mais relevante associada a esta protecção específica que incluem:

- Informação da marca comercial responsável pela comercialização do produto;
- Informação do tipo de protecção que efectuam;
- Informação do campo de aplicação (exterior ou interior);
- Identificação do diluente utilizado;
- Informação com as características gerais do produto, cores disponíveis e acabamento;
- Métodos de aplicação preconizados pelos fabricantes para os produtos;
- Todos os produtos foram ordenados numericamente para posterior aplicação e estudo no decorrer do capítulo.

O preenchimento dos quadros foi efectuado respeitando as informações disponíveis para os vários produtos em estudo, onde se excluiu todos os produtos em que não foi possível reunir informação suficiente.

Nos quadros seguintes apenas se faz referência às características encontradas e definidas na maioria das fichas técnicas ou elementos disponibilizados pelos fabricantes, o que não implica que possam ser utilizados fora do âmbito delimitado, ou aplicados com métodos diferentes, sendo necessário contactar os fabricantes para melhores informações (ver quadros 5.1 e 5.2).

Quadro 5.1 – Pesquisa de mercado Ibérico (Vernizes e impregnantes).

Vernizes e Impregnantes																									
Produto		Características Gerais													Processo de Aplicação					Acções Mecânicas ⁽¹⁾	Permite Repintura	Permite acabamentos ⁽²⁾			
		Tipo de Protecção		Campo de Aplicação		Diluyente		Cores Disponíveis			Ambiente			Acabamento Final											
		Ignifugo	Intumescente	Interiores	Exteriores	Aquoso	Outros	Branco	Incolor	Outras	Húmido	Agressivo	Seco	Sem indicação	Acetinado	Brilhante	Sem Brilho	Trincha	Aíress				Pistola	Imersão	Rolo
	Abitermic																								
1	- Impregnante Ignifugo	X		X		X			X				X			X	X		X	X				X	X
	Barbot																								
2	- Verniz Intumescente e Ignifugo Aquoso Ref: 1699	X	X	X		X			X				X		X		X	X	X		X	X	X		
	CIN																								
3	- Verniz intumescente C-THERM LAC Ref: 7I-105		X	X			X		X				X	X			X	X	X		X	X	X	X	X
4	- Verniz ignifugo acetinado C-THERM VARNISH SATIN Ref: 7G-866	X		X			X		X				X	X			X	X	X		X	X	X		
5	- Verniz ignifugo brilhante C-THERM VARNISH GLOSS Ref: 7G-865	X		X			X		X				X		X		X	X	X		X	X	X		
	Kar																								
6	- Verniz Anti-fogo Ref: 1317	X		X	X		X		X				X		X		X	X	X						
	Rikor																								
7	- HCA TR PRIMER		X	X		X			X				X		(4)		X		X		X		X	X	X
8	- HCA TR		X	X		X			X				X		(4)		X		X		X		X	X	X
9	- HCA TR VARNISH		X	X		X	X		X				X		(4)		X		X		X		X		
	Robbialac																								
10	- Tapa-Poros B.I.P. Primer Ref: 887-0050		X	X	X		X		X		X					X	X		X			X		X	X
11	- Verniz Intumescente B.I.P. Ref: 887-1801		X	X	X		X		X		X				X				X		X				
	Sinteplast																								
12	- Impregnante Ignifugo Ref: 5280000	X		X	X	X			X				X		X		X		X	X				X	X
13	- Verniz Ignifugo Brilhante Ref: 5259000	X		X	X		X		X				X		X		X	X	X		X	X	X		
14	- Verniz Intumescente Ref: 5251100		X	X	X		X		X	X			X	X			X	X	X		X	X	X		
	Sotinco ⁽³⁾																								
15	- Verniz intumescente C-THERM LAC Ref: 7I-105		X	X			X		X				X	X			X	X	X		X	X	X	X	X
16	- Verniz ignifugo acetinado C-THERM VARNISH SATIN Ref: 7G-866	X		X			X		X				X	X			X	X	X		X	X	X		
17	- Verniz ignifugo brilhante C-THERM VARNISH GLOSS Ref: 7G-865	X		X			X		X				X		X		X	X	X		X	X	X		
	Teais																								
18	- Verniz Ignifugo	X		X			X		X				X		X		X		X		X		X		
	Titan																								
19	- Verniz Intumescente Acetinado Ref: X166		X	X			X			X			X	X			X			X				X	
	Trepocil																								
20	- Impregnantes Ignifugos Ref: 303 e 309	X		X		X			X				X			X			X	X				X	X
21	- Verniz Ignifugo Ref: 306	X		X		X			X				X		X		X		X		X		X	X	X
22	- Verniz Brilhante Firemat-PRO ref: 331	X		X	X				X		X				X		X				X		X		
23	- Verniz Acetinado Firemat-PRO ref: 332	X		X	X				X		X				X		X				X		X		
24	- Verniz Ignifugo Ref: 333	X		X	X		X		X				X		X		X		X		X		X		

(1) Não apropriados em suportes de madeira expostos a acções mecânicas tais como portas, janelas, mesas, cadeiras, mobiliário em geral, e em alguns casos em pavimentos, sujeito sempre ao contacto com o departamento técnico do fabricante.

(2) Produtos que permitem acabamentos posteriores à sua aplicação.

(3) Esta marca contém os mesmos produtos que a CIN, provavelmente por serem revendedores destes produtos.

(4) Falta de Informação na ficha técnica do produto.

Quadro 5.2 – Pesquisa de mercado Ibérico (Primários, tintas e esmaltes).

Primários, Tintas e Esmaltes																								
Produto		Características Gerais														Processo de Aplicação				Acções Mecânicas ⁽¹⁾	Permite Repintura	Nº de Demãos		
		Tipo de Protecção		Campo de Aplicação		Diluyente		Cores Disponíveis			Ambiente			Acabamento Final										
		Ignifugo	Intumescente	Interiores	Exteriores	Aquoso	Outros	Branco	Incolor	Outras	Húmido	Agressivo	Seco	Sem indicação	Sem Indicação	Mate	Semi Brilho	Trincha	Airless				Pistola	Rolo
	Abitermic																							
25	- Pintura Intumescente		X	X	X			X					X		X		X	X	X	X			X	2
26	- Pintura Especial Ignífuga	X		X	X	X		X	X			X				X	X		X	X			X	3
	Barbot																							
27	- Tinta Intumescente Aquosa Retardadora de Fogo Ref: 1700		X	X				X					X		X		X	X	X	X			X	3
	CIN																							
28	- Tinta intumescente aquosa C-THERMAQUA Ref: 7B-730		X	X	X	X		X				X			X		X	X	X	X	X	X	X	2
29	- Esmalte de acabamento ignifugo C-THERM ENAMEL Ref: 7G-330	X			X		X	X		X	X	X				X	X	X	X	X	X	X	X	1
	Hensel																							
30	- Hensoterm 1 KS Colourless		X	X			X	X	X	X			X	X			X		X	X	⁽³⁾		1	
31	- Hensoterm 2 KS White		X	X			X	X					X	X			X		X	X	⁽³⁾		1	
	Kar																							
32	- Tinta Anti-Fogo Ref: 1314	X		X			X	X		X			X			X	X	X	X					1
	Kelcot																							
33	- Revestimento Intumescente Ref: I-5000		X	X	X		X	X		X		X				X	X				⁽³⁾		3-6	
	Procolor																							
34	- Tinta Intumescente Ref: 165		X	X	X		X	X				X			X		X		X				X	1
35	- Tinta Ignífuga Ref: 179	X		X	X		X	X			X	X	X		X		X	X	X	X	⁽³⁾	X	2	
	Sintoplast																							
36	- Tinta Intumescente HB Blanco Ref: 5261100		X	X	X		X	X		X			X		X		X	X	X	X	X	X	X	3
37	- Esmalte Ignifugo Semimate Blanco Ref: 5255100	X		X	X		X	X					X			X	X			X	X	X	X	3
	Sotinco ⁽²⁾																							
38	- Esmalte de acabamento ignifugo C-THERM ENAMEL Ref: 7G-330	X			X		X	X		X	X	X				X	X	X	X	X	X	X	X	1
	Titan																							
39	- Esmalte Acetinado Ignifugo Ref: x163	X		X			X	X		X			X			X	X			X	⁽³⁾	X	⁽³⁾	
40	- Primário Polivalente ignifugo Ref: x164	X		X			X	X		X			X		X		X			X	⁽³⁾	X	⁽³⁾	
41	- Tinta Intumescente Ref: x165		X	X			X	X					X		X		X	X		X	⁽³⁾	X	⁽³⁾	
	Trepocil																							
42	- Tinta Intumescente Fogo-Stop Ref: 150		X	X		X				X			X		X		X		X	X	⁽³⁾		2-3	

(1) Não apropriados em suportes de madeira expostos a acções mecânicas tais como portas, janelas, mesas, cadeiras, mobiliário em geral, e em alguns casos em pavimentos, sujeito sempre ao contacto com o departamento técnico do fabricante.

(2) Esta marca contém os mesmos produtos que a CIN, provavelmente por serem revendedores destes produtos.

(3) Falta de Informação na ficha técnica do produto.

5.4. SUGESTÕES DE PRODUTOS

O objectivo deste subcapítulo prende-se, através de quadros resumo, com a apresentação de exemplos de produtos para os diversos elementos de madeira no que diz respeito à protecção fogo.

Para a elaboração dos quadros, e depois de analisadas as diversas fichas técnicas dos produtos encontrados no mercado Ibérico, foram retiradas informações específicas de modo a facilitar a escolha dos produtos para aplicação nos vários elementos de madeira.

Esta informação inclui:

- O campo de aplicação;
- O tipo de protecção;
- O tipo de produto.

Como já foi referido anteriormente, apesar destas sugestões de utilização que vão ser apresentadas, não implica que possam ser utilizados produtos que não estejam referenciados nos diversos quadros, ou aplicados com métodos diferentes, sendo necessário contactar os fabricantes para melhores informações, com a finalidade de uma melhor utilização e aplicação dos vários produtos.

5.4.1. PAVIMENTOS E ESCADAS

Os pavimentos e as escadas são elementos de madeira com muita utilização e consequente desgaste, pelo que se deve utilizar produtos muito resistentes ao desgaste e ter um cuidado redobrado no que diz respeito à sua manutenção.

Com isto foram seleccionados produtos específicos para este tipo de elementos, tendo em atenção que estão referenciados produtos para pavimentos que necessitam do contacto antecipado ao fabricante pois a sua aplicação depende do tipo de pavimento instalado.

Quadro 5.3 – Sugestões de produtos para pavimentos e escadas.

Pavimentos ⁽¹⁾ e Escadas			
Campo de Aplicação	Tipo de Protecção	Sugestões de Produtos	
Exterior	Ignífugo	Impregnantes	[12]
		Vernizes	[6], [13], [22], [23], [24]
		Tintas	[16], [29], [35]
		Esmaltes	[29], [37], [38]
	Intumescentes	Impregnantes	[10]
		Vernizes	[11], [14]
		Tintas	[25], [28], [33], [34], [36]
		Esmaltes	--
Interior	Ignífugo	Impregnantes	[1], [12], [20]
		Vernizes	[2], [4], [5], [6], [13],[16], [17], [18], [21], [22], [23], [24]
		Tintas	[26], [32], [35], [40] ⁽²⁾
		Esmaltes	[37], [39]
	Intumescentes	Impregnantes	--
		Vernizes	[2], [3], [7], [8], [9], [11], [14], [15], [19]
		Tintas	[25], [27], [28], [30], [31], [33], [34], [36], [41], [42]
		Esmaltes	--

⁽¹⁾ Existem produtos referenciados na tabela que necessitam de uma consulta prévia do departamento técnico da marca sobre questões de aplicabilidade em certos pavimentos.

⁽²⁾ Este produto está incluído nas tintas mas trata-se de um primário.

5.4.2. PORTAS, CAIXILHARIAS E MOBILIÁRIO

Para estes elementos existe um vasto conjunto de vernizes e tintas com aplicação essencialmente no interior, com predominância para as tintas intumescentes que são utilizadas na pintura de portas e respectivos acessórios. No mobiliário é utilizado geralmente os vernizes, quer sejam intumescentes ou ignífugos.

Quadro 5.4 – Sugestões de produtos portas, caixilharias e mobiliário.

Portas, Caixilharias e Mobiliário			
Campo de Aplicação	Tipo de Protecção	Sugestões de Produtos	
Exterior	Ignífugo	Impregnantes	[12]
		Vernizes	[6], [22], [23], [24]
		Tintas	[16], [35]
		Esmaltes	--
	Intumescentes	Impregnantes	--
		Vernizes	--
		Tintas	[25], [33], [34]
		Esmaltes	--
Interior	Ignífugo	Impregnantes	[1], [12], [20]
		Vernizes	[6], [18], [21], [22], [23], [24]
		Tintas	[26], [32], [35], [40] ⁽¹⁾
		Esmaltes	[39]
	Intumescentes	Impregnantes	--
		Vernizes	[7], [8], [9], [19]
		Tintas	[25], [27], [30], [31], [33], [34], [41], [42]
		Esmaltes	--

⁽¹⁾ Este produto está incluído nas tintas mas trata-se de um primário.

5.4.3. DIVISÓRIAS, PAREDES, TECTOS E LAMBRIS

No conjunto de todos os produtos apresentados para protecção fogo da madeira, foram encontrados produtos específicos, do tipo ignífugo, para a protecção fogo de divisórias, paredes e lambris de acordo com as respectivas fichas técnicas, principalmente para aplicação no interior.

O quadro seguinte mostra produtos específicos para estes elementos, o que não invalida a utilização de outros produtos com carácter mais geral, mas que podem ser utilizados de forma igual.

Quadro 5.5 – Sugestões de produtos para divisórias, paredes, tectos e lambris.

Divisórias, Paredes, Tectos e Lambris			
Campo de Aplicação	Tipo de Protecção	Sugestões de Produtos	
Exterior	Ignífugo	Impregnantes	[12]
		Vernizes	[22], [23]
Interior	Ignífugo	Impregnantes	[12], [20]
		Vernizes	[2], [4], [5], [13], [16], [17], [21], [22], [23]
		Vernizes	[14], [15]
		Tintas	[42]

5.5. ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA TIPO

No **Anexo II**, é apresentado a especificação técnica tipo, aplicáveis aos elementos de madeira quando são empregues produtos ignífugos ou intumescentes, onde se pretende sintetizar as principais características exigenciais apresentadas nas diversas fichas técnicas, que devem ser respeitadas pelos processos de pintura disponíveis no mercado.

5.6. FICHAS TÉCNICAS – INFORMAÇÃO GERAL

Para se proceder a uma correcta aplicação dos produtos de protecção fogo é necessário consciencializar os consumidores das potencialidades e âmbito de aplicação dos mesmos. Dado o vasto mercado existente de produtos protectores de fogo para a madeira, torna-se impossível e errado descrever genericamente os mesmos. Assim, é necessário que cada fabricante disponibilize informação suficiente acerca destes.

- Nome único e/ou número de série do produto;
- Matérias activas empregues e suas quantidades e/ou proporções;
- Tipo de protecção e as suas condições de uso;
- Quantidade de compostos orgânicos voláteis (COV);
- Processo de aplicação;
- Preparação da superfície;
- Indicação do tipo de madeiras em que se pode aplicar o produto.

6

PROTECÇÃO FOGO DA MADEIRA

6.1. INTRODUÇÃO

Pretende-se com este capítulo explicar o tipo de tratamento de protecção fogo mais adequado a cada situação construtiva que usa madeira ou derivados como material fundamental.

Às soluções de revestimento de peças estruturais ou não estruturais em madeira, incluindo as designadas casa de madeira, associam-se três tipos de problemas fundamentais, no que se refere à problemática da protecção e acabamento:

- O tratamento de preservação;
- A protecção fogo;
- O acabamento decorativo superficial.

Nesta dissertação apenas se abordam as questões associadas à protecção fogo, mas importa desde já salientar que a questão fundamental a respeitar se relaciona com a necessidade de garantir a completa e perfeita compatibilidade química entre os esquemas de protecção fogo, de preservação e de acabamento superficial final, envolvendo todas as fases e camadas do processo.

6.2. PRINCÍPIOS E RECOMENDAÇÕES FUNDAMENTAIS

De acordo com a definição dos termos usados na Segurança contra Incêndios, os produtos de protecção fogo a aplicar podem definir-se como substâncias adicionadas ou tratamentos aplicados a um material destinados a atrasar a ignição ou a reduzir ou atrasar o gradiente de desenvolvimento da combustão.

É necessário salientar de imediato duas questões que por vezes geram falsas conclusões quando se fala deste tipo de produtos. Em primeiro lugar, os retardantes ao fogo não convertem, de modo nenhum, a madeira num material incombustível, e em segundo, os produtos ignífugos não são retardantes de fogo, mas simplesmente produtos que não aumentam a carga térmica porque não ardem, mas mesmo assim não evitam que a madeira arda.

Usando a classificação do sistema de Euroclasses, como vimos no ponto 2.5 (ver quadro 2.5), a maior parte dos produtos e sistemas à base de madeira, sem qualquer tratamento, pertencem à classe de reacção ao fogo D. Já se forem tratadas com produtos de protecção fogo, a reacção ao fogo pode ser melhorada para a classe B.

Existem vários processos de protecção fogo que podem ser classificados genericamente em três grandes grupos:

- a) Aqueles que são incorporados nos produtos derivados de madeira durante o seu fabrico (incorporados no fabrico como constituintes da “receita” global);
- b) Aqueles que são introduzidos, por impregnação em autoclave, após fabrico, quer em madeira sólida, quer em contraplacados, MDF ou outros painéis de partículas;
- c) Aqueles que são aplicados após instalação dos produtos em madeira – tintas e vernizes dos diversos tipos incluindo as ignífugas e as intumescentes.

Ao submeter estes produtos a ensaios de reacção ao fogo em diferentes substratos vamos ter uma classificação que é essencial na escolha do tipo de protecção a fazer pois estes mesmos produtos têm várias formulações e actuam de diversas maneiras, com o objectivo de controlar a ignição, diminuir a propagação das chamas através da superfície da madeira e diminuir a taxa de libertação de calor do substrato, ou seja, melhorar o grau de reacção ao fogo da madeira, de maneira a:

- Converter os gases voláteis em gases não inflamáveis, tais como vapor de água e CO₂ (mistos);
- Formar uma barreira vitrificada à superfície (Intumescentes);
- Formar uma barreira térmica à superfície com maior volume que o existente antes do aparecimento do fogo (Intumescentes);
- Libertar radicais livres que inibam a reacção de combustão e façam baixar instantaneamente a temperatura de combustão (Extintoras).

A escolha do sistema de protecção que o projectista e/ou utilizador pode aplicar depende de vários factores, sendo importante discuti-lo com algum detalhe com os fabricantes ou fornecedores durante a preparação do projecto e antes da execução da obra, de modo a que sejam eliminados e minorados todos os principais problemas que possam resultar de concepções ou aplicações deficientes. Estes factores incluem:

- Regulamentos a cumprir / Grau de reacção ao fogo exigido;
- Exigências arquitectónicas;
- Tipo de madeira do substrato;
- Tipo de trabalho: edifício novo – conservação – reconstrução;
- Condições ambientais;
- Requisitos de conservação;
- Efeitos do tratamento no aspecto estético exterior do substrato ou nas propriedades físicas e químicas inerentes;
- Efeitos do tratamento, por impregnação, em posteriores aplicações de revestimentos;
- Disponibilidade no mercado e modos de comercialização, armazenamento e aplicação.

As condições em que a madeira vai trabalhar também têm que ser objecto de uma grande atenção:

- O ambiente em que a madeira vai trabalhar tem uma grande influência no tipo de tratamento a escolher e na sua formulação da respectiva especificação técnica;
- Graus de humidade elevados podem afectar o comportamento de certos tratamentos e levar a efeitos colaterais indesejáveis tais como redução da resistência, corrosão dos elementos de fixação, degradação e problemas de compatibilidade com os sistemas de pintura completos.

6.3. PRODUTOS APLICADOS PELO MÉTODO DE AUTOCLAVE

Neste processo, por impregnação, a escolha tem que ser feita antes do fabrico, da montagem das estruturas e/ou dos revestimentos. A certificação, quanto à reacção ao fogo, está ligada ao substrato, ao retardante do fogo usado e ao processo e condições de impregnação – dureza da madeira e grau de humidade.

Existem três tipos de produtos que se diferenciam entre si pelas propriedades que limitam e que recomendam a respectiva aplicação em circunstâncias específicas, diferentes entre si. Todos utilizam como veículo a água.

Esses três tipos são os seguintes:

- 1º Tipo:

Baseados em sais simples para interiores; Representam os produtos mais sensíveis à humidade. O seu uso restringe-se a ambientes de interior onde as humidades relativas do ar não excedam 75%.

- 2º Tipo:

Baseados em sistemas semi-complexos resistentes à humidade; Podem utilizar-se no interior ou no exterior, quando protegidos das inclemências atmosféricas.

- 3º Tipo:

Baseados em sistemas de resinas poliméricas resistentes à “lavagem”; Podem utilizar-se em interior e em exterior; A resistência à deslavagem consegue-se por meio de elevadas temperaturas, que se realiza depois da sua impregnação e secagem (processo de uso final).

6.4. PROTECTORES IGNÍFUGOS

6.4.1. ASPECTOS GERAIS

O processo de protecção resulta do facto de, por acção de produtos ignífugos, os gases voláteis resultantes do aquecimento da madeira se transformarem em gases não inflamáveis tais como vapor de água e CO₂ que evitam que seja atingida a temperatura de ignição da madeira e ainda pela libertação de radicais livres que inibem a combustão e baixam instantaneamente a temperatura no local, interrompendo dessa forma o desenvolvimento da combustão e logo baixando instantaneamente a produção de calor.

A maioria dos produtos químicos utilizados na formulação de produtos ignífugos para a madeira inclui produtos baseados em fósforo, nitrogénio, boro, silício.

6.4.2. PINTURAS E VERNIZES IGNÍFUGOS

No processo de revestimento com tintas e vernizes ignífugos, estes são aplicados normalmente já na fase de acabamento da construção, sobre a superfície das peças de madeira. Destinam-se a evitar a formação de chamas. O acabamento deve ser transparente, para não mascarar ou ocultar o aspecto da madeira ou serem aplicados sob películas finais de acabamento. As capas de produto podem aplicar-se com pincel, pulverizador, ou por processos mecânicos, como por exemplo, cortinas de verniz, e devem ter a espessura de película necessária para que sejam eficazes, face à protecção fogo desejada.

São utilizados em superfícies de elementos que não suportem cargas e que interessa que estejam

decoradas e protegidas com películas mais limpas, com a finalidade de não propagar o fogo através da própria tinta.

Para este tipo de produtos, a sua aplicação pode ser efectuada por pulverização ou por pincel. No entanto, é difícil precisar a espessura que se pode conseguir com a aplicação a pincel de uma capa de pintura ignífuga, mas pode estimar-se uma película de tinta sólida compreendida entre 200-300 g/m² e com aplicação limitada a madeiras instaladas em interiores, visto não ser recomendada em exteriores ou em interiores em que a humidade relativa possa superar os 60%. A espessura resultante do rendimento acima indicado pode assegurar-nos uma estabilidade de temperatura do substrato à volta de 130° C, quando o sistema estiver submetido a aproximadamente 1000°C, durante um tempo de 90 minutos.

A madeira ignifugada, normalmente, é mais sensível à humidade e pode descolorar, também pode ser mais corrosiva e as suas propriedades mecânicas podem ser inferiores às da madeira sem tratar. Em aplicações de exterior, o maior desafio a vencer associa-se à durabilidade dos tratamentos. A maioria destes efeitos estão associados aos tratamentos de impregnação, mas alguns deles também se podem associar aos tratamentos superficiais, sendo a durabilidade reduzida e a corrosão os problemas mais comuns.

A protecção ignífuga de uma madeira, salvo informação contrária por parte do fabricante, tem um tempo de vida curto visto que, ao longo do tempo, esta película protectora se vai degradando. Em algumas situações as pinturas podem modificar a estética da madeira, pelo que deverão ser estudados cuidadosamente todos os efeitos previstos e, em caso de dúvida, realizados ensaios de validação representativos.

6.5. PROTECTORES INTUMESCENTES

Um produto intumescente pode ser definido como um material reactivo, ou seja, constitui-se como um material de protecção passiva contra o fogo que reage com o calor e actua só em caso de se produzir um incêndio. Sob a acção do calor de um incêndio reage, inchando e criando uma barreira de espuma isolante do fogo, com espessura de até 40 vezes a sua espessura original aplicada, impedindo assim que a madeira atinja a temperatura de ignição, promovendo a inibição da acção do fogo sobre o material protegido e garantindo assim a segurança contra incêndio procurada.

Estes produtos são formulados como resinas em solução, ou em soluções aquosas, em que as matérias-primas e aditivos que conferem a intumescência são compostos químicos especiais que mudam de forma sob a acção do calor, mediante processos físicos e/ou químicos.

No caso de serem utilizadas resinas na sua composição, no processo de expansão são libertados gases tóxicos que actuam em conjunto com resinas especiais formando uma espuma semi-rígida na superfície da estrutura, retardando a elevação da temperatura da estrutura de madeira e atrasando assim o seu possível colapso.

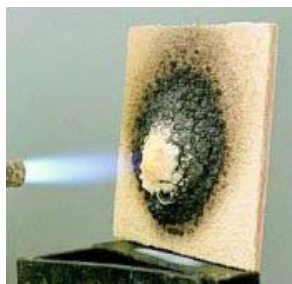


Figura 6.1. – Funcionamento de um produto intumescente – Ensaio, [47].

O revestimento intumescente ajuda a conservar durante bastante tempo, em condições de fogo muito intenso, a capacidade de suporte de cargas de elementos estruturais e a sua capacidade de isolamento e estanquidade. A sua capacidade isolante do calor depende da espessura e características da camada de espuma que se forma e, por sua vez, é proporcional à espessura de tinta aplicada. O tempo de resistência da estrutura está obviamente directamente relacionado com a capacidade de protecção fogo do revestimento aplicado.

São sensíveis à água em maior ou menor grau, pois a água (de chuva, de lavagens, etc.) extrai parte de seus componentes activos e perdem nesses casos eficácia, pelo que em muitas aplicações o sistema leva uma capa exterior final de acabamento de protecção.

As tintas e os vernizes intumescentes têm a vantagem de permitir um acabamento muito mais decorativo, requerendo a aplicação de uma camada muito mais espessa, mas cujo volume não aumenta pela acção do calor causado por um eventual incêndio.

6.6. ESPECIFICAÇÃO DE PRODUTOS DE PROTECÇÃO FOGO

A aplicação de produtos de protecção fogo depende, além das características da madeira e da função a que se destina o elemento, do tipo de protecção que se pretende efectuar. Assim, consoante o tipo de protecção, os esquemas de aplicação podem variar, sendo sempre necessário o auxílio das fichas técnicas dos produtos.

Podemos ter assim:

- Um esquema de protecção fogo completo com produtos ignífugos (quadro 6.1);
- Um esquema de protecção fogo completo com produtos intumescentes (quadro 6.2);
- Uma protecção fogo mista, efectuada com produtos intumescentes (normalmente aplicados em primeiro) e com produtos ignífugos, numa segunda fase (podendo servir de acabamento) (quadros 6.3 e 6.4).

Nos quadros 6.1 a 6.4 apresentam-se soluções gerais de aplicação dos vários produtos disponíveis, incluindo sugestões concretas inspiradas na pesquisa efectuada no mercado Ibérico.

Quadro 6.1 – Esquema de Aplicação (Processo ignífugo).

Esquema de Aplicação: Processo Ignífugo					
Produto	Tipo de Protecção	Nº de Demãos	Espessura da camada (µm)	Tempo de secagem entre demãos	Fase de Aplicação
Preparação da Superfície: Os materiais a tratar encontram-se bem secos e de modo a torna-los ávidos dos produto de tratamento. Devido à multiplicidade dos materiais a tratar, é aconselhável efectuar antes da aplicação, um pequeno teste que permita avaliar qualquer eventual alteração estética provocada por alguma incompatibilidade.					
Impregnante	Ignífugo	impregnação	saturar o material	Não definido	1ª Aplicação
Processo de Aplicação: Os Impregnantes deverão ser aplicados, de preferência, por imersão. Quando tal não for possível, poderão ser aplicadas à pistola ou por outro processo, de forma a saturar o material a tratar. O tratamento considera-se completo após a secagem completa dos materiais ignífugos.					
Verniz	Ignífugo	2	50	8h	2ª Aplicação
Processo de Aplicação: Pode ser aplicado com pistola convencional e airless, trincha ou rolo.					
A madeira deverá apresentar-se limpa e isenta de gorduras, assim como de quaisquer produtos que impeçam a penetração do produto. O seu aspecto final beneficiará se for previamente passada, manual ou mecanicamente, à lixa ou a palha de aço com o fim de, não se uniformizar a cor do suporte mas também cortar eventuais fibras salientes. A madeira deverá estar seca, admitindo-se um teor de água, máximo, de 10%.					
Verniz	-	2	40 - 80	24h	Acabamento
Processo de Aplicação: Rolo ou à trincha sobre a última demão de verniz.					
Deixar secar 24/48 horas para manipulação e 5 dias para cura completa.					
Sugestões de Produtos ⁽¹⁾ :	[20]; [21]; [22]; [23]; [24];				
⁽¹⁾ Esta numeração refere-se aos quadros 5.1 e 5.2 da pesquisa de mercado;					
Obs: Esta sugestão de produtos é meramente indicativa, sendo sempre necessária a consulta das fichas técnicas do produto e o contacto prévio com o fabricante.					

Quadro 6.2 – Esquema de Aplicação (Processo intumescente).

Esquema de Aplicação: Processo Intumescente					
Produto	Tipo de Protecção	Nº de Demãos	Espessura da camada (µm)	Tempo de secagem entre demãos	Fase de Aplicação
Preparação da Superfície: O substrato deve estar seco e absolutamente livre de pó, gordura, ceras ou outros contaminantes. Caso necessário, limpar a superfície com um desengordurante. Os acabamentos antigos devem ser decapados e removidos totalmente por lixagem. A humidade relativa da madeira deve estar abaixo dos 15%.					
Primário	Intumescente	1	50 - 100	6h - 8h	1ª Aplicação
Processo de Aplicação: Melhores resultados com pistola convencional, mas pode ser utilizado o airless, a trincha ou o rolo.					
Lixagem superfina, 6 a 8h após a aplicação.					
Verniz	Intumescente	1	80 -120	8h	2ª Aplicação
Processo de Aplicação: Melhores resultados com pistola convencional, mas pode ser utilizado o airless, a trincha ou o rolo.					
Não lixar a camada intermédia (2ª aplicação).					
Verniz	Intumescente	1	30 - 60	-	Acabamento
Processo de Aplicação: Melhores resultados com pistola convencional, mas pode ser utilizado o airless, a trincha ou o rolo.					
Deixar secar 24/48 horas para manipulação e 5 dias para cura completa.					
Sugestões de Produtos ⁽¹⁾ :	[7]; [8]; [9];				
⁽¹⁾ Esta numeração refere-se aos quadros 5.1 e 5.2 da pesquisa de mercado;					
Obs: Esta sugestão de produtos é meramente indicativa, sendo sempre necessária a consulta das fichas técnicas do produto e o contacto prévio com o fabricante.					

Quadro 6.3 – Esquema de Aplicação (Protecção mista com vernizes).

Esquema de Aplicação: Verniz Intumescente + Verniz Ignífugo					
Produto	Tipo de Protecção	Nº de Demãos	Espessura da camada (µm)	Tempo de secagem entre demãos	Fase de Aplicação
Preparação da Superfície: Aplicar sobre superfícies limpas e secas; Previamente é conveniente realizar uma lixagem superficial da madeira; Não aplicar com tempo húmido ou quando se preveja grande humidade nas 48 horas subsequentes à aplicação.					
Verniz	Intumescente	1/2	50 - 100	2h	1ª Aplicação
Processo de Aplicação: Pode ser aplicado com pistola convencional ou de airless, trincha ou rolo.					
Acabamento aplicado 72 h após a aplicação do intumescente; Aplicar sobre superfícies limpas e secas;					
Verniz	Ignífugo	1	20	-	Acabamento
Processo de Aplicação: Pode ser aplicado com pistola convencional ou de airless, trincha ou rolo.					
Sugestões de Produtos ⁽¹⁾ :	[3]; [4]; [5]; [12]; [13]; [14];[15]; [16]; [17];				
⁽¹⁾ Esta numeração refere-se aos quadros 5.1 e 5.2 da pesquisa de mercado;					
Obs: Esta sugestão de produto é meramente indicativa, sendo sempre necessário a consulta das fichas técnicas do produto e o contacto prévio com o fabricante.					

Quadro 6.4 – Esquema de Aplicação (Protecção mista com tintas).

Esquema de Aplicação: Tinta Intumescente + Tinta Ignífuga					
Produto	Tipo de Protecção	Nº de Demãos	Espessura da camada (µm)	Tempo de secagem entre demãos	Fase de Aplicação
Preparação da Superfície: Aplicar sobre superfícies limpas e secas; Previamente é conveniente realizar uma lixagem superficial da madeira; Não aplicar com tempo húmido ou quando se preveja grande humidade nas 48 horas subsequentes á aplicação.					
Primário ⁽¹⁾	Intumescente	1/2	300 - 800	2h - 8h	1ª Aplicação
Tinta	Intumescente	1/2	300 - 800	2h - 8h	2ª Aplicação
Processo de Aplicação: Pode ser aplicado com pistola convencional ou de airless, trincha ou rolo.					
Aplicar sobre superfícies limpas e secas; Ao aplicar o produto em caso de intempérie devem tomar-se as devidas precauções para que não se molhem as superfícies pintadas antes de estarem protegidas com a(s) demão(s) final de acabamento.					
Tinta	Ignífugo	1	30 - 60	-	Acabamento
Processo de Aplicação: Pode ser aplicado com pistola convencional ou de airless, trincha ou rolo.					
Sugestões de Produtos ⁽²⁾ :	[25]; [26]; [28]; [29]; [34]; [35];[36]; [37]; [39]; [40]; [41];				
⁽¹⁾ O primário a aplicar pode resultar da diluição da tinta intumescente com diluente definido na ficha técnica (utiliza-se em geral uma diluição a 10%)					
⁽²⁾ Esta numeração refere-se aos quadros 5.1 e 5.2 da pesquisa de mercado;					
Obs: Esta sugestão de produtos é meramente indicativa, sendo sempre necessária a consulta das fichas técnicas do produto e o contacto prévio com o fabricante.					

Convém referir sempre que a consulta das fichas técnicas dos produtos e o respectivo contacto com os fabricantes dos produtos é indispensável neste tipo de protecção, pois uma má aplicação dos produtos pode fazer com que a protecção fogo, em caso de incêndio, não actue nas melhores condições ou simplesmente não funcione, o que deita por terra todo o trabalho e investimento feito na protecção fogo dos elementos de madeira.

6.7. EXECUÇÃO DOS TRABALHOS

Os trabalhos de execução devem seguir as indicações da especificação técnica tipo, criada a partir das fichas técnicas dos vários produtos de protecção fogo, para aplicação de produtos ignífugos ou intumescentes que é apresentada no **Anexo II**, de modo a melhorar a qualidade de execução dos trabalhos, e respeitar o conjunto de medidas de segurança a tomar de modo a diminuir os riscos e a ocorrência de acidentes.

6.8. ESCOLHA DA SOLUÇÃO DE PINTURA/TRATAMENTO – REGRAS GERAIS

A madeira pelas suas características intrínsecas (branda, porosa, combustível, higroscópica e uma fonte de alimento para numerosos seres vivos) necessita de protecção, e assim as tintas e vernizes aumentam a dureza superficial da madeira, protegendo-a contra o desgaste produzido pelo uso, diminuindo os estragos produzidos por possíveis incêndios e travando a circulação de humidade no seu interior, mantendo a sua flexibilidade. Os teores de água correntes das peças de madeira são de 15 a 20% no exterior, e de 8 a 15% quando utilizada no interior, [12].

Todavia é importante salientar que a madeira não deve ser revestida logo depois de estar submetida a condições extremas de humidade ou seca, pois podem-se produzir tensões superficiais, que originam fissuras no recobrimento, que servirão posteriormente de entrada ou saída de humidade, não esquecendo em simultâneo os possíveis defeitos da madeira que causam mais problemas na altura de pintar pois poderão conter resina nos nós ou mesmo na própria madeira, caso não tenha sido bem tratada.

Quanto à porosidade, a única particularidade é a de escolher um correcto recobrimento, que uniformize a superfície, tendo em conta que uma boa raspagem e/ou lixagem favorece esta operação e diminui a quantidade de tinta necessária para cobrir de forma completa e uniforme as superfícies, aumentando a eficácia da protecção a utilizar.

Podem estabelecer-se dois grupos de produtos: tintas e vernizes. No Quadro 6.5 apresenta-se uma comparação entre esses dois grupos de produtos ao nível dos seguintes parâmetros: tipo de película, flexibilidade, degradação e manutenção.

Quadro 6.5 – Comparação entre tintas e vernizes.

	Tintas	Vernizes
Tipo de Película	Opaca	Transparente
Flexibilidade	Varia com a resina incorporada	Não acompanha os movimentos
Degradação	Lenta	Rápida
Manutenção	Exige que se elimine a capa anterior de pintura	Exige que se elimine a capa anterior de pintura

Para uma melhor compreensão e decisão sobre os produtos de protecção fogo a utilizar nos diversos elementos de madeira, o quadro 6.6 apresenta um conjunto de parâmetros, agrupados em duas famílias, os intumescentes e os Ignífugos, tais como o acabamento, a espessura da camada, a aplicação, a duração, os inconvenientes de cada um e as exigências mínimas requeridas para ambas as famílias, com o objectivo de se comparar os aspectos mais relevantes de cada uma delas.

Quadro 6.6 – Comparação entre os produtos ignífugos e intumescentes.

	Intumescentes	Ignífugos
Acabamento	Mais decorativo	Aspecto mais natural da madeira
Espessura da camada	Espessa	Fina
Aplicação	Interiores ou exteriores; Usual em elementos à vista	Recomendado para interiores; depende do teor de humidade ambiente
Duração	Depende do produto e das condições de aplicação	Depende do produto e das condições de aplicação (normalmente 5 anos)
Inconvenientes	Espessura mínima de eficácia; Sensibilidade à água; Maior cuidado na aplicação; Descoloração; Quando têm resinas na sua composição, libertam gases tóxicos.	Sensibilidade à humidade; Redução de durabilidade; Corrosão; Perda de propriedades mecânicas; Crescimento de Fungos.
Qualidades mínimas exigíveis:	Aderência; Facilidade de aplicação; Secagem rápida; Resistência à humidade; Resistência à intempérie (para o exterior).	

6.9. PROTECÇÃO FOGO – RECOMENDAÇÕES PRINCIPAIS

Após apresentação ao longo deste capítulo das várias formas de protecção fogo de madeira, justifica-se finalmente tecer algumas considerações finais sob a forma de recomendações de projecto e execução dos trabalhos.

Como tem sido referido ao longo do trabalho, a protecção fogo a realizar na madeira deve ser feita, com o objectivo de diminuir a probabilidade de ocorrência de incêndios e assegurar que as estruturas mantenham as exigências que lhe são solicitadas, de modo a permitir a evacuação em segurança das pessoas que se encontram dentro dos edifícios, em caso de incêndio.

Existem inúmeros produtos de protecção fogo que se pode utilizar, sendo necessário, em primeiro lugar, conhecer as condições em que está inserido o elemento de madeira a proteger, saber que tipos de produtos podem ser aplicados, e posteriormente aplicar estes mesmos produtos consultando o fabricante e respeitando as instruções dadas nas suas fichas técnicas.

A protecção fogo é muito importante especialmente em locais públicos, onde existe uma concentração muito grande de pessoas que, em caso de incêndio, necessitam de sair dos locais em segurança. Exemplos possíveis desses passam por salas de espectáculos, recintos desportivos, pavilhões industriais e hospitais, em que a protecção fogo pode ser muito variada, desde a utilização de produtos

intumescentes que possuem um leque de acabamentos variado, até aos produtos ignífugos que dão à madeira um aspecto mais natural.

Os intumescentes são muito utilizados para elementos de madeira à vista e podem ter acabamentos com produtos ignífugos, aliando assim as duas protecções para uma maior eficácia face a um incêndio. As coberturas de grandes vãos e as vigas e pilares de madeira são elementos onde se aplicam muitas vezes este tipo de protecção. Já os ignífugos, devido às suas características, são utilizados em elementos em que a função estrutural não tem significado, sendo mais focalizados para a decoração e protecção com películas mais limpas, com a finalidade de não propagar o fogo pela própria tinta.

Contudo, muitas vezes não se valoriza a importância dos tratamentos de protecção fogo e os detalhes construtivos até que apareçam os problemas, e se procurem culpas e soluções. Na hora de projectar e especificar qualquer elemento de madeira, poderá ser muito útil conhecer o custo da protecção fogo a efectuar, o qual não deve ser considerado como um custo separado do elemento em causa, mas sim como um factor do custo global.

É de todo o interesse proteger os elementos de madeira tendo em vista o futuro próximo. A protecção fogo poder-se-á revelar bem mais complicada e cara em determinadas situações. Um exemplo claro da importância da protecção fogo surge na construção de barcos de madeira, onde as pessoas em caso de incêndio não têm caminhos de evacuação a não ser saltar para água, e os meios de socorro demoram mais a chegar devido às circunstâncias evidentes. Neste caso a protecção fogo tem que ser muito bem projectada desde a fase de projecto, sendo a percentagem relativa a esta protecção muito importante no investimento global da construção do barco em comparação com outros elementos, onde a protecção fogo só é pensada no fim e é considerada somente se houver verbas para a sua execução.

Um exemplo diferente em que a protecção fogo pode já não ser fundamental, ocorre na realização de uma reabilitação num edifício com pavimentos, escadas e coberturas em madeira, onde é necessário reflectir objectivamente sobre a necessidade real de se aplicar qualquer tipo de protecção fogo. Poderá ser suficiente restaurar o imóvel de modo a conferir-lhe todas as propriedades que tinha à data da construção e ao mesmo tempo melhorar o desempenho global em muitos aspectos relacionados com a modernidade, com destaque para a melhoria do conforto e a introdução de infra-estruturas modernas.

Nos casos correntes, em geral, não se justificará a introdução de protecção fogo dos elementos de madeira, sendo suficiente introduzir meios automáticos de detecção de incêndio e a colocação de meios de extinção, manuais ou automáticos, consoante as circunstâncias de vigilância existentes e a possibilidade ou não de reacção humana imediata a uma situação de alarme.

É urgente introduzir nos regulamentos disposições objectivas sobre a segurança sobre incêndios em acções de reabilitação de edifícios antigos, não se afigurando razoável a aplicação dos regulamentos existentes para a construção nova, designadamente o mais recente regulamento de todos.

6.10. PROTECÇÃO FOGO E ACABAMENTO FINAL

Quando se pretende dar um acabamento final especial à madeira (mais decorativo) é necessário conhecer os produtos a aplicar e que tipo de acabamento se pretende para o elemento para se poder perceber a sua interligação com os restantes produtos pois, muitas vezes, numa peça de madeira só existe acabamento com produtos que não são preservadores da madeira nem protectores contra o fogo, ou os próprios produtos de protecção fogo funcionam como acabamento final, sendo esta situação mais comum em estruturas que ficam à vista.

Um aspecto fundamental está na origem dos produtos. Muitos fabricantes possuem uma gama completa de produtos, desde o impregnante até ao acabamento final. Mesmo que os produtos a aplicar tenham origens diferentes, é muito importante que sejam quimicamente compatíveis entre si, de modo a que não haja conflitos entre os compostos químicos dos diferentes produtos que possam causar falta de aderência entre eles ou a perda de propriedades importantes.

Deste modo, e sendo sempre necessário conhecer previamente a compatibilidade química dos produtos a aplicar, o acabamento a dar num elemento de madeira pode, em função da sua localização e fim a que se destina:

- Ser acabado com o próprio produto protector de fogo, sendo esta situação mais usual em estruturas à vista (apenas é aplicada a protecção fogo);
- Ser feito com um produto preservador da madeira, aplicado após o produto protector ao fogo (preservação e protecção fogo sem acabamento decorativo final);
- Ser feito com um produto normal de acabamento para a madeira sobre uma das duas situações concretas acabadas de enumerar (verniz ou tinta comum final sobre tratamentos).

Competirá a cada projectista, em cada situação concreta, projectar a solução mais adequada tendo em conta o desempenho pretendido e o orçamento disponível.

7

CONCLUSÃO

Apresentam-se neste capítulo as principais conclusões deste trabalho, incluindo algumas críticas e sugestões com vista à evolução na área da protecção fogo para elementos de madeira.

A temática sobre as soluções de protecção fogo em revestimentos estruturais ou não estruturais em madeira continua em constante desenvolvimento. Hoje em dia, surgem cada vez mais novos produtos de protecção fogo, tanto tintas e vernizes ignífugos, intumescentes, como novas soluções prontas a colocar em obra de modo a proteger a madeira, dando como exemplo os painéis de silicato de cálcio.

A protecção feita na madeira, recorrendo a produtos preservadores ou protectores de fogo, é muito influenciada pelos agentes degradadores, tais como o sol, a chuva, o vento, a acção do fogo e os compostos químicos. Com o avanço da ciência e da tecnologia, actualmente existem produtos que possuem na sua composição elementos que combatem os efeitos degradadores, melhorando as características da madeira de modo a aumentar o tempo de manutenção.

Esta degradação manifesta-se sobretudo na camada de acabamento, onde os produtos de protecção fogo têm cuidados de aplicação muito especiais. Existem produtos de acabamento que possuem elementos que combatem a propagação de um incêndio, tornando a madeira um material com melhor comportamento em termos de reacção e resistência ao fogo. Contudo, estes produtos reflectem uma maior preocupação no que diz respeito à sua aplicação. Pois, por serem mais sensíveis aos agentes degradadores, em comparação com os outros produtos de preservação mais comuns, necessitam ser projectados e aplicados com o máximo cuidado de modo a que, ao serem activados em caso de incêndio, a sua eficácia seja máxima, diminuindo os estragos que possam ser causados.

Estes produtos são aplicados na madeira de diversas formas, desde a incorporação de compostos durante o seu fabrico, aos que são introduzidos por impregnação em autoclave após o fabrico, seja em madeira maciça ou derivados de madeira, até aos que são aplicados após a instalação dos elementos de madeira onde surgem as tintas e os vernizes.

Independentemente do método de aplicação, estes produtos têm várias maneiras de proteger a madeira face ao fogo. As soluções mais comuns incluem produtos que podem converter os gases voláteis em gases não inflamáveis tais como vapor de água e CO₂, e outros que permitem formar uma barreira intumescente à superfície impedindo a propagação do calor para o interior da madeira ou libertar radicais livres que inibem a reacção de combustão e fazem baixar instantaneamente a temperatura de combustão.

Esta protecção é pensada, consoante a função do elemento e o meio onde está inserido, podendo haver soluções de revestimento que possuam mais de uma protecção fogo, de forma a melhorar a eficácia das mesmas quando entram em funcionamento na eventualidade de um fogo.

Ao nível dos produtos ignífugos, estes são aplicados normalmente já na fase de acabamento da construção sobre a superfície das peças de madeira, e destinam-se a evitar a formação de chamas. São utilizados em superfícies de elementos que não suportem cargas e que interessa que estejam decoradas e protegidas com películas mais limpas, com a finalidade de não propagar o fogo pela própria tinta.

Os produtos intumescentes são formulados com resinas em solução, ou com soluções aquosas, em que as matérias-primas e aditivos que conferem a intumescência são muito especiais. O revestimento intumescente ajuda a conservar durante bastante tempo, em condições de fogo muito intenso, a capacidade de suporte de cargas de elementos estruturais e a sua capacidade de isolamento e estanquidade, e têm a vantagem de permitir um acabamento muito mais decorativo, requerendo a aplicação de uma camada muito mais espessa, mas cujo volume não aumenta pela acção do calor causada por um eventual incêndio.

Os produtos a utilizar podem ser provenientes de uma marca que possua uma linha completa para a protecção da madeira, desde os impregnantes até ao acabamento, ou serem de origens diferentes mas, nas duas situações, é muito importante que sejam quimicamente compatíveis entre si, de modo a que não haja conflitos entre os compostos químicos dos diferentes produtos, e possam causar falta de aderência entre eles ou a perda das suas propriedades.

Nas últimas décadas, o aparecimento e a popularização dos derivados de madeira lançou novos desafios na área dos acabamentos e da protecção ao fogo. Como já foi referido anteriormente, no seu fabrico podem ser incluídos compostos que melhorem a sua reacção e resistência ao fogo, podendo não ser necessário efectuar nenhum acabamento com outros produtos que tenham a mesma finalidade. A preocupação centra-se quando, ao aplicar produtos de protecção fogo, estes não interajam com os químicos utilizados no fabrico dos derivados de madeira, sendo necessário que os fabricantes forneçam indicações e recomendações a esse respeito.

Na formulação de um acabamento, a par da madeira, as tintas e os vernizes são figuras principais. Uma tinta é constituída essencialmente por pigmentos, veículo fixo, veículo volátil e aditivos. A classificação das tintas pode ser feita de acordo com diversos critérios, como se resumiu no capítulo 4 da presente dissertação.

Para o enquadramento do tema, foi realizada uma pesquisa de mercado que permitiu apresentar uma lista variada de produtos utilizados para a protecção fogo de elementos de madeira, tendo sido as respectivas fichas técnicas analisadas para produzir quadros com sugestões de aplicação, consoante o elemento de madeira e o tipo de protecção que se quer aplicar.

Na realização da pesquisa de mercado surgiu a primeira crítica que diz respeito à falta de resposta por parte dos fabricantes, sobretudo ao nível do mercado Espanhol, quando lhe foram solicitadas informações sobre os seus produtos, provavelmente por falta de interesse das próprias empresas em fornecer este tipo de dados a quem necessita, por falta de gestão dos departamentos de apoio ao cliente, ou simplesmente por má gestão dos seus sites, ficando a opinião ao critério de cada pessoa. Convém frisar que estas soluções não são tão usuais em comparação, por exemplo, com tratamentos preventivos e curativos de preservação da madeira, o que também pode ser uma das causas da falta de informação disponível. Contudo, esta condicionante não impediu de se efectuar uma boa pesquisa abrangendo um vasto conjunto de produtos aplicáveis, para estes tipos de protecções.

Outro inconveniente que apareceu na análise das fichas técnicas foi a diversidade de formatos das mesmas com informação variada e muitas vezes incompleta, com uma vertente mais comercial e não profissional o que pode conduzir, com elevada probabilidade, a situações de má escolha e aplicação do produto, e por sua vez a situações de má qualidade. É também necessário referir que a qualidade das

fichas de produtos provenientes da Espanha é superior em comparação com o mercado Nacional, o que leva a salientar que o nosso mercado necessita de crescer ao nível da definição e caracterização técnica dos produtos específicos para este tipo de tratamento.

Com a diversidade de informação existente nas fichas técnicas, e com a finalidade de melhorar a qualidade de aplicação dos produtos de protecção fogo nos elementos de madeira, foram elaborados esquemas de aplicação para os vários tipos de protecção fogo, desde a protecção completa com produtos ignífugos ou intumescentes até às aplicações mistas, com produtos intumescentes na base e acabamento com produtos ignífugos de modo a melhorar a eficácia da protecção fogo face a um incêndio. É muito importante referir que a consulta das fichas técnicas dos produtos e o respectivo contacto com os fabricantes dos produtos é indispensável neste tipo de protecção. Uma má aplicação dos produtos pode fazer com que a protecção fogo, em caso de incêndio, não actue nas melhores condições ou simplesmente não funcione, o que deita por terra todo o trabalho e investimento feito na protecção fogo dos elementos de madeira.

Sendo a protecção fogo para elementos de madeira um tema actualmente pouco desenvolvido, procurou-se criar uma especificação técnica geral para este tipo de produtos com o intuito de se criar um conjunto de indicações a ter em conta na sua aplicação, no seu manuseamento e armazenamento bem como um conjunto de medidas de segurança a tomar de modo a diminuir os riscos e a ocorrência de acidentes.

É necessário mentalizar os agentes da construção quanto ao problema da protecção fogo como uma etapa importante, e por vezes indispensável, na construção civil, e não como um factor irrelevante que eventualmente possa ser esquecido.

Uma vez que os defeitos, e em geral a não-qualidade, ao nível da aplicação de produtos de protecção fogo em elementos de madeira, se devem muito à incorrecta eleição das soluções de protecção ou à sua aplicação de forma inadequada, será necessário criar melhores condições de escolha bem como procurar desenvolver as especificações tipo para estes produtos com vista à futura evolução neste campo, onde se pode criar, a título indicativo, uma base de dados com todos estes produtos de modo a auxiliar as pessoas que se encontram fora do âmbito da Engenharia Civil e que necessitem de escolher uma solução adequada de protecção fogo para um elemento de madeira.

Bibliografia

- [1] COSTA, A., *Colectâneas de anatomia da madeira*, 2001.
- [2] SARDINHA, AUGUSTO MANUEL, *Ciência e Tecnologia dos Materiais*. UTAD, 1988.
- [3] SARDINHA, A., *Ciência e Tecnologia dos Materiais – A madeira*. FEUP, 2005.
- [4] SOUSA COUTINHO, JOANA, *Materiais de Construção I – Madeiras*. FEUP, 2004.
- [5] CARLOS FERREIRA DE CASTRO E JOSÉ BARREIRA ABRANTES, *Manual de Segurança Contra Incêndios em Edifícios*. Escola Nacional de Bombeiros, Sintra, 2009.
- [6] *Regulamento de Segurança contra Incêndios em Edifícios - Decreto-Lei n.º 220/2008 de 12 de Novembro*. Diário da República, 2008.
- [7] *Portaria n.º 1532/2008*. Diário da República, 2008.
- [8] EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION, *Eurocode 5: Design of Timber Structures - Part 1-2: General - Structural fire design*. Novembro, 2004.
- [9] SOUSA, CARLOS FILIPE FERREIRA DE, *Elementos de Apoio às Aulas teórico-práticas*. FEUP, 2006.
- [10] DOMINIQUE GAUZIN-MÜLLER, *le Bois Dans la Constrution*. Moniteur, 1993.
- [11] GAY, PATRICK, *L'atlas du Bois*. Edition de Monza, Julho, 2001.
- [12] MARQUES, ISABEL E RODRIGUES, PAULA, *Tintas, Vernizes e Revestimentos por Pintura para a Construção Civil*. LNEC, 1998.
- [13] CACHIM, PAULO BARRETO, *Construções em Madeira – A madeira como Material de Construção*. Publindústria, 2001.
- [14] PERAZA SANCHÉZ, FERNANDO, *Protección Preventiva de la Madera*. Asociación de Investigación Técnica de las Industrias de la Madera y Corcho, 2001.
- [15] PERAZA SANCHÉZ, FERNANDO, *La Madera y el Fuego*. AITIM – ENERO, 1994.
- [16] SILVA, JOÃO PAULO, *Especificações de Tratamentos de Preservação para Elementos de Madeira*, Mestrado Integrado em Engenharia Civil - 2007/2008 - Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, 2008.
- [17] OLIVEIRA, DALILA MOURA, *Especificações de Elementos Pintados ou Envernizados para Elementos Construtivos Exteriores em Madeira*, Mestrado Integrado em Engenharia Civil - 2007/2008 - Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, 2008.
- [18] AMORIM FARIA, JOÃO NEGRÃO, *Projecto de Estruturas de Madeira*, Publindústria, 2009.
- [19] DE CASTRO, ANDRÉ, *Uma investigação Teórico-Experimental da Combustão de Madeira*, Dissertação de Mestrado do Curso de Pós-Graduação em Propulsão e Combustão. INPE, São José dos Campos, 2009.
- [20] GOMES PINTO, TIAGO MANUEL, *Estudo de tintas intumescentes na protecção de elementos estruturais em condições de incêndio*, Escola Superior de Tecnologia e Gestão do Instituto Politécnico de Bragança. 2006.

- [21] MARINHO MARQUES, LUIS EDUARDO MENEZES, *O Papel da Madeira na Sustentabilidade da Construção*, Mestrado Integrado em Engenharia Civil - 2007/2008 - Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, 2008.

Pesquisa Bibliográfica na internet

- [22] www.conhecendoamadeira.com, Site brasileiro com explicações sobre a física das madeiras. Abril, 2010.
- [23] www.ipv.pt/millennium/Millennium36/8.pdf, Documento sobre a preservação da Madeira em Portugal. Março, 2010.
- [24] www.madeira.ufpr.br/disciplinasklock/.../composicaoquimica.ppt, Site brasileiro que retrata a composição química da madeira – Apontamentos teóricos. Março, 2010.
- [25] www2.ufp.pt/~jguerra/PDF/.../Derivados%20de%20Madeira.pdf, Apontamentos teóricos sobre derivados da madeira. Maio, 2010.
- [26] rpee.lnec.pt/Ficheiros/pg45_r.pdf, Artigo científico do LNEC sobre estruturas lameladas coladas, Maio de 2010.
- [27] mestrado-reabilitacao.faa.utl.pt/.../HCruzMadeiramaterial1.pdf, Apontamentos teóricos sobre a madeira e sua constituição. Abril, 2010.
- [28] www.estig.ipbeja.pt/~pdnl/Sub.../Madeiras_propriedades.pdf, Apontamentos teóricos sobre madeiras da Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Beja. Março, 2010.
- [29] www.tria.pt/ppci/index.php?sc=biblioteca&page=N03-AT02, Artigo científico sobre o fogo na madeira. Abril, 2010.
- [30] <http://www.arq.ufsc.br/arq5661/Madeiras/historia.html>, Março, 2010.
- [31] http://www.strutora.com.br/news_02.php, Março, 2010.
- [32] www.anet.pt/.../ANET-EUROCLASSES%202009%20Funchal-Eng.Pina_dos_santos.pdf, Artigo científico sobre ensaios de reacção ao fogo. Abril, 2010.
- [33] <http://www.serc-europe.com/serc/portugues/ppci/SERC%20DOC.010.R1-Euroclasses%20de%20Resistencia%20ao%20Fogo.pdf>, Documento sobre as euroclasses de resistência ao fogo. Abril, 2010.
- [34] <http://www.serc-europe.com/serc/portugues/ppci/SERC%20DOC.009.R0-Euroclasses%20de%20Reacao%20ao%20Fogo.pdf>, Documento sobre as Euroclasses de reacção ao fogo. Abril, 2010.
- [35] www.estg.ipleiria.pt/.../322613_RESISTENCIA%20AO%20FOG_438e1d6b9c9ab.pdf, Artigo sobre a resistência ao fogo da madeira do Instituto Politécnico de Leiria. Março, 2010.
- [36] <http://www.piniweb.com.br/construcao/noticias/taxa-de-carbonizacao-da-madeira-x-resistencia-ao-fogo-79514-1.asp>, Artigo sobre a taxa de carbonização e resistência ao fogo, Abril, 2010.
- [37] http://www.consulfogo.pt/home/index2.php?option=com_docman&task=doc_view&gid=2&Itemid=43, Artigo sobre a madeira e as suas aplicações nobres. Abril, 2010.
- [38] <http://www.precongoias.com.br/userfiles/WALL%20SIST%20CONSTR.pdf>, Artigo brasileiro sobre sistemas construtivos. Março, 2010.
- [39] www.ceja.educagri.fr/por/enseignant/livret5/forpt_1.pdf, Site sobre as florestas na Europa. Abril, 2010.

- [40] <http://www.pinhalnova.pt/>. Maio, 2010.
- [41] <http://www.archchemicals.com/Fed/WOLW/Products/FireRetardants/Dricon/default.htm>. Abril, 2010.
- [42] www.ganadorpinturas.com.ar/especial_ABign_trans.htm. Pesquisa de Mercado. Maio, 2010.
- [43] www.barbot.pt/.../Fire_Control_-_Verniz_Aq._Intumescente_e_Ignifugo.pdf. Pesquisa de Mercado. Maio, 2010.
- [44] http://www.barbot.pt/arq/fich/FIRE_CONTROL_INTUMESCENTE_AQUOSO_0.pdf. Pesquisa de Mercado. Maio, 2010.
- [45] [http://cinweb.cin.pt/CIN/Qualidade/GestTecProt.nsf/0/775f2b2ca8a197a7c125750f0029ac45/\\$FILE/7G-330.pdf](http://cinweb.cin.pt/CIN/Qualidade/GestTecProt.nsf/0/775f2b2ca8a197a7c125750f0029ac45/$FILE/7G-330.pdf). Pesquisa de Mercado. Maio, 2010.
- [46] [http://cinweb.cin.pt/CIN/Qualidade/GestTecProt.nsf/0/8ab70230c16460efc12575a500516abd/\\$FILE/7B-730.pdf](http://cinweb.cin.pt/CIN/Qualidade/GestTecProt.nsf/0/8ab70230c16460efc12575a500516abd/$FILE/7B-730.pdf). Pesquisa de Mercado. Maio, 2010.
- [47] [http://cinweb.cin.pt/CIN/Qualidade/GestTecProt.nsf/0/a5044204e159de22c12574e50036f95f/\\$FILE/7G-866.pdf](http://cinweb.cin.pt/CIN/Qualidade/GestTecProt.nsf/0/a5044204e159de22c12574e50036f95f/$FILE/7G-866.pdf). Pesquisa de Mercado. Maio, 2010.
- [48] [http://cinweb.cin.pt/CIN/Qualidade/GestTecProt.nsf/0/ADE93CE9B2DE9825C12574E9002B3C14/\\$File/7G-865.PDF](http://cinweb.cin.pt/CIN/Qualidade/GestTecProt.nsf/0/ADE93CE9B2DE9825C12574E9002B3C14/$File/7G-865.PDF). Pesquisa de Mercado. Maio, 2010.
- [49] [http://cinweb.cin.pt/CIN/Qualidade/GestTecProt.nsf/0/52b37d2cc2d823bc80257268004ed32a/\\$FILE/7I-105.pdf](http://cinweb.cin.pt/CIN/Qualidade/GestTecProt.nsf/0/52b37d2cc2d823bc80257268004ed32a/$FILE/7I-105.pdf). Pesquisa de Mercado. Maio, 2010.
- [50] www.kelcot.com/fichas_tecnicas/pinturas/KELCOT-I-5000.doc. Pesquisa de Mercado. Maio, 2010.
- [51] http://www.construnario.com/diccionario/swf/26230/10%20CONSERVACI%C3%93N%20INDUSTRIAL/10_6%20Protecci%C3%B3n%20contra%20el%20Fuego/165%20Pintura%20Intumescente.pdf. Pesquisa de Mercado. Maio, 2010.
- [52] <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:CiQDE10se-IJ:www.inoxnet.com/construtintas/files/165%2520Tinta%2520Intumescente.doc+165.0525&cd=1&hl=pt-PT&ct=clnk&gl=pt>. Pesquisa de Mercado. Maio, 2010.
- [53] <http://www.inoxnet.com/construtintas/files/179Tinta%20Ignifuga.doc>. Pesquisa de Mercado. Maio, 2010.
- [54] www.rikor.pt. Pesquisa de Mercado. Maio, 2010.
- [55] www.robbialac.pt. Pesquisa de Mercado. Maio, 2010.
- [56] <http://www.sintoplast.com/productos.php?parentCategoryId=20&categoryId=25&id1=20&id2=25>. Pesquisa de Mercado. Maio, 2010.
- [57] http://www.rudolf-hensel.de/cms/front_content.php?idcat=48&lang=2. Pesquisa de Mercado. Maio, 2010.
- [58] [http://cinweb.cin.pt/ls/qualidade/gesttecls.nsf/fd87c066c4ebb8fd802567fa003e7a00/04845abc2646e660802575610055da3f/\\$FILE/7G-330_P_.pdf](http://cinweb.cin.pt/ls/qualidade/gesttecls.nsf/fd87c066c4ebb8fd802567fa003e7a00/04845abc2646e660802575610055da3f/$FILE/7G-330_P_.pdf). Pesquisa de Mercado. Maio, 2010.
- [59] <http://www.tahi.pt/>. Pesquisa de Mercado. Maio, 2010.
- [60] <http://www.teprocil.com/Produtos/Antifogo/tabid/262/language/pt-PT/Default.aspx>. Pesquisa de Mercado. Maio, 2010.

- [61] <http://www.teais.es>, Pesquisa de Mercado. Maio, 2010.
- [62] <http://www.tintaskar.com.pt/index.swf>, Pesquisa de Mercado. Maio, 2010.
- [63] http://www.construlink.com/Homepage/2003_GuiaoTecnico/Ficheiros/gt_446_construlink_38_2007_09_13.pdf, Pesquisa de Mercado. Maio, 2010.
- [64] http://www.sita.cv/sita/index2.php?option=com_docman&task=doc_view&gid=142&Itemid=258, Pesquisa de Mercado. Maio, 2010.
- [65] http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Holz_querschnitt.jpg, Março, 2010.
- [66] <http://www.clicrbs.com.br>, Junho, 2010.
- [67] <http://www.trada.co.uk/images/topics/engineeredwood/lvl.jpg>, Junho, 2010.
- [68] <http://futureeng.wdfiles.com>, Junho, 2010.
- [69] http://www.finehomebuilding.com/CMS/uploadedImages/Images/Homebuilding/Departments/021188wd102-02_med.jpg, Junho, 2010.
- [70] <http://www.naturalsciences.org/files/beams.jpg>, Junho, 2010.
- [71] <http://www.madeiragasometro.com.br/blog/wp-content/uploads/2010/02/aglomerado-de-madeira.jpg>, Junho, 2010.
- [72] http://eurasiansupply.com/eurasianconstruction/images/OSB-Oriented_Strand_Board.jpg, Maio, 2010.
- [73] http://josbdone07.josbdone.com/img/osb_bg.jpg, Maio, 2010.
- [74] <http://img258.imageshack.us/i/contraplacados1nb9.jpg>, Maio, 2010.
- [75] <http://www.espacointemporal.net/images/M1PI/piscina-e-atelier.gif>, Maio, 2010.
- [76] http://images03.olx.pt/ui/4/96/42/1266526143_25589442_1-Fotos-de-CASAS-DE-MADEIRA-EN-KIT-MODULARES-E-CANADIENSES.jpg, Abril, 2010.
- [77] http://1.bp.blogspot.com/_ZJFWv4IwVzI/SnBeLB2OjHI/AAAAAAAAAbk/9nQw6xwm0Ec/s400/casa+de+madeira7.jpg, Abril, 2010.
- [78] http://www.tecniwood.pt/xFiles/scContentDeployer_pt/images/image122.gif, Abril, 2010.
- [79] <http://goodlook1.files.wordpress.com/2009/05/i109446.jpg>, Abril, 2010.
- [80] http://2.bp.blogspot.com/_9CdSPd6putA/SWHZIwx31rI/AAAAAAAAAADU/jXH6VzCq8P8/s400/8a3b8b06b2.jpg, Abril, 2010.
- [81] http://brastemp.casa.abril.com.br/imagem/mt_portas_madeira_01p.jpg, Maio, 2010.
- [82] http://www.hotfrog.com.br/Uploads/PressReleases/Telhados-Coberturas-Calhas-e-Rufos-11-9944-2457-31642_image.jpg, Maio, 2010.
- [83] http://ubiquidade.com/blog/wp-content/uploads/2008/02/ferreiros_cobertura_2007_10_06b.jpg, Maio, 2010.
- [84] <http://www.contextomarcenaria.com.br/fotos/lambri.JPG>, Maio, 2010.
- [85] <http://images.quebarato.com.br>, Maio, 2010.
- [86] http://www.colicapela.pt/projectos/PE02_07%20-%20Cobertura%20do%20Polidesportivo%20da%20Agua%20da%20Pena/09-05-07_1452.jpg, Junho, 2010.

- [87] http://img.alibaba.com/photo/100128407/Building_Wooden_Boats.jpg, Junho, 2010.
- [88] <http://www.desideratto.com/wp-content/uploads/moveis-shimna.jpg>, Junho, 2010.
- [89] <http://es.i.uol.com.br/madeiradecoracaodiv540.jpg>, Junho, 2010.
- [90] <http://rsurgente.zip.net/images/postes.jpg>, Junho, 2010.
- [91] http://www.irpa.com.br/images/postes_eucalipto.jpg, Junho, 2010.

ANEXO I

QUADROS RESUMO DA CLASSIFICAÇÃO DE RESISTÊNCIA AO FOGO DOS MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO

Neste anexo apresenta-se um resumo da classificação da resistência ao fogo dos produtos de construção, tal como definido no Anexo II do Decreto-lei 220/2008 de 12 de Novembro, onde a sua simbologia pode ser vista no capítulo 2 (quadro 2.6).

1 - Elementos com funções de suporte de carga e sem função de compartimentação resistente ao fogo										
Aplicável a:	Paredes, pavimentos, coberturas, vigas, pilares, varandas, escadas, passagens									
Norma (s)	EN 13501-2; EN 1365-1, 2, 3, 4, 5, 6; EN 1992-1.2; EN 1993-1.2; EN 1994-1.2; EN 1995-1.2; EN 1996-1.2; EN 1999-1.2									
Classificação (em minutos):										
R	15	20	30	45	60	90	120	180	240	360

2 - Elementos com funções de suporte de carga e com função de compartimentação resistente ao fogo										
Aplicável a:	Paredes									
Norma (s)	EN 13501-2; EN 1365-1; EN 1992-1.2; EN 1993-1.2; EN 1994-1.2; EN 1995-1.2; EN 1996-1.2; EN 1999-1.2									
Classificação (em minutos):										
RE		20	30		60	90	120	180	240	
REW		20	30		60	90	120	180	240	
REI	15	20	30	45	60	90	120	180	240	
REI-M			30		60	90	120	180	240	

Aplicável a:	Pavimentos e coberturas									
Norma (s)	EN 13501-2; EN 1365-2; EN 1992-1.2; EN 1993-1.2; EN 1994-1.2; EN 1995-1.2; EN 1999-1.2									
Classificação (em minutos):										
RE		20	30		60	90	120	180	240	
REI	15	20	30	45	60	90	120	180	240	

3 - Produtos e sistemas para protecção de elementos ou partes de obras com funções de suporte de carga	
Aplicável a:	Tectos sem resistência independente ao fogo
Norma (s)	EN 13501-2; EN 13381-1
Classificação: expressa nos mesmos termos do elemento que é protegido	
Notas	Se também cumprir os critérios relativamente ao fogo "seminatural", o símbolo «sn» é acrescentado à classificação.

Aplicável a:	Revestimentos, revestimentos exteriores e painéis de protecção contra o fogo
Norma (s)	EN 13501-2; EN 13381-2 a 7
Classificação: expressa nos mesmos termos do elemento que é protegido	

4 - elementos ou partes de obras sem funções de suporte de carga e produtos a eles destinados										
Aplicável a:	Divisórias (incluindo divisórias com porções não isoladas)									
Norma (s)	EN 13501-2; EN 1364-1; EN 1992-1.2; EN 1993-1.2; EN 1995-1.2; EN 1996-1.2; EN 1999-1.2									
Classificação (em minutos):										
E		20	30		60	90	120			
EI	15	20	30	45	60	90	120	180	240	
EI-M			30		60	90	120			
EW		20	30		60	90	120			

Aplicável a:	Tectos com resistência independente ao fogo									
Norma (s)	EN 13501-2; EN 1364-2									
Classificação (em minutos):										
EI	15		30	45	60	90	120	180	240	
Notas	A classificação é complementada por "(a→b)", "(b→a)" ou "(a↔b)", indicando se o elemento foi ensaiado e cumpre os critérios para o fogo de cima, de baixo ou para ambos.									

Aplicável a:	Fachadas e paredes exteriores (incluindo elementos envidraçados)									
Norma (s)	EN 13501-2; EN 1364-3, 4, 5, 6; EN 1992-1.2; EN 1993-1.2; EN 1995-1.2; EN 1996-1.2; EN 1999-1.2									
Classificação (em minutos):										
E	15		30		60	90	120			
EI	15		30		60	90	120			
EW		20	30		60					
Notas	A classificação é complementada por "(i→o)", "(o→i)" ou "(i↔o)" consoante cumram os critérios para o fogo interior, exterior ou para ambos. Onde aplicável, estabilidade mecânica significa que não há partes em colapso passíveis de causar danos pessoais durante o período da classificação E ou EI.									

Aplicável a:	Pisos falsos									
Norma (s)	EN 13501-2; EN 1366-6									
Classificação (em minutos):										
R	15		30							
RE			30							
REI			30							
REW			30							
Notas	A classificação é complementada pela adição do sufixo "f", indicando resistência total ao fogo, ou do sufixo "r", indicando exposição apenas à temperatura constante reduzida.									

Aplicável a:	Vedações de aberturas de passagem de cabos e tubagens									
Norma (s)	EN 13501-2; EN 1366-3, 4									
Classificação (em minutos):										
E	15		30	45	60	90	120	180	240	
EI	15	20	30	45	60	90	120	180	240	

Aplicável a:	Portas e portadas corta-fogo e respectivos dispositivos de fecho (incluindo as que comportem envidraçados e ferragens)									
Norma (s)	EN 13501-2; EN 1634-1									
Classificação (em minutos):										
E	15	20	30	45	60	90	120	180	240	
EI	15	20	30	45	60	90	120	180	240	
EW		20	30		60					
Notas	A classificação I é complementada pela adição dos sufixos "1" ou "2" consoante a definição do isolamento utilizada. A adição do símbolo "C" indica que o produto satisfaz também o critério de fecho automático (ensaio pass/fail) ⁽¹⁾ .									
⁽¹⁾ A classificação "C" deve ser complementada pelos dígitos 0 a 5, de acordo com a categoria utilizada; os pormenores devem ser incluídos na especificação técnica relevante do produto.										

Aplicável a:	Portas de controlo do fumo
Norma (s)	EN 13501-2; EN 1634-3
Classificação: S ₂₀₀ ou S _a (consoante as condições de ensaio cumpridas).	
Notas	A adição do símbolo "C" indica que o produto satisfaz também o critério de fecho automático (ensaio pass/fail) ⁽¹⁾ .
⁽¹⁾ A classificação "C" deve ser complementada pelos dígitos 0 a 5, de acordo com a categoria utilizada; os pormenores devem ser incluídos na especificação técnica relevante do produto.	

Aplicável a:	Obturadores para sistemas de transporte contínuo por correias ou carris									
Norma (s)	EN 13501-2; EN 1366-7									
Classificação (em minutos):										
E	15		30	45	60	90	120	180	240	
EI	15	20	30	45	60	90	120	180	240	
EW		20	30		60					
Notas	A classificação I é complementada pela adição dos sufixos "1" ou "2" consoante a definição do isolamento utilizada. A adição do símbolo "C" indica que o produto satisfaz também o critério de fecho automático (ensaio pass/fail) ⁽¹⁾ .									
⁽¹⁾ A classificação "C" deve ser complementada pelos dígitos 0 a 5, de acordo com a categoria utilizada; os pormenores devem ser incluídos na especificação técnica relevante do produto.										

Aplicável a:	Obturadores para sistemas de transporte contínuo por correias ou carris									
Norma (s)	EN 13501-2; EN 1366-7									
Classificação (em minutos):										
E	15	20	30	45	60	90	120	180	240	
EI	15	20	30	45	60	90	120	180	240	
Notas	A classificação é complementada por "(i→o)", "(o→i)" ou "(i↔o)" consoante cumram os critérios para o fogo interior, exterior ou para ambos. Os símbolos "v _e " e ou "h ₀ " indicam, além disso, a adequação a uma utilização vertical e/ou horizontal.									

Aplicável a:	Chaminés
Norma (s)	EN 13501-2; EN 13216
Classificação: G + distância (mm) (por exemplo, G50)	
Notas	Distância não exigida aos produtos de construção de encastrar.

Aplicável a:	Revestimentos para paredes e coberturas
Norma (s)	EN 13501-2; EN 13381-8
Classificação: K	
Notas	Ensaio pass/fail.

5 - Produtos destinados a sistemas de ventilação (excluindo exaustores de fumo e de calor)										
Aplicável a:	condutas de ventilação									
Norma (s)	EN 13501-3; EN 1366-1									
Classificação (em minutos):										
E			30		60					
EI	15	20	30	45	60	90	120	180	240	
Notas	A classificação é complementada por "(i→o)", "(o→i)" ou "(i↔o)" consoante cumram os critérios para o fogo interior, exterior ou para ambos, respectivamente. Os símbolos "v _e " e/ou "h ₀ " indicam, além disso, a adequação a uma utilização vertical e/ou horizontal. A adição do símbolo "S" indica o cumprimento de uma restrição suplementar às fugas.									

Aplicável a:	Registos corta-fogo									
Norma (s)	EN 13501-3; EN 1366-2									
Classificação (em minutos):										
E			30		60	90	120			
EI	15	20	30	45	60	90	120	180	240	
Notas	A classificação é complementada por "(i→o)", "(o→i)" ou "(i↔o)" consoante cumpram os critérios para o fogo interior, exterior ou para ambos, respectivamente. Os símbolos "v _e " e/ou "h ₀ " indicam, além disso, a adequação a uma utilização vertical e/ou horizontal. A adição do símbolo "S" indica o cumprimento de uma restrição suplementar às fugas.									

6 - Produtos incorporados em instalações										
Aplicável a:	Cabos eléctricos e de fibra óptica e acessórios; Tubos e sistemas de protecção de cabos eléctricos contra o fogo									
Norma (s)	EN 13501-3									
Classificação (em minutos):										
P	15		30		60	90	120			

Aplicável a:	Cabos ou sistemas de energia ou sinal com pequeno diâmetro (menos de 200 mm e com condutores de menos de 2,5 mm ²)									
Norma (s)	EN 13501-3; EN 50200									
Classificação (em minutos):										
PH	15		30		60	90	120			

SIMBOLOGIA DA CLASSIFICAÇÃO DA RESISTÊNCIA AO FOGO

R	Capacidade de suporte de carga;
E	Estanquidade a chamas e gases quentes;
I	Isolamento térmico;
W	Radiação;
M	Acção mecânica;
C	Fecho automático;
S	Passagem de fumo;
P PH	Continuidade de fornecimento de energia e ou de sinal;
G	Resistência ao fogo;
K	Capacidade de protecção contra o fogo.

ANEXO II

ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA TIPO

PROTECÇÃO FOGO PARA MADEIRAS – ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA TIPO

1. DEFINIÇÃO DO MATERIAL

Verniz, primário, tinta ou esmalte aplicado geralmente como primeira camada de acabamento (quando aplicável) sobre todo o tipo de elementos de madeira, com a finalidade de lhes conferir uma protecção contra o fogo e outras características gerais, tais como a cor final, brilho e a resistência à abrasão, entre outras.

2. DOMÍNIO DE APLICAÇÃO

A aplicação de um produto de protecção fogo para elementos estruturais ou não estruturais, incluindo as casas de madeira utiliza-se sempre que se quer proteger a mesma contra possíveis incêndios, criando condições de evacuação em segurança das pessoas que estejam em risco.

De acordo com a definição dos termos usados em Segurança contra Incêndios, podem definir-se como substâncias adicionadas ou tratamentos aplicados a um material a fim de atrasar a ignição ou para reduzir o grau de desenvolvimento da combustão.

Além da protecção que os produtos apresentam, existem outros motivos pelos quais é importante a aplicação de um acabamento sobre peças de madeira. São eles:

- Protecção: com o emprego de tintas ou vernizes, é possível aumentar a durabilidade da madeira, reduzindo os custos de manutenção e reparação;
- Anti-corrosão: as tintas e os vernizes podem travar a alteração da madeira por efeitos do meio ambiente;
- Limpeza e Sanidade: as superfícies menos porosas são em geral mais fáceis de limpar.

Todas estas razões apresentadas, são incrementadas quando se trata de madeiras no exterior, pois o material está sujeito a agressões maiores, pela humidade, pelo sol, e pelo meio ambiente em geral. Por esse motivo, existem tintas e vernizes que apenas podem utilizar-se no interior, por não terem sido formuladas para as exigências no exterior, onde essa condição deve ser sempre respeitada.

3. CARACTERÍSTICAS

3.1. Características gerais do acabamento da madeira

Os produtos de protecção fogo distinguem-se entre si, fundamentalmente, em função do seu tipo de protecção, da sua natureza química, do solvente que utilizam e do acabamento que apresentam.

De um modo geral, o acabamento da madeira deve obedecer a um certo número de condições fundamentais:

- Espessura uniforme por demão;
- Facilidade de aplicação;
- Fraca toxicidade;
- Secagem rápida;
- Boa aderência à base;
- Estabilidade de cor;
- Boa resistência aos agentes degradadores e à lavagem;
- Bom rendimento;
- Melhoramento da inflamabilidade da madeira.

3.2 Características Físicas Principais

As características físicas principais de uma tinta ou verniz são:

- Acabamento;
- Brilho;
- Cor;
- Mecanismo de secagem;
- Teor de sólidos em volume;
- Diluente;
- Preparação do produto;
- Diluição para aplicação;
- Tempo de repintura;
- Número de demãos aconselhadas;
- Modo de aplicação;
- Ponto de inflamação;
- Rendimento (teórico e prático);
- Compostos orgânicos voláteis (COV).

4. APLICAÇÃO

4.1. Obrigatoriedade

Sempre que, na ficha técnica, exista omissão de informação ou alguma dúvida sobre a sua composição ou modo de aplicar, é necessário contactar sempre o fabricante para se efectuar uma correcta aplicação e garantir que esta protecção, ao ser activada em caso de incêndio, funcionará nas melhores condições.

4.2. Condições Prévias

Antes da aplicação de qualquer produto, é necessário preparar a superfície. Nesse sentido, a primeira coisa a fazer consiste em medir o teor de água da madeira. Recomenda-se um intervalo de 10% a 15%.

Por vezes, a madeira que serve de suporte já foi anteriormente pintada, pelo que é necessário averiguar o estado da tinta velha, e proceder à sua remoção total ou parcial. Essa remoção pode ser mecânica (usando lixas, lâminas ou raspadeiras), ou química, servindo-se de compostos químicos removedores de tinta (decapantes) que amolecerão o acabamento anterior, permitindo uma remoção fácil com uma raspadeira e uma esponja de limpeza.

A última condição é que a madeira se encontre isenta de poeiras e gorduras.

Não é aconselhável fazer remendos para corrigir imperfeições devido a cortes ou perfurações por pregos, devendo a superfície ser lixada em toda a sua extensão de modo a aplicar o produto na totalidade da peça.

No que diz respeito às condições de aplicação, atmosferas muito húmidas (humidade superior a 85%) não são aconselháveis para aplicação do produto. A pintura deve realizar-se a uma temperatura entre os 5° e os 45° C. Não pintar com chuva e/ou ventos fortes, nem com condensações de vapor no substrato.

4.3. Processos de Aplicação

Os processos de aplicação são muito variados, e dependem da tinta ou verniz a aplicar e da extensão de superfície, entre outros.

a) Aplicação à trincha ou pincel

Em geral, considera-se uma boa técnica aplicar a primeira capa de tinta com uma trincha, já que assim se consegue uma ligação mais íntima da superfície com a pintura aplicada. Esta técnica introduz a tinta em todos os vazios, ângulos e esquinas e havendo pó na superfície, este não é incorporado na pintura.

Quando se trata de zonas pequenas ou estreitas, ou quando é muito importante não manchar a envolvente, recomenda-se o uso de pincéis.

Se possível não se deve usar os pincéis ou trinchas novos nas últimas demãos de cor, uma vez que se devem suavizar antes em outras operações; desta forma, notar-se-ão menos as marcas dos pêlos.

Os pincéis ou trinchas de vernizes não devem ser misturados com os pincéis de outras tintas, e conservar-se-ão em óleo, suspensos sem que toquem no fundo.

b) Aplicação à Pistola

A aplicação da pintura à pistola pressupõe a “atomização” de pulverização da pintura, antes de ser aplicada na superfície a pintar. A energia necessária para esta atomização pode conseguir-se por um de três métodos:

b.1) Atomização por intercepção de jactos de ar comprimido; sistema de pintura a “pistola convencional” ou “atomização por ar”.

b.2) Atomização sem ar, procedimento mediante o qual a tinta é projectada através de um pequeno orifício, devido à alta pressão exercida sobre o fluido dentro da embalagem: sistema de pintura a pistola airless.

b.3) Características de cada método:

b.3.1) Pistola convencional

Procedimento muito usado, dado o seu elevado rendimento e o bom acabamento superficial que se obtém, mas o seu melhor desempenho revela-se ao cobrir grandes superfícies, sempre que seja a mesma cor e os locais sejam bem ventilados ou exteriores.

O inconveniente mais notável é a perda de tinta e a nuvem que se forma, que suja os espaços à volta e pode originar problemas.

b.3.2) Pistola airless

Esta forma de aplicação usa-se em grande escala para conservação e em revestimentos protectores quando a finura do acabamento é importante. Permite a aplicação de grandes espessuras de película com o mínimo de passos, ou a aplicação sobre grandes áreas em relativamente pouco tempo.

A nuvem de tinta, não havendo ar, reduz-se consideravelmente em relação ao método da pistola convencional. Consequentemente, a perda de tinta é muito menor, bem como as manchas originadas pela nuvem.

c) Aplicação a rolo

O rolo nas suas múltiplas versões, apesar de não oferecer a mesma perfeição, veio destronar a trincha pelo seu maior rendimento. Cobre a enorme margem entre a zona que interessa pintar a trincha e aquelas em que não é rentável o uso de pistola.

O rolo é de uso normal em interiores de edifícios, mancha muito pouco, o trabalho é rápido, a capa aplicada pode ser grossa e o acabamento superficial decorativo.

O tipo de acabamento depende do rolo, do material com que é feito e do comprimento dos pêlos.

d) Imersão

A pintura por imersão executa-se num curto período de exposição devendo o objecto ser mergulhado pelo menos duas vezes para se assegurar a total ausência de poros, em ângulos e arestas. Também se recomenda que seja volteado de modo a provocar a libertação de bolhas de ar que tendem a formar-se em saliências e reentrâncias.

Cada imersão só é realizada quando a demão anterior se encontrar seca e o período de exposição será maior quanto maior for a peça. Depois de executada cada operação, a peça será suspensa até cessar o escorrimento da tinta. O processo de pintura por imersão provoca um consumo ligeiramente mais elevado de produto, comparativamente com o que se obtém com o processo a pincel.

4.4. Cuidados pós-aplicação

Após a aplicação de cada demão, é necessário garantir o seu tempo de secagem, antes da aplicação da demão seguinte. O tempo de secagem deverá ser indicado pelo fabricante, havendo um tempo de secagem para pintura e outro maior para sobrepintura.

Após a aplicação, o verniz ou a tinta deve secar e endurecer. Embora seque ao fim de poucas horas que pode ser sentido pelo tacto, o endurecimento do verniz processa-se ao longo de um período de tempo mais alargado. No entanto, geralmente ao fim de 72h é possível que se faça uma utilização leve e cuidadosa. Na utilização deve ter-se em conta que mesmo os vernizes mais duros podem ser riscados por objectos pontiagudos e duros, os quais podem, igualmente, vincar a madeira envernizada.

Recomenda-se a utilização de produtos da mesma marca comercial. Caso não seja possível, os produtos utilizados devem possuir total compatibilidade química, de modo a não causarem problemas de adesão ou eficácia quando são activados em caso de incêndio.

A limpeza dos equipamentos e/ou utensílios utilizados na sua aplicação será feita de acordo com o solvente do produto: se for à base de água, a limpeza será com água; Se for à base de um solvente, a limpeza será feita com diluentes próprios.

Caso se preveja uma futura utilização da embalagem da solução utilizada, esta deve ser fechada e armazenada correctamente, seguindo as especificações descritas no item relativo à armazenagem.

5. REFERÊNCIAS TÉCNICAS E NORMATIVAS

- EN 9239-1 - Ensaio do Pannel Radiante - Determinação do fluxo crítico radiante (fluxo radiante para o qual a chama se extingue ou o fluxo radiante após 30 minutos de ensaio). Aplicável só a revestimentos de piso;
- ISSO 9705 - Ensaio do Room Corner (Cenário de referência) - Aplicável no caso de produtos que não possa ser classificados com recurso aos outros métodos ou, eventualmente em caso de disputa relativamente aos resultados obtidos no SBI (a decidir pelo FRG);
- EN 1182 – Ensaio de Incombustibilidade - Determinação da subida de temperatura, ΔT (devido à degradação térmica do provete). Determinação da perda de massa, Δm , sofrida pelo provete durante o ensaio;

- EN 1716 – Ensaio do Calorímetro (bomba calorimétrica) - Determinação do poder calorífico superior (PCS) do produto;
- EN 13823 - Ensaio do Objecto Isolado – Determinação dos índices FIGRA (Fire Growth Rate/taxa de desenvolvimento do fogo) e SMOGRA (Smoke Growth Rate/taxa de desenvolvimento de fumo). Determinação do calor total libertado (THR600s) e da produção total de fumo (TSP600s) num período definido de 600 s. Determinação da propagação lateral da chama (LFS). Observação da ocorrência de queda de gotas e de partículas inflamadas;
- EN ISO 11925-2 - Ensaio da Pequena Chama - Determinação da extensão da propagação da chama (FS) num intervalo de tempo determinado. Observação da ocorrência de queda de gotas e de partículas inflamadas;
-
- NP EN 1195:2000 (Ed. 1) - Estruturas de madeira. Métodos de ensaio. Desempenho de pavimentos estruturais;
- NP ENV 1995-1-2:2000 - Eurocódigo 5: Projecto de estruturas de madeira. Parte 1-2: Regras gerais. Verificação da resistência ao fogo.

6. MANUSEAMENTO E ARMAZENAMENTO

6.1. Manuseamento

Em relação ao manuseamento das tintas, devem seguir-se as seguintes precauções:

- Cumprir com a legislação em vigor sobre a prevenção de riscos laborais;
- Evitar a criação no ar de concentrações de vapor inflamáveis ou explosivos; Evitar concentrações de vapor superiores aos limites de exposição no trabalho;
- O preparado só deve ser utilizado em zonas nas quais se tenha eliminado toda a chama desprotegida e outros pontos de ignição; O equipamento eléctrico e a iluminação têm de estar protegidos dentro das normas adequadas; Manter a embalagem bem fechada, isolada de fontes de calor e fogo;
- Evitar que o preparado entre em contacto com a pele ou os olhos; Evitar a inalação de vapor e de névoas que se produzem durante a pulverização;
- Nunca empregar pressão para esvaziar as embalagens, pois não são recipientes resistentes à pressão;
- Não deixar os recipientes abertos;
- Na zona de aplicação deve estar proibido fumar, comer e beber;
- Conservar o produto em embalagens de um material idêntico ao original;
- Quando os operários se encontrarem no interior da câmara de pintura, e a ventilação não for suficiente para controlar continuamente a concentração de partículas e o vapor do dissolvente, devem usar um equipamento respiratório, até que a concentração de partículas e de vapor de dissolvente se encontrem abaixo dos limites de exposição.
- Depois do manuseamento, lavar as mãos com água e sabão;
- Evitar qualquer derrame para o meio ambiente.

6.2. Armazenamento

Quanto ao armazenamento das tintas, deve ter-se atenção aos seguintes pontos:

- Armazenar segundo a legislação local em vigor;
- Respeitar as indicações da etiqueta;
- Manter longe de fontes de calor;
- Não fumar;
- Evitar a entrada de pessoas não autorizadas;
- Manter fora do alcance das crianças;
- Uma vez abertas as embalagens, devem voltar a fechar-se cuidadosamente e ser colocadas verticalmente para evitar derrames;
- Armazenar entre os 5 e os 40°C, num lugar seco e bem ventilado, afastado de fontes de calor e da luz solar directa;
- Conservação até ao tempo estipulado pelo fabricante, em embalagem originalmente fechada; Gastar os produtos por ordem cronológica de fornecimento.

7. RISCOS E SEGURANÇA

Os riscos e medidas de segurança a considerar são:

- Ter sempre em conta a legislação em vigor relativa ao Ambiente, à Higiene, à Saúde e à Segurança no trabalho; Consoante se tratar ou não de produtos nocivos ou inflamáveis, os cuidados com este poderão aumentar;
- Na aplicação deste tipo de solução devem usar-se equipamentos de protecção individual tais como máscara, luvas, óculos e vestuário apropriado, de forma a prevenir o contacto desta solução com os olhos e a pele; Em caso de salpicos, lavar abundantemente com água limpa a zona afectada;
- Procurar locais ventilados para aplicação deste tipo de soluções, até evaporação do solvente; Deverá também evitar-se respirar as fibras da madeira aquando da aplicação;
- Não comer, beber ou fumar durante a aplicação; Após aplicação, garantir limpeza adequada em água quente (preferencialmente) das partes do corpo mais expostas ao contacto com o produto protector;
- Assegurar o transporte adequado do produto; Prevenir qualquer acidente ou incidente que possa ocorrer durante o transporte, nomeadamente a ruptura ou deterioração da embalagem;
- Não ingerir, nem inalar; Seguir medidas de primeiros socorros em item **Outras disposições**, em situações reais de acidente por ingestão ou inalação;
- Em caso de acidente, seguir atentamente o descrito no artigo **Outras disposições**. Para mais informações ler rótulo da embalagem e ficha de segurança do produto;
- Manter as embalagens afastadas das crianças.

8. RESTRIÇÕES E CONDIÇÕES DE NÃO-APLICAÇÃO

É conveniente seguir o especificado pelo fabricante no que respeita ao tipo de ambiente a que a madeira vai estar sujeita, bem como outras eventuais recomendações.

O fabricante deve indicar todas as limitações ao uso dos seus produtos, nomeadamente aqueles que impliquem desempenhos menos adequados em questões de saúde, higiene, segurança ou durabilidade mínima.

9. OUTRAS DISPOSIÇÕES

É da responsabilidade do utilizador tomar sempre as providências necessárias para cumprir os requisitos das leis e as regulamentações locais.

9.1. Informações relativas ao transporte

Isento da classificação e da rotulagem Transporte. Transportar o produto de acordo com as disposições do **ADR 2007** para a estrada, do **IMDG 33-2006** para o transporte marítimo e do **ICAO/IATA 2007** para o transporte aéreo.

9.2. Efeitos Toxicológicos

Nos produtos em que o diluente é a água, e sempre que a concentração de vapores seja acima do limite de exposição no trabalho podem surgir efeitos negativos, como irritação dos olhos e pele. Caso a diluição do produto seja feita com diluentes a concentração de vapores é mais perigosa e, quando expostos a um limite superior de concentração de vapores dos dissolventes, podem ocorrer efeitos negativos no aparelho respiratório, efeitos adversos nos rins, fígado e sistema nervoso central. Entre os sintomas cabe citar: dor de cabeça, vertigens, fadiga, debilidade muscular, sonolência e, em casos extremos, perda de consciência.

9.3. Medidas de Primeiros Socorros

Sempre que haja necessidade de intervenção médica, apresentar a ficha de segurança ao médico. Além disso, devem seguir-se as medidas que se apresentam de seguida para cada caso concreto.

a) Por inalação:

Colocar o acidentado ao ar livre, mantendo-o quente e em repouso; se a respiração for irregular ou se parar, praticar respiração artificial. Não administrar nada pela boca. Se estiver inconsciente, colocá-lo numa posição adequada e procurar ajuda médica.

b) Por contacto com a pele:

Remover imediatamente a roupa contaminada. Lavar a fundo as zonas afectadas com abundante água fria ou morna e sabão neutro, ou com outro produto adequado para limpeza da pele. Nunca utilizar dissolventes ou diluentes.

c) Por contacto com os olhos:

Lavar por irrigação os olhos com água limpa abundante e fresca pelo menos durante 15 minutos, mantendo as pálpebras abertas, até que a irritação diminua e consultar o médico. Procurar imediatamente assistência médica especializada.

d) Por ingestão:

Em caso de ingestão, requerer assistência médica imediata. Não provocar o vômito, devido ao risco da aspiração. Manter a vítima em repouso. Mostrar ao médico a embalagem ou o rótulo.

9.4. Incêndios e Explosões

1. Recomendações para prevenir riscos de incêndio e explosão:

- a) Prever ventilação suficiente; Os vapores podem formar com o ar misturas que, ao alcançar fontes de ignição afastadas, podem inflamar-se ou explodir;
- b) Não fumar;
- c) O equipamento eléctrico deve estar protegido de forma adequada;
- d) Desligar os telemóveis;
- e) Proibir o acesso às pessoas não autorizadas;
- f) Proteger contra descargas electrostáticas.

2. Medidas de combate a incêndios:

a) Meios de extinção:

Em caso de incêndio ao redor, estão permitidos todos os agentes extintores.

b) Riscos específicos:

Como consequência da combustão e da decomposição térmica, podem formar-se produtos perigosos: o monóxido de carbono, o dióxido de carbono, os óxidos de azoto, os óxidos de fósforo, as traças de ácido cianídrico e o amoníaco. A exposição aos produtos de combustão ou decomposição pode ser prejudicial para a saúde. Pode ser necessário um equipamento respiratório adequado. Colocar água fria nas embalagens expostas ao fogo. Evitar que os agentes de combate aos incêndios se infiltrem em canalizações ou cursos de água.

c) Equipamento de protecção contra-incêndios:

Dependendo da magnitude do incêndio, pode ser necessário usar vestuário de protecção contra o calor, equipamento de respiração autónomo, luvas, óculos protectores ou viseiras de segurança e botas.

d) Outras recomendações:

Arrefecer com água os tanques, cisternas ou recipientes próximos da fonte de calor ou fogo.

Observar a direcção do vento. Evitar que os produtos utilizados no combate contra-incêndios, passem para esgotos ou cursos de água.

9.5. Medidas a tomar em caso de fugas acidentais

a) Precauções individuais:

Eliminar as possíveis fontes de ignição e se necessário, ventilar a área. Não fumar. Evitar o contacto directo com o produto. Em caso de exposição a vapores, poeiras ou aerossóis, utilizar protecção respiratória.

b) Precauções para com o meio ambiente:

Evitar a contaminação de esgotos, águas superficiais ou subterrâneas e do solo. Em caso de se produzirem grandes derrames ou se o produto contaminar lagos, rios ou esgotos, informar as autoridades competentes, de acordo com a legislação local.

c) Métodos de limpeza:

Recolher o derrame com materiais absorventes (serrim, terra, areia, vermiculite, terra de diatomáceas, etc.). Evitar o uso de solventes. Guardar os resíduos num recipiente fechado. Verter o produto e o absorvente num contentor adequado para a sua posterior eliminação, de acordo com a legislação local. Limpar, de preferência, com um detergente.

9.6. Estabilidade e Reactividade

- a) Estável dentro das condições recomendadas de acordo com as normas de manuseamento e armazenamento;
- b) Decomposição térmica: como consequência da decomposição térmica, podem formar-se produtos perigosos;
- c) Possíveis reacções perigosas com agentes oxidantes ou ácidos.

9.7. Informações Ecológicas

A nível ecológico, apresentam-se as seguintes recomendações:

- a) Evitar a contaminação de esgotos, águas superficiais ou subterrâneas e do solo; No caso de se produzirem grandes derrames ou se o produto contaminar lagos, rios ou esgotos, informar as autoridades competentes, de acordo com a legislação local;
- b) Evitar a emissão de solventes na atmosfera acima dos limites legais permitidos, em conformidade com a Directiva 1999/13/CE.