



## **Painéis Fenólicos para aplicação em fachadas exteriores**

**PEDRO FILIPE QUENTAL DE ALBUQUERQUE**

Licenciado em Engenharia Civil

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Civil

Orientador:

Doutora Maria Dulce e Silva Franco Henriques (ISEL)

Júri:

Presidente: Mestre Manuel Brazão Farinha (ISEL)

Vogais:

Doutora Maria Dulce e Silva Franco Henriques (ISEL)

Mestre Paulo Malta da Silveira (ISEL)

**Dezembro de 2013**



---

## AGRADECIMENTOS

À Eng.<sup>a</sup> Maria Dulce Henriques pela orientação, conselhos e pela disponibilidade demonstrada ao longo deste trabalho.

Ao Eng.<sup>o</sup> Pedro Faísca da *Lusitana Face, Estruturas Metálicas, Coberturas e Fachadas* pela possibilidade do acompanhamento da obra em Vila Franca de Xira e ao Sr. Bonifácio pela ajuda e explicações dadas acerca das várias atividades que envolvem a montagem dos painéis fenólicos.

À *Catimóveis, Sociedade de Transformação de Madeiras, Lda* e em especial ao Sr. José Mariano, pela gentileza e simpatia em ajudar a que esta dissertação fosse possível, através dos seus conhecimentos acerca dos painéis fenólicos, pela disponibilização de catálogos e de amostras do material que tornou possível a elaboração do trabalho laboratorial.

Ao Instituto Superior de Engenharia de Lisboa e à ADEC pela disponibilização do Laboratório de Materiais de Construção e equipamentos necessários, bem como ao Dr. António Fernandes e Eng.<sup>a</sup> Raquel Milho pelo apoio dado na sua utilização.

Aos meus pais e irmã, por todo o apoio dado, esforço e sacrifícios feitos, tornando possível este percurso académico.



## RESUMO

Os painéis fenólicos são um material de construção relativamente recente em Portugal. Estes painéis podem também ser designados por laminados de alta pressão, HPL (*High Pressure Laminates*). São constituídos por um núcleo, folha decorativa e película protetora. O núcleo é constituído por folhas de papel *Kraft* impregnadas com resinas fenólicas. A folha decorativa, por uma folha de papel ou de madeira natural, impregnada com resina melamínica e a película protetora, também impregnada com resinas melamínicas. Os painéis fenólicos têm inúmeras aplicações, sendo esta dissertação focada nos painéis fenólicos aplicados em fachadas exteriores, nas quais este material pode ser aplicado como revestimento de fachadas ventiladas ou como elemento decorativo e protetor.

Nesta dissertação pretendeu-se efetuar um estudo o mais completo possível sobre os painéis fenólicos, através de pesquisa bibliográfica, trabalho de campo e trabalho laboratorial. Com a pesquisa bibliográfica pretendeu-se obter o máximo de informação possível, através da leitura de outros trabalhos e catálogos de fabricantes. O trabalho de campo permitiu a visualização de situações reais de mau funcionamento dos painéis fenólicos e a observação da aplicação do mesmo em obra. O trabalho laboratorial teve como objetivo o estudo de algumas propriedades dos painéis fenólicos, de modo a comparar com as respetivas fichas técnicas. Em alguns ensaios também foi possível comparar painéis fenólicos de diferentes espessuras e de diferentes fabricantes.

**Palavras-chave:** Painéis fenólicos; fachadas exteriores; fachadas ventiladas; patologias em edifícios; painéis fenólicos em obra; trabalho laboratorial.



---

## ABSTRACT

Phenolic panels are a relatively recent construction material in Portugal. These panels can be designated as high pressure laminates (HPL). They consist of a core, decorative sheet and protective film. The core consists of sheets of kraft paper impregnated with phenolic resins. The decorative sheet comprises a sheet of paper or natural wood, impregnated with melamine resin. The protective film is also impregnated with melamine resins. The phenolic panels have numerous applications, and this thesis is focused on phenolic panels applied on exterior façades. On the exterior façades, this material can be applied as a coating of ventilated façades or as a purely decorative element.

This thesis was intended to perform a study as comprehensive as possible on the phenolic panels, through bibliographic research, field work and laboratory work. The literature search was intended to obtain as much information as possible, through the research of other works and catalogs of manufacturers. The field work enabled visualization of real situations of malfunction of phenolic panels and observation of its application in façades. The laboratory work aimed at studying some properties of phenolic panels, in order to compare them respective technical datasheets. In some tests it was also possible to compare phenolic panels of different thicknesses and different manufacturers.

**Keywords:** Phenolic panels; exterior façades; ventilated façade; pathologies in buildings; phenolic panels in job; laboratory work.



## Índice

1	Introdução .....	1
1.1	Enquadramento do tema .....	1
1.2	Objetivos.....	3
1.3	Estrutura da dissertação .....	3
2	Painéis fenólicos para aplicação em fachadas exteriores.....	5
2.1	Trabalhos sobre painéis fenólicos aplicados em fachadas exteriores.....	5
2.2	Processo de fabrico de painéis fenólicos .....	7
2.2.1	Matérias-primas.....	7
2.2.2	Prensagem .....	8
2.3	Processo de fabrico de painéis fenólicos <i>Trespa</i> <sup>®</sup> .....	9
2.4	Propriedades dos painéis fenólicos.....	11
2.5	Exigências de desempenho .....	13
2.5.1	Resistência mecânica.....	14
2.5.2	Segurança em caso de incêndio.....	15
2.5.3	Higiene, segurança e ambiente.....	15
2.5.4	Segurança na utilização .....	15
2.5.5	Proteção contra ruído .....	16
2.5.6	Economia de energia e isolamento térmico.....	16
2.5.7	Durabilidade .....	16
2.5.8	Manutenção .....	16
2.5.9	Conforto visual.....	16
3	Revestimento de fachadas exteriores .....	19
3.1	Diretrizes gerais de revestimento de fachadas exteriores .....	19
3.2	Fachadas ventiladas .....	20
3.3	Sistemas de fixação .....	22

---

3.4	Soluções de canto .....	24
3.5	Juntas .....	25
3.6	Limpeza e manutenção .....	27
3.6.1	Prevenção da sujidade .....	27
3.6.2	Limpeza e reparação.....	28
3.7	Corte e perfuração .....	28
3.7.1	Corte .....	28
3.7.2	Perfuração.....	30
3.8	Transporte, manuseamento e armazenamento.....	30
3.8.1	Transporte.....	30
3.8.2	Manuseamento .....	31
3.8.3	Armazenamento .....	31
4	Inspeção de edifícios.....	33
4.1	Identificação de patologias em painéis fenólicos .....	33
4.1.1	Edifício de habitação multifamiliar na rua dos Argonautas.....	33
4.1.2	Edifício de habitação multifamiliar na avenida Fernando Pessoa.....	36
4.1.3	Edifício de habitação multifamiliar na rua dos Cruzados .....	37
4.1.4	Edifício de escritórios e serviços.....	39
4.2	Soluções de reparação .....	43
4.2.1	Substituição do painel ou painéis danificados.....	43
4.2.2	Pintura da superfície dos painéis fenólicos .....	43
5	Aplicação de painéis fenólicos em obra.....	45
6	Trabalho laboratorial.....	53
6.1	Objetivo .....	53
6.2	Resistência à flexão .....	53
6.2.1	Procedimento.....	55

---

6.2.2	Resultados .....	57
6.2.3	Conclusões do ensaio .....	59
6.3	Resistência à absorção de água.....	60
6.3.1	Procedimento.....	60
6.3.2	Resultados .....	64
6.3.3	Conclusões do Ensaio.....	66
6.4	Resistência ao impacto .....	67
6.4.1	Procedimento.....	67
6.4.2	Resultados .....	70
6.4.3	Conclusões do ensaio .....	72
7	Conclusão e desenvolvimentos futuros.....	73
	Bibliografia.....	77
	Webgrafia .....	79



## ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1 - Constituição dos painéis fenólicos (Simões, 2010).....	1
Figura 2 - “Pré-placa” (Melo, 2011) .....	8
Figura 3 - "Mão" (Melo, 2011) .....	8
Figura 4 – “Andar” (Melo, 2011).....	9
Figura 5 - Núcleo em papel <i>Kraft</i> (www.trespa.com).....	10
Figura 6 - Superfície melamínica (www.trespa.com) .....	10
Figura 7 - Núcleo <i>Dry-forming</i> (www.trespa.com).....	11
Figura 8 - Superfície EBC (www.trespa.com) .....	11
Figura 9 - Fachada ventilada (www.trespa.com) .....	20
Figura 10 - Sistema de fachada ventilada (www.trespa.com).....	21
Figura 11 - Fixação oculta com cantoneiras e perfis (www.trespa.com).....	22
Figura 12 - Fixação oculta com colagem numa estrutura de alumínio (www.trespa.com).....	22
Figura 13 - Fixação oculta com colagem numa estrutura de madeira (www.trespa.com).....	22
Figura 14 - Fixação oculta com bordas perfiladas (www.trespa.com).....	23
Figura 15 - Fixação oculta de revestimentos (www.trespa.com).....	23
Figura 16 - Fixação oculta cantoneira-perfil (www.trespa.com) .....	23
Figura 17 - Fixação visível com rebites numa estrutura de alumínio (www.trespa.com).....	23
Figura 18 - Fixação visível com parafusos numa estrutura de alumínio (www.trespa.com)...	24
Figura 19 - Fixação visível com parafusos numa estrutura de madeira (www.trespa.com) ....	24
Figura 20 - Fixação visível com rebites numa estrutura de metálica (www.trespa.com) .....	24
Figura 21 - Soluções de canto (www.trespa.com) .....	25
Figura 22 - Juntas horizontais (neste caso sem caixa-de-ar) (www.trespa.com) .....	26
Figura 23 - Juntas verticais (www.trespa.com).....	27

---

Figura 24 - Especificações de corte (www.trespa.com).....	29
Figura 25 - Serra circular fixa (quadro retirado de catálogo em www.trespa.com).....	29
Figura 26 - Serra circular móvel (quadro retirado de catálogo em www.trespa.com).....	29
Figura 27 - Perfuração (quadro retirado de catálogo em www.trespa.com) .....	30
Figura 28 - Transporte, Manuseamento e Armazenamento (www.trespa.com) .....	30
Figura 29 – Residência Sénior .....	33
Figura 30 - Superfície melamínica degradada.....	34
Figura 31 - Colocação de rebites.....	35
Figura 32 - Pigmentação da superfície dos painéis fenólicos .....	35
Figura 33 - Edifício multifamiliar .....	36
Figura 34 - Delaminação da superfície melamínica.....	37
Figura 35 - Habitação multifamiliar.....	37
Figura 36 - Diferenças cromáticas .....	38
Figura 37 - Manchas superficiais .....	38
Figura 38 - Marcas de sujidade .....	39
Figura 39 - Fachada principal.....	40
Figura 40 - Fachada posterior.....	40
Figura 41 - Diferenças cromáticas e "espectros ou fantasmas" .....	40
Figura 42 - Desprendimento dos elementos de fixação .....	41
Figura 43 - Desprendimento de elementos de fixação .....	41
Figura 44 - Desprendimento de elementos de fixação .....	41
Figura 45 - Rotura de painel fenólico.....	42
Figura 46 - Rotura de painel fenólico.....	42
Figura 47 - Fissuração em painel fenólico .....	42
Figura 48 - Trespa® Meteon FR .....	45
Figura 49 - “Esquadro” fixo à fachada.....	46

---

Figura 50 - Perfil em "T" .....	46
Figura 51 - Perfil em "L" .....	46
Figura 52 - Perfil em "Ω" .....	47
Figura 53 - Isolamento térmico .....	47
Figura 54 - Fixador circular .....	47
Figura 55 - Painéis fenólicos na fachada.....	48
Figura 56 - Máquina de corte .....	48
Figura 57 - Disco com dentes diamantados .....	48
Figura 58 - Régua.....	49
Figura 59 - Fixadores .....	49
Figura 60 - Máquina de corte colocada na régua .....	49
Figura 61 - Ventosa.....	49
Figura 62 - Adesivo de auxílio à fixação dos painéis .....	50
Figura 63 - Adesivo na zona de junta de dois painéis.....	50
Figura 64 - Pistola com cartucho para aplicação da cola na estrutura de suporte.....	50
Figura 65 - Cola na estrutura de suporte .....	51
Figura 66 - Painel colocado na fachada .....	51
Figura 67 - Resto de painéis utilizados nas juntas .....	51
Figura 68 - Fachada principal.....	52
Figura 69 - Fachada lateral nascente .....	52
Figura 70 - Fachada lateral poente .....	52
Figura 71 - Esquema de ensaio à flexão (EN ISO 178:2003) .....	53
Figura 72 – Apoios auxiliares sobre os apoios da prensa .....	55
Figura 73 - Espessura .....	55
Figura 74 - Largura .....	55
Figura 75 - Amostra colocada sobre os apoios .....	55

---

Figura 76 - Rotura da amostra.....	56
Figura 77 - Registo do valor da carga de rotura.....	56
Figura 78 - Pesagem da amostra .....	60
Figura 79 – Recipientes.....	61
Figura 80 - Amostras nos recipientes.....	61
Figura 81 - Filme plástico sobre os recipientes.....	61
Figura 82 - Comprimento.....	62
Figura 83 - Largura .....	62
Figura 84 - Espessura .....	62
Figura 85 - Garfo metálico dentro do balde com água.....	62
Figura 86 - Amostra saturada .....	62
Figura 87 - Fita métrica fixa à parede .....	67
Figura 88 - Base e amostra.....	68
Figura 89 - Tubo de PVC sobre a amostra .....	68
Figura 90 - Tubo de PVC sobre a amostra .....	68
Figura 91 - Esferas lançadas pelo tubo de PVC.....	68
Figura 92 - Amostra com danos .....	69
Figura 93 - Amostra sem danos.....	69

## ÍNDICE DE QUADROS

	Página
Quadro I - Propriedades físicas (Simões, 2010).....	12
Quadro II - Comportamento ao fogo (Simões, 2010) .....	12
Quadro III - Resistência à intempérie (Simões, 2010).....	13
Quadro IV - Qualidade de acabamento (Simões, 2010).....	13
Quadro V - Resultados obtidos no ensaio de painéis <i>Trespa</i> <sup>®</sup> de 6mm.....	57
Quadro VI - Resultados obtidos no ensaio de painéis <i>Trespa</i> <sup>®</sup> de 8mm .....	58
Quadro VII - Resultados obtidos no ensaio de painéis <i>Trespa</i> <sup>®</sup> de 13mm .....	58
Quadro VIII - Resultados obtidos no ensaio de painéis <i>Abet Laminati</i> <sup>®</sup> de 8mm .....	59
Quadro IX - Resultados obtidos no ensaio de painéis <i>Trespa</i> <sup>®</sup> de 6mm .....	64
Quadro X - Resultados obtidos no ensaio de painéis <i>Trespa</i> <sup>®</sup> de 8mm.....	65
Quadro XI - Resultados obtidos no ensaio de painéis <i>Abet Laminati</i> <sup>®</sup> de 8mm.....	65
Quadro XII - Resultados do ensaio de painéis <i>Trespa</i> <sup>®</sup> de 6mm.....	70
Quadro XIII - Valores auxiliares obtidos no ensaio de painéis <i>Trespa</i> <sup>®</sup> de 6mm .....	70
Quadro XIV - Resultados finais do ensaio de painéis <i>Trespa</i> <sup>®</sup> de 6mm.....	71
Quadro XV - Resultados do ensaio de painéis <i>Trespa</i> <sup>®</sup> de 8mm.....	71
Quadro XVI - Valores auxiliares obtidos no ensaio de painéis <i>Trespa</i> <sup>®</sup> de 8mm .....	71
Quadro XVII - Resultados finais do ensaio de painéis <i>Trespa</i> <sup>®</sup> de 8mm .....	72



# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Enquadramento do tema

Os painéis fenólicos podem também ser designados em Inglês por painéis HPL (*High Pressure Laminates*). Na bibliografia francesa, o termo utilizado para painéis fenólicos é *stratifiés décoratifs haute pression* (Simões, 2010).

Segundo as normas ISO 4586 e EN 438, os laminados de alta pressão (HPL) são definidos como uma placa composta por camadas de material fibroso celulósico, sob a forma de folhas, impregnadas com resinas fenólicas ou melamínicas termoendurecíveis, ligados através de um processo de alta pressão, com a aplicação simultânea de calor, o que vai permitir obter um produto homogéneo, não poroso e com uma densidade  $\geq 1,35 \text{ g/cm}^3$  (Melo, 2011).

Estes painéis são constituídos por um núcleo, folha decorativa e película protetora (figura 1). O núcleo é constituído por várias folhas de papel *Kraft* impregnadas com resinas fenólicas termoendurecíveis, o que lhe confere estabilidade e rigidez. Do número de folhas de papel *Kraft* dependerá a espessura final do painel. Comercialmente, a espessura do painel varia entre 6mm e 20mm, sendo que as espessuras de 6mm, 8mm e 10mm são normalmente utilizadas para aplicações exteriores e as espessuras superiores são usualmente utilizadas no interior. A folha decorativa é composta por uma folha de papel ou de madeira natural, impregnada com resina melamínica o que lhe transmite uma boa abrasividade (resistência ao desgaste). A película protetora é constituída por uma película (*overlay*), também impregnada com resinas melamínicas, conferindo a proteção dos painéis à ação dos raios ultra violeta (Sousa, 2010; Simões, 2010; Ribeiro, 2010).

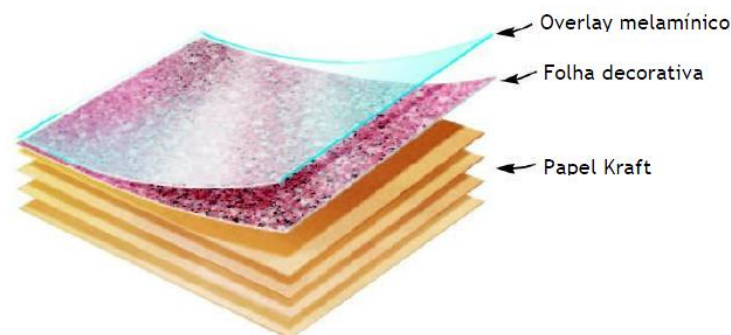


Figura 1 - Constituição dos painéis fenólicos (Simões, 2010)

Os painéis fenólicos, no exterior, são habitualmente aplicados como revestimento de fachadas ventiladas, em mobiliário urbano, em varandas e em equipamentos infantis. No interior, podem ser utilizados em balneários, mais concretamente nas portas divisórias e armários. Existem várias possibilidades de acabamento, desde cores, imitação de madeira, imitação de pedra natural, entre outros acabamentos. Esta dissertação terá o seu foco nos painéis fenólicos em fachadas exteriores.

Estes painéis são caracterizados pela elevada resistência mecânica, resistência ao choque, resistência térmica, resistência à acção dos agentes climatéricos e estabilidade cromática (Ribeiro, 2010; Simões, 2010).

A fixação de painéis fenólicos pode ficar à vista ou oculta (Martins, 2010). O número de fixações à estrutura de suporte depende das condições ambientais, como por exemplo a exposição ao vento, tendo sempre em conta a capacidade resistente do painel e a flecha máxima admitida a meio vão (Simões, 2010). O custo composto do material está compreendido entre os 70€/m<sup>2</sup> e os 120€/m<sup>2</sup>, dependendo da espessura do painel fenólico a utilizar. Este custo inclui o material, mão-de-obra e estrutura de fixação.

Os painéis fenólicos cumprem os requisitos estabelecidos na norma EN 438. Esta norma encontra-se dividida em nove partes. De acordo com a norma EN 438, os painéis fenólicos podem ser agrupados da seguinte forma:

- Tipo S (*standard grade*) – As características desta classe são a abrasividade, a resistência ao impacto, a resistência à água e ainda a resistência química.
- Tipo P (*postforming grade*) – As características desta classe são geralmente semelhantes às características do Tipo S, contudo o painel pode ser pós-moldado em condições de temperatura fixa de acordo com as especificações de fábrica.
- Tipo F (*fire-retardant grade*) – As características desta classe são geralmente semelhantes às características do Tipo S, mas no seu fabrico é incrementada a resistência ao fogo.

Os painéis fenólicos são um material recente em Portugal. A primeira obra foi realizada há cerca de 15 anos na Ericeira. Este material é utilizado um pouco por todo o Mundo, estando a sua maior utilização localizada na Europa Central (Alemanha, Holanda e Bélgica), América do Norte (Estados Unidos da América) e Oceania (Austrália).

Existem alguns fabricantes deste tipo de material. Os mais conhecidos são a *Trespa*<sup>®</sup>, *Prodema*<sup>®</sup>, *Parklex*<sup>®</sup>, *Polyrey*<sup>®</sup>, *Fundermax*<sup>®</sup>, *Abet Laminati*<sup>®</sup> e a *Arpa*<sup>®</sup>. Os painéis fenólicos

usados nos ensaios laboratoriais desta dissertação foram fabricados pela *Trespa*<sup>®</sup>, sendo designados por *Trespa*<sup>®</sup> *Meteon*<sup>®</sup>, e pela *Abet Laminati*<sup>®</sup>. Os catálogos consultados são maioritariamente do fabricante *Trespa*<sup>®</sup>.

## 1.2 Objetivos

Com a presente dissertação pretendeu-se efetuar um estudo mais abrangente sobre os painéis fenólicos para aplicação em fachadas exteriores. Para tal, foi necessário realizar inúmeras pesquisas sobre o material, consultados trabalhos realizados sobre o mesmo e catálogos de fabricantes, trabalhos laboratoriais, testemunhos de representantes do material em Portugal e ainda o acompanhamento de uma obra.

Esta dissertação incidiu essencialmente sobre o trabalho de campo e o trabalho laboratorial. O trabalho de campo incidiu no acompanhamento de uma obra e locais onde o material está aplicado. No acompanhamento da obra procurou-se perceber como é aplicado o material nas fachadas, quais as condicionantes da sua aplicação na fachada, o manuseamento do material e como é efetuado o corte dos painéis “*in situ*”. Na visita aos locais onde o material está aplicado, procurou-se identificar o estado de conservação do material e as patologias encontradas. Relativamente ao ensaio laboratorial, este foi efetuado no Laboratório de Materiais de Construção da ADEC – ISEL. Neste trabalho laboratorial, procurou-se comparar os resultados obtidos nos ensaios, com as fichas técnicas fornecidas pelo fabricante *Trespa*<sup>®</sup>. Foram realizados ensaios à flexão, absorção de água e resistência ao impacto.

Por fim, foram analisados os resultados obtidos em laboratório e elaborada a discussão dos resultados.

## 1.3 Estrutura da dissertação

A presente dissertação está estruturada em sete capítulos. Neste primeiro capítulo é feito um enquadramento do tema, definidos os objetivos e apresentada a estrutura da dissertação.

O segundo capítulo aborda vários subcapítulos sobre os painéis fenólicos, mais concretamente os trabalhos existentes sobre painéis fenólicos aplicados em fachadas exteriores, o processo de fabrico, as propriedades e as exigências de desempenho.

---

O terceiro capítulo é dedicado ao revestimento em fachadas ventiladas. Neste capítulo são abordadas as diretrizes gerais do revestimento de fachadas exteriores, o sistema de fachada ventilada, os tipos e mecanismos de fixação, as soluções de canto (cantoneira), a pintura, a limpeza, a manutenção e o transporte dos painéis fenólicos.

O quarto capítulo é dedicado ao trabalho de campo, mais concretamente à inspeção de edifícios. Neste capítulo, é dada atenção à conservação dos painéis fenólicos aplicados nos edifícios e às patologias encontradas.

O quinto capítulo é também ele dedicado ao trabalho de campo, mais concretamente ao acompanhamento em obra. A obra visitada situa-se em Vila Franca de Xira. É dada atenção à colocação dos painéis fenólicos em obra e às suas condicionantes.

O sexto capítulo aborda o trabalho laboratorial desenvolvido no Laboratório de Materiais de Construção da ADEC – ISEL, onde foram executados os ensaios de flexão, os ensaios de absorção de água e os ensaios de resistência ao impacto. Depois de realizados os ensaios, foram analisados os resultados e retiradas as ilações possíveis.

No sétimo e último capítulo, apresenta-se a conclusão da dissertação e os possíveis trabalhos futuros.

## 2 PAINÉIS FENÓLICOS PARA APLICAÇÃO EM FACHADAS EXTERIORES

### 2.1 Trabalhos sobre painéis fenólicos aplicados em fachadas exteriores

Relativamente ao estado da arte, foram consultadas várias dissertações relacionadas com o tema e consultados catálogos de fabricantes do material, de modo a compreender o que já foi feito em Portugal.

As dissertações consultadas foram as seguintes:

- *Fachadas Ventiladas em Edifícios, Tipificação de soluções e interpretação do funcionamento conjunto suporte/acabamento*, de Fernando Manuel Fernandes de Sousa (Junho 2010), Mestrado Integrado em Engenharia Civil (2009-2010), Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Portugal.
  - Esta dissertação aborda a constituição dos painéis fenólicos, as espessuras que se podem obter, as cores e os tipos de fixação possíveis.
- *Construção de uma Base de Dados de Apoio à Estimativa da Vida Útil das Construções, Vida Útil de Referência*, de Ana Filipa da Silva Pinto (Junho 2011), Mestrado Integrado em Engenharia Civil (2010-2011), Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Portugal.
  - A dissertação apresentada refere-se à durabilidade dos painéis exteriores, onde são apresentadas as características do material e o estudo da durabilidade baseado em dois casos de estudo, um deles no Porto, num edifício de habitação multifamiliar e o outro em Aveiro, numa moradia unifamiliar.
- *Durabilidade de Fachadas Ventiladas, Aplicação da Norma ISO 15686-1*, de Fernando Melo Vaz Pinto Mendes (Fevereiro 2009), Mestrado Integrado em Engenharia Civil (2007-2008), Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Portugal.
  - A dissertação refere-se à constituição e processo de fabrico dos painéis fenólicos. Também aborda a conceção de um sistema de fachada ventilada e a compatibilidade entre o suporte e as estruturas de fixação.

- *Manual de Operação e Processo para a Produção de Laminados na Sonae Indústria de Revestimentos*, Nuno Miguel Gonçalves de Melo (Julho 2011), Mestrado Integrado em Engenharia Civil (2010-2011), Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Portugal.
  - A dissertação refere-se às matérias-primas que constituem os painéis fenólicos e às várias etapas do processo de fabrico dos painéis, de forma mais pormenorizada em comparação com as anteriores.
  
- *Durabilidade na Construção, Estimativa da Vida Útil de Fachadas Ventiladas*, Manuel Maria L. B. Sousa Ribeiro (Junho 2010), Mestrado Integrado em Engenharia Civil (2009-2010), Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Portugal.
  - A dissertação consultada retrata mais uma vez a composição dos painéis fenólicos e apresenta as características principais do material.
  
- *Caracterização de Revestimentos de Fachadas Ventiladas. Análise do Comportamento*, Miguel Resendes Dutra (Março 2010), Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa.
  - A sexta e última dissertação consultada refere-se à constituição dos painéis fenólicos e apresenta também algumas imagens de aplicação destes painéis nos edifícios, onde são apresentadas algumas anomalias e degradação que estes podem sofrer.

Para além destas dissertações foram consultados um trabalho de Materiais de Construção II, da Universidade Fernando Pessoa, realizado por Alberto Matos e Jorge Ferreira, cujo tema é *Revestimentos de Fachadas* e um trabalho realizado sobre *Durabilidade – Painéis Fenólicos (HPL) para Exterior*, de Ana Raquel Simões (Fevereiro de 2010), relativo à unidade curricular de Durabilidade, na FEUP. Este último trabalho não se encontra publicado na internet.

Relativamente ao trabalho de materiais de construção consultado, apresenta mais uma vez a constituição do material e as espessuras correntes.

O trabalho de *Durabilidade – Painéis Fenólicos (HPL) para Exterior* aborda o sistema de fachada ventilada, a constituição dos painéis fenólicos, alguns os sistemas de fixação, as normas Europeias relativas aos painéis fenólicos, as características dos painéis fenólicos, as exigências de desempenho e a inspeção a dois edifícios, uma moradia unifamiliar em Aveiro e um edifício multifamiliar no Porto.

Os trabalhos consultados dão incidência à constituição dos painéis fenólicos, às características, às fixações e compatibilidade com o suporte e a durabilidade do material, mas sem abordar profundamente o tema. O trabalho mais completo é o trabalho sobre a *Durabilidade – Painéis Fenólicos (HPL) para Exterior*. De uma maneira geral, os trabalhos consultados abordam levemente este tipo de material e por esse motivo surge esta dissertação.

Existem algumas inconsistências encontradas. Numa das dissertações refere-se que o material resiste à incidência dos raios UV e numa outra dissertação aparece que estes mesmos raios são responsáveis pela degradação precoce dos painéis. Outra inconsistência encontrada refere-se ao peso dos painéis fenólicos, sendo numa dissertação referido que os painéis fenólicos são um material leve e noutra dissertação que os painéis fenólicos são um material pesado.

## **2.2 Processo de fabrico de painéis fenólicos**

### **2.2.1 Matérias-primas**

As matérias-primas utilizadas na produção de painéis fenólicos são as folhas de papel *Kraft*, as folhas decorativas e as películas protetoras (Melo, 2011).

As folhas de papel *Kraft* impregnadas com resinas fenólicas são usadas para conferir a espessura final do painel fenólico, ou seja, a sua quantidade é definida em função da espessura desejada (Melo, 2011).

As folhas de papel decorativas são compostas por uma folha de papel ou de madeira natural e impregnadas com resinas melamínicas ou fenólicas, o que lhe transmite uma boa abrasividade (Melo, 2011).

As películas protetoras são constituídas por um *overlay* e por um papel “barreira”, impregnadas com resinas melamínicas. O *overlay* é um papel semelhante ao papel de arroz que após a impregnação fica com cerca de 60% de resina. O papel “barreira” tem a função de aumentar a opacidade do papel decorativo e evitar a passagem da resina fenólica para o papel decorativo, durante o processo de prensagem (Melo, 2011).

### 2.2.2 Prensagem

A prensagem é executada a alta pressão, através da formação de camadas de papéis *Kraft* impregnados com resinas fenólicas, o que irá dar origem, depois de prensados, a placas estratificadas, ou seja, os laminados. Às camadas de papel *Kraft*, juntamente com as folhas decorativas e as películas protetoras, impregnadas com resinas melamínicas, dá-se o nome de “pré-placas” (figura 2) (Melo, 2011).

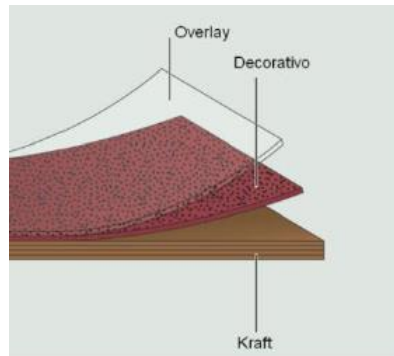


Figura 2 - “Pré-placa” (Melo, 2011)

As “pré-placas” são colocadas “costas com costas”, tendo entre elas um papel encerado designado por separativo, separando as referidas duas placas. A este processo, dá-se o nome de uma “mão” (figura 3) (Melo, 2011).

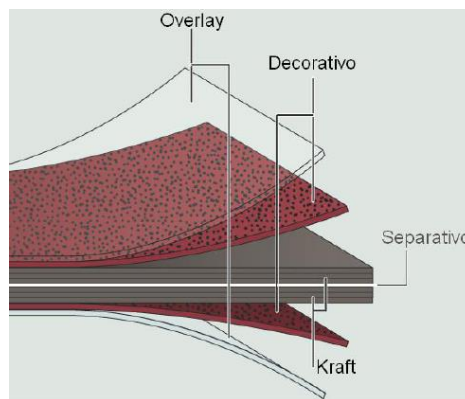


Figura 3 - “Mão” (Melo, 2011)

Após a formação de uma “mão”, coloca-se a mesma numa chapa de transporte, onde se coloca na face decorativa, umas chapas de acabamento, designadas chapas de compressão, o que irá conferir o tipo de textura superficial desejada. O processo repete-se e ao conjunto das “mãos” e das chapas de acabamento, dá-se o nome de “andar” (figura 4) (Melo, 2011).

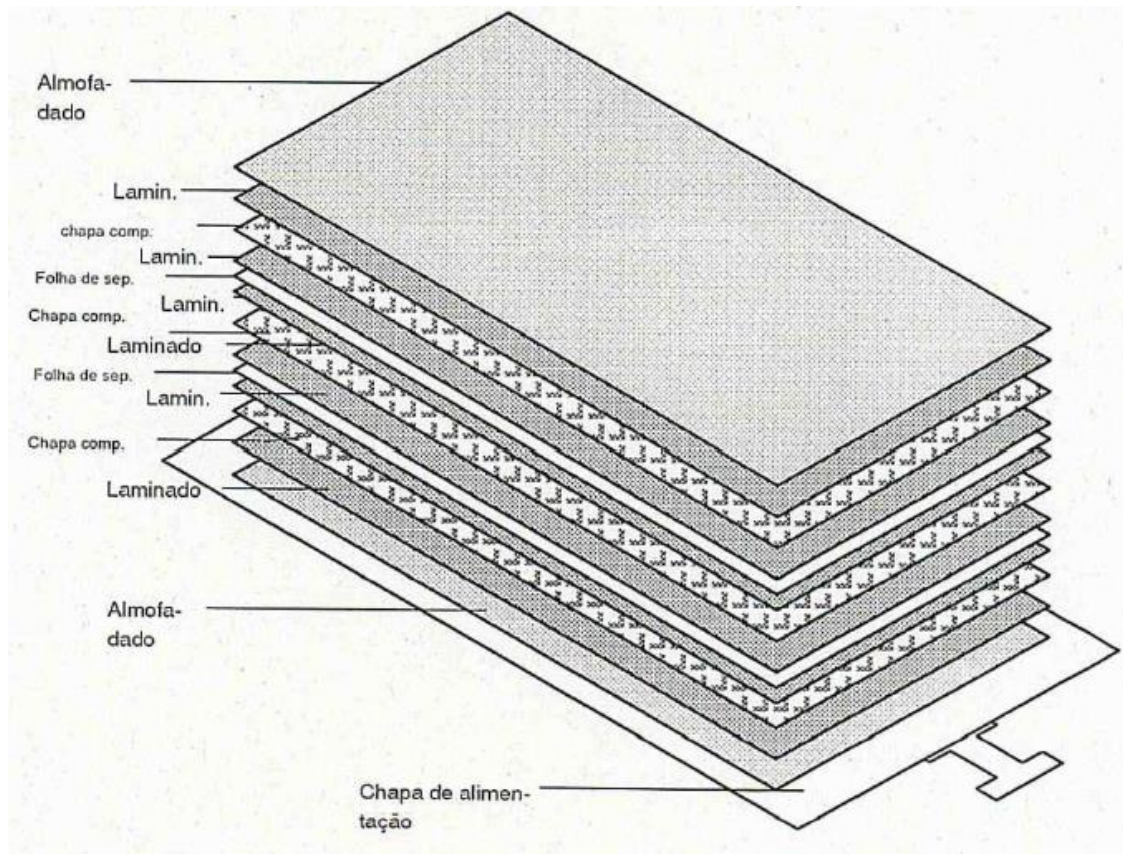


Figura 4 – “Andar” (Melo, 2011)

Terminada a formação de cada “andar”, insere-se o mesmo no elevador de carga. Quando o elevador estiver cheio, o conjunto é empurrado para o interior da prensa, onde é prensado e submetido a um ciclo de prensagem térmica. A duração e temperatura de cada ciclo dependem de vários fatores, como por exemplo, o tipo de placa a produzir, a espessura da placa, entre outros. Após a conclusão do ciclo, os andares são retirados do interior da prensa e são colocados no elevador de descarga. Depois são retiradas as chapas de acabamento e os painéis formados são conduzidos a uma linha de acabamento, onde são cortados com as dimensões comercializadas (4270x2130mm, 3650x1860mm, 2550x1860mm e 3050x1530mm) e lixados no lado contrário à face decorativa (Melo, 2011).

### 2.3 Processo de fabrico de painéis fenólicos *Trespa*<sup>®</sup>

O processo descrito acima é referente aos painéis fenólicos ditos “tradicionais”. Com o evoluir do tempo, da tecnologia, do conhecimento e da experiência adquirida por parte do fabricante *Trespa*<sup>®</sup>, houve uma evolução no processo de fabrico dos seus painéis.

Os painéis fenólicos “tradicionais” apresentam problemas quando em contacto com a água, pois o núcleo em papel *Kraft* aumenta de espessura (incha) em contacto com a água (figura 5), levando à degradação prematura do painel. Outro fator que contribui bastante para a degradação precoce dos painéis fenólicos deste tipo são as fibras de papel *Kraft* orientadas no sentido longitudinal, o que faz com que a dilatação dos painéis fenólicos seja predominantemente num só sentido, ou seja, não homogénea.



Figura 5 - Núcleo em papel *Kraft* ([www.trespa.com](http://www.trespa.com))

Estes mesmos painéis apresentam ainda problemas devido à superfície melamínica (figura 6). A resina melamínica torna os painéis fenólicos porosos, absorve poeiras, sujidade e outros tipos de poluição que vão contribuir para um acelerar da degradação dos painéis. Assim, a estabilidade cromática é afetada, perdendo cor com o passar do tempo.

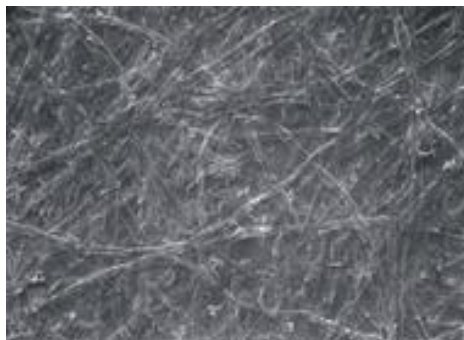


Figura 6 - Superfície melamínica ([www.trespa.com](http://www.trespa.com))

O núcleo dos painéis fenólicos da *Trespa*<sup>®</sup> é produzido através da tecnologia designada por *Dry-forming* (figura 7) que consiste em envolver microfibras de madeira com resina fenólica. Este processo faz com que a dilatação dos painéis seja homogénea, diminuindo assim o aparecimento de fissuras no painel.



Figura 7 - Núcleo *Dry-forming* ([www.trespa.com](http://www.trespa.com))

A sua superfície é produzida com a tecnologia EBC (*Electron Beam Curing* – endurecimento por descarga de eletrões) (figura 8). Esta consiste em curar uma resina acrílo-poliuretânica pigmentada através de uma descarga de eletrões que por sua vez reticula molecularmente essa resina tornando-a de poro fechado e resistente à intempérie e aos grafitis ([www.trespa.com](http://www.trespa.com)).

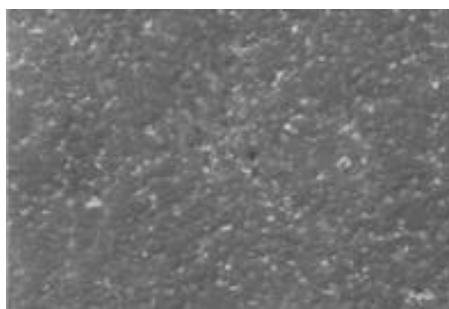


Figura 8 - Superfície EBC ([www.trespa.com](http://www.trespa.com))

## 2.4 Propriedades dos painéis fenólicos

A norma EN 438 define as principais propriedades atribuíveis aos painéis fenólicos e os respetivos métodos de ensaio (Simões, 2010). As propriedades dos painéis fenólicos são apresentadas nos seguintes quadros:

- Quadro I – Propriedades físicas
- Quadro II – Comportamento ao fogo
- Quadro III – Requisitos de resistência à intempérie
- Quadro IV – Qualidade de acabamento

## Propriedades físicas:

**Quadro I - Propriedades físicas (Simões, 2010)**

Propriedades	Método de Ensaio	Propriedade ou atributo	Unidades (máx. ou mín.)	Resultado
Módulo de Elasticidade	EN ISO 178:2003	Carga	MPa (mín.)	9000
Resistência à flexão	EN ISO 178:2003	Carga	MPa (mín.)	120
Resistência à tracção	EN ISO 527-2:1996	Carga	MPa (mín.)	70
Densidade	EN ISO 1183-1:2004	Densidade	Kg/m <sup>3</sup> (mín.)	1350
Resistência ao impacto de uma bola de grande diâmetro	EN 438-2:21	Diâmetro da bola e altura de queda	mm	≤ 10
Resistência ao impacto	ASTM D5420-04	Altura média de falha	ft	1,0466
		Energia média de falha	J	11,3
Resistência à humidade	EN 438-2:15	Aumento de massa	%	≤ 3
		Aspetto	grau	≥ 4
Estabilidade dimensional a temperatura elevada	EN 438-2:17	Variação da dimensão	Longitudinal %	≤ 0,25
			Transversal %	≤ 0,25
Resistência das fixações	ISO 13894-1	Força de arranque	N	6mm ≥ 2000
				8mm ≥ 3000

## Comportamento ao fogo:

**Quadro II - Comportamento ao fogo (Simões, 2010)**

Propriedades	Método de Ensaio	Propriedade ou atributo	Unidades (máx. ou mín.)	Resultado
<b>Europa</b>				
Reação ao fogo	EN 438-7	Classificação (t=6mm)	Euroclasse	B-s2, d0
		Classificação (t=8mm)		B-s1, d0
Reação ao fogo (Alemanha)	DIN 4102-1	Carga	Classe	B1
Reação ao fogo (França)	NF P 92-501	Carga	Classe	M1
<b>América do Norte</b>				
Características de combustão superficial	ASTM E84/UL723	Classificação	Classe	A
		Propagação de chamas	FSI	0-25
		Geração de fumos	SDI	0-450
<b>Ásia</b>				
Reação ao fogo (China)	GB 8624	Classificação	Classe	B-s1, d0, t1

Requisitos de resistência à intempérie:

**Quadro III - Resistência à intempérie (Simões, 2010)**

Propriedades	Método de Ensaio	Propriedade ou atributo	Unidades (máx. ou mín.)	Resultado
Resistência ao choque climático	EN 438-2:19	Índice de resistência à	Índice	$\geq 0,95$
		Índice do módulo de flexão	Índice	$\geq 0,95$
		Aspetto	Grau	$\geq 4$
Resistência à intempérie artificial (Europa)	EN 438-2:29	Contraste	Escala de cinzas ISO 105 A02	4-5
		Contraste	Escala de cinzas ISO 105 A03	4-5
		Aspetto	Grau	$\geq 4$
Resistência à intempérie artificial (Florida)	Norma Trespá	Contraste	Escala de cinzas ISO 105 A02	4-5
		Contraste	Escala de cinzas ISO 105 A03	4-5
		Aspetto	Grau	$\geq 4$
Resistência ao SO <sub>2</sub>	DIN 50018	Contraste	Escala de cinzas ISO 105 A02	4-5
		Contraste	Escala de cinzas ISO 105 A03	4-5
		Aspetto	Grau	$\geq 4$

Qualidade de acabamento:

**Quadro IV - Qualidade de acabamento (Simões, 2010)**

Propriedades	Método de Ensaio	Propriedade ou atributo	Unidades (máx. ou mín.)	Resultado
Qualidade de acabamento	EN 438-2:4	Manchas, sujidade e defeitos similares	mm <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>	$\leq 2$
			in <sup>2</sup> /ft <sup>2</sup>	$\leq 0,0003$
		Fibras	mm/m <sup>2</sup>	$\leq 20$
			in/ft <sup>2</sup>	$\leq 0,073$

## 2.5 Exigências de desempenho

Segundo a diretiva dos produtos de construção, os materiais aplicados em obra têm que cumprir um conjunto de exigências de desempenho, de modo a que sejam considerados aptos para aplicação e uso durante a vida útil da construção.

As exigências essenciais exigidas aos materiais são as seguintes: (LNEC, 2006)

- Resistência mecânica e estabilidade
- Segurança em caso de incêndio
- Higiene, segurança e ambiente
- Segurança na utilização
- Proteção contra ruído
- Economia de energia e isolamento térmico

Os painéis fenólicos devem ainda respeitar outros requisitos essenciais: (Simões, 2010)

- Durabilidade
- Manutenção
- Conforto visual

### **2.5.1 Resistência mecânica**

Os painéis fenólicos aplicados nas fachadas dos edifícios não contribuem para a estabilidade estrutural dos mesmos. Porém, estão sujeitos a diversas solicitações e como tal, devem ser dimensionados de forma a resistir, sem rotura, a essas solicitações. A ação do vento, a ação da temperatura e a ação da humidade são normalmente as principais solicitações a que os painéis fenólicos aplicados em fachadas estão sujeitos (Simões, 2010).

#### **2.5.1.1 Ação do vento**

A ação do vento cria pressões dinâmicas nas fachadas. Os painéis fenólicos devem ter as suas fixações mecânicas ligadas à estrutura de suporte e dimensionadas adequadamente de forma a poderem resistir à solicitação do vento (Simões, 2010). O dimensionamento ao vento é definido pelo Regulamento de Segurança e Ações (RSA), estando a classe de exposição dividida em duas zonas (Zona A e Zona B). A Zona A é a menos condicionante, ou seja, as solicitações de pré-dimensionamento são inferiores às da Zona B.

#### **2.5.1.2 Ação da temperatura**

As variações da temperatura ao longo do dia podem provocar deformações e tensões elevadas, pelo que os painéis fenólicos devem possuir condições de estabilidade dimensional para resistir a este tipo de solicitações. As fixações mecânicas dos painéis à estrutura de suporte devem ser dimensionadas de modo que as dilatações e contrações dos painéis fenólicos não sejam impedidas, deixando o painel dilatar ou contrair livremente. Uma fixação mecânica mal dimensionada ou mal executada pode provocar tensões elevadas, levando à rotura do painel (Simões, 2010).

### 2.5.1.3 Ação da humidade

A ação da humidade pode causar um aumento de massa nos painéis fenólicos. A norma EN 438 – 2: 15 estabelece limite para o aumento de massa, o qual deve ser  $\leq 3\%$  (Simões, 2010). Apesar deste aumento de massa ser pequeno, estas alterações físicas podem causar tensões nas zonas onde as fixações mecânicas estão colocadas. Um mau dimensionamento das fixações mecânicas à estrutura pode levar ao arrancamento das mesmas e consequente desprendimento do painel da fachada.

### 2.5.2 Segurança em caso de incêndio

Os painéis fenólicos têm um bom comportamento ao fogo. A sua temperatura de ignição é de 400°C. Este valor pode ser melhorado com a introdução de retardadores de chama na sua superfície. Estes painéis não criam chama, produzem apenas fumo e libertação de calor. Os gases produzidos durante a combustão são idênticos a outros materiais, destacando-se o dióxido de carbono. Os outros gases libertados são o monóxido de carbono, óxidos de azoto, dióxido de enxofre e cianeto de hidrogénio (Simões, 2010).

### 2.5.3 Higiene, segurança e ambiente

Os painéis fenólicos têm uma superfície não porosa (painéis fenólicos recentes) o que oferece uma resistência eficaz contra a maioria dos compostos químicos. A libertação de gás da superfície dos painéis fenólicos é baixa, não tendo sido detetável nas análises elaboradas pelo fabricante *Trespa*<sup>®</sup>. Os painéis fenólicos podem ser reciclados e quando incinerados produzem água, dióxido de carbono e óxidos de nitrogénio. As cinzas provenientes da incineração podem ser levadas para locais de deposição controlada de resíduos (Simões, 2010).

### 2.5.4 Segurança na utilização

A garantia de segurança na utilização dos painéis fenólicos depende, não só das suas características mecânicas, como também das características das suas fixações. Quando aplicados em fachadas exteriores, devem ser fixados corretamente através das fixações mecânicas de forma a garantir que o painel não caia. Também a resistência ao choque é um

fator importante para a segurança na utilização, pois estes devem garantir alguma resistência ao impacto.

### **2.5.5 Proteção contra ruído**

Os painéis fenólicos não contribuem para a proteção contra ruído. A proteção contra ruído numa fachada exterior, em que sejam aplicados painéis fenólicos, depende essencialmente do isolamento exterior (por exemplo lã de rocha) (Simões, 2010).

### **2.5.6 Economia de energia e isolamento térmico**

Os painéis fenólicos também não contribuem para o conforto térmico. Estas condições são asseguradas pela aplicação do isolamento térmico ao longo de toda a fachada (Simões, 2010).

### **2.5.7 Durabilidade**

Os painéis fenólicos de uso exterior devem garantir um período mínimo de durabilidade. De acordo com a norma ISO 15686, os elementos substituíveis, quando aplicados num edifício com uma vida útil de projeto de 60 anos, deverão ter uma durabilidade mínima de projeto não inferior a 40 anos (Simões, 2010).

### **2.5.8 Manutenção**

As operações de manutenção consistem em operações de limpeza, reparações ou substituições pontuais de painéis danificados. A superfície dos painéis fenólicos impede a penetração da sujidade (painéis fenólicos mais recentes), o que possibilita uma fácil limpeza, com água e detergentes neutros (Simões, 2010).

### **2.5.9 Conforto visual**

Uma vez que uma das principais funções dos painéis fenólicos é a estética, estes devem apresentar uma boa estabilidade de cor e brilho, planeza e verticalidade, ausência de fissuras e ausência de sujidades e manchas. Os painéis fenólicos tendem a perder o seu brilho e cor com a incidência dos raios ultravioleta ao longo do tempo (Simões, 2010). Este desempenho pode

---

ser melhorado, com a introdução das resinas acrílo-poliuretânica (usadas pelo fabricante *Trespa*<sup>®</sup>)



### 3 REVESTIMENTO DE FACHADAS EXTERIORES

O revestimento de fachadas exteriores deste capítulo é referente ao fabricante *Trespa*<sup>®</sup>, uma vez que a obra acompanhada utilizou na sua fachada painéis fenólicos deste fabricante e as amostras facultadas para os ensaios laboratoriais serem maioritariamente deste mesmo fabricante. Neste capítulo é também apresentado o sistema de fachada ventilada, contudo os painéis fenólicos também podem ser usados como elemento decorativo, ou seja, sem caixa-de-ar, não contribuindo para a ventilação da fachada.

#### 3.1 Diretrizes gerais de revestimento de fachadas exteriores

O fabricante *Trespa*<sup>®</sup> fornece as seguintes considerações aquando da concepção, cálculo e construção de uma fachada composta por painéis fenólicos, estruturas de fixação e fixações:

- Os painéis fenólicos devem ser aplicados como um revestimento de fachada auto-sustentável, não devendo exercer nenhuma função estrutural.
- Não devem ser suspensos objetos pesados nos painéis se não existirem suportes adicionais que atravessem o painel até uma parte rígida da construção (parede ou pilar).
- Deve-se assegurar que a câmara-de-ar é ventilada de forma que sejam asseguradas uma ventilação e drenagem suficientes para evitar danos resultantes da acumulação da humidade.
- Deve-se garantir que a resistência e rigidez do painel é suficiente para resistir a cargas normais, tais como o vento, peso próprio e impacto, sem que o painel fique danificado.
- Os perfis instalados devem garantir a resistência, rigidez, estabilidade e durabilidade de toda a estrutura de suporte antes da instalação dos painéis.

Os painéis fenólicos devem ser fixos com fixações resistentes à corrosão numa estrutura de fixação adequada. Os painéis não devem ficar totalmente fixos, ou seja, devem ser instalados de forma a poderem mover-se livremente. Esses movimentos podem ser causados por dilatações ou contrações devido à variação da temperatura ou humidade. Um sistema de fixação que impeça o movimento pode criar tensões nas zonas dos apoios dos painéis, levando os mesmos à rotura.

Quando se procede ao cálculo em projeto da estrutura de fixação, deve-se ter em consideração os seguintes aspetos:

- Ação do vento
- Condições de ventilação desejadas
- Movimentação livre dos painéis
- Normas, regulamentos e especificações técnicas de instalação
- Espessura do material de isolamento térmico (caso seja usado)
- Possibilidade de ancoragem nas paredes estruturais

### 3.2 Fachadas ventiladas

O sistema de fachada ventilada (figura 9) é uma solução que envolve a aplicação de painéis fenólicos numa estrutura de fixação presa à fachada do edifício.

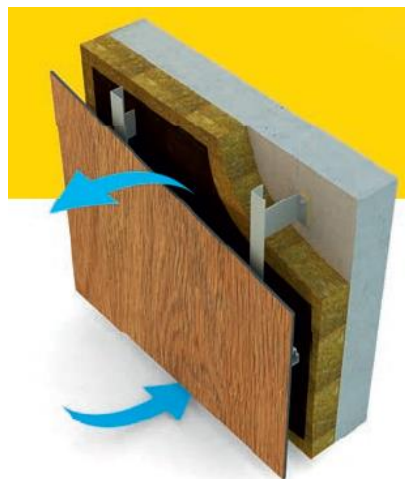


Figura 9 - Fachada ventilada ([www.trespa.com](http://www.trespa.com))

Um sistema de fachada ventilada (figura 10) é composto pelos seguintes elementos:

- Revestimento de proteção e fachada decorativa
  - Os painéis são cortados à medida e usados como revestimentos de proteção de fachada, numa solução de construção com benefícios estéticos e técnicos.
- Câmara-de-ar e ventilação
  - A câmara-de-ar entre a fachada de ventilação e o isolamento ou parede do edifício permite a passagem do ar através das entradas e saídas de ventilação.

Para uma ventilação contínua, é necessário que a câmara-de-ar entre os painéis fenólicos e o isolamento ou parede do edifício tenha uma largura adequada.

- Isolamento
  - As fachadas ventiladas têm um espaço entre o revestimento exterior e a parede do edifício, local ideal para a localização dos materiais de isolamento. A água da chuva e a humidade são removidas naturalmente pelo ar que circula através da câmara-de-ar, permitindo que o material de isolamento se conserve em boas condições e permaneça eficaz ao longo do tempo.
  
- Estrutura de fixação
  - A fachada ventilada pode ser construída utilizando diferentes sistemas de fixação testados. Cada um desses sistemas apresenta vantagens específicas, em termos estéticos (fixação oculta ou visível). Os tipos de fixação serão apresentados no tópico 3.3.

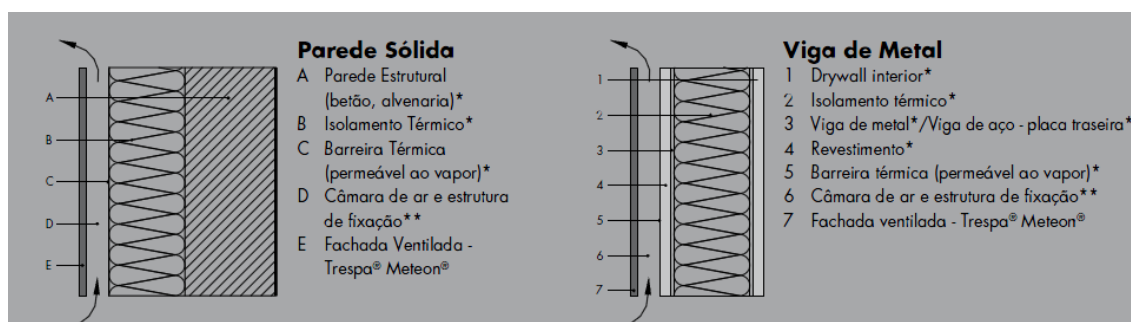


Figura 10 - Sistema de fachada ventilada ([www.trespa.com](http://www.trespa.com))

- Vantagens:
  - Os sistemas de fachada ventilada acima descritos podem apresentar várias vantagens. Em primeiro lugar, um efeito de chaminé aspira o ar através da câmara (o ar quente sobe), permitindo a remoção do calor e da humidade da chuva ou condensação. Em segundo lugar, o revestimento exterior de proteção bloqueia incidência da radiação solar e possibilita um isolamento eficaz, reduzindo consideravelmente a necessidade de utilização de arrefecimento. Em terceiro lugar, estes resultados visam proporcionar uma melhoria do conforto

nas zonas de ocupação. Os moradores ou os utilizadores encontram um ambiente de manutenção reduzida, usufruindo da contribuição positiva das condições de humidade e temperatura do edifício para a qualidade ambiental interna.

### 3.3 Sistemas de fixação

Os sistemas de fixação podem ser divididos em dois tipos:

- Fixação invisível (oculta)
- Fixação visível (exposta)

Dentro de cada tipo existem várias opções, consoante a escolha do projetista. Para as fixações ocultas (figuras 11 a 16) têm-se as seguintes opções:



Figura 11 - Fixação oculta com cantoneiras e perfis (www.trespa.com)

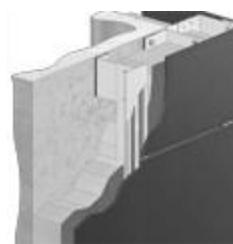


Figura 12 - Fixação oculta com colagem numa estrutura de alumínio (www.trespa.com)

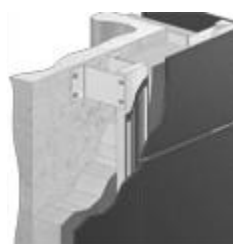


Figura 13 - Fixação oculta com colagem numa estrutura de madeira (www.trespa.com)



Figura 14 - Fixação oculta com bordas perfiladas (www.trespa.com)



Figura 15 - Fixação oculta de revestimentos (www.trespa.com)



Figura 16 - Fixação oculta cantoneira-perfil (www.trespa.com)

Para as fixações visíveis têm-se as seguintes opções (figuras 17 a 20):



Figura 17 - Fixação visível com rebites numa estrutura de alumínio (www.trespa.com)



Figura 18 - Fixação visível com parafusos numa estrutura de alumínio (www.trespa.com)

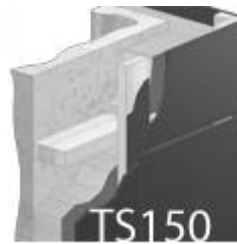


Figura 19 - Fixação visível com parafusos numa estrutura de madeira (www.trespa.com)



Figura 20 - Fixação visível com rebites numa estrutura de metálica (www.trespa.com)

### 3.4 Soluções de canto

A união dos painéis fenólicos *Trespa*<sup>®</sup> nos cantos dos edifícios pode ser feita através de um sistema de juntas abertas ou de juntas fechadas. Os painéis fenólicos são adaptados para aplicação em cantos, em que o perfil metálico está ligado ao painel fenólico por meio de parafusos, rebites ou colagens. É necessário manter certas tolerâncias devido às dilatações dos painéis fenólicos por variação da temperatura. Na figura 21 apresentam-se as soluções de canto:

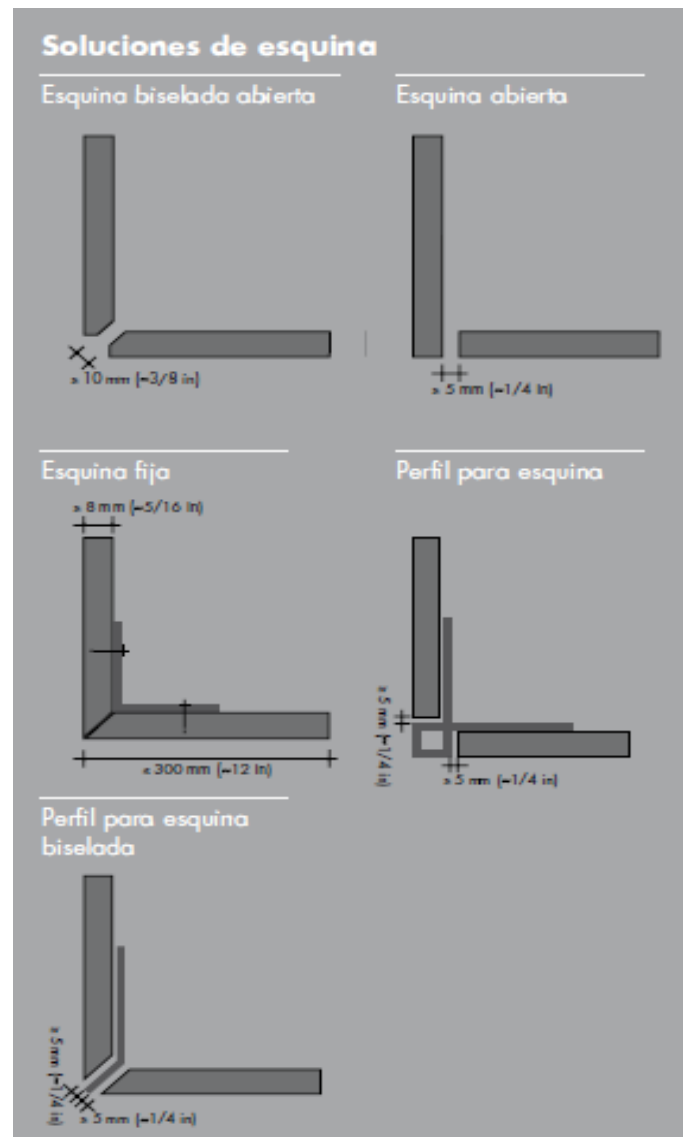


Figura 21 - Soluções de canto (www.trespa.com)

### 3.5 Juntas

As juntas dos painéis fenólicos podem ser horizontais e verticais. As juntas horizontais e verticais podem ser abertas ou fechadas, existindo soluções diferentes para cada uma destas combinações. A definição do tipo de junta a usar depende da montagem da estrutura de fixação e das tolerâncias entre painéis.

Existem três soluções de juntas horizontais (figura 22):

- Junta aberta
- Junta sobreposta
- Junta de perfil

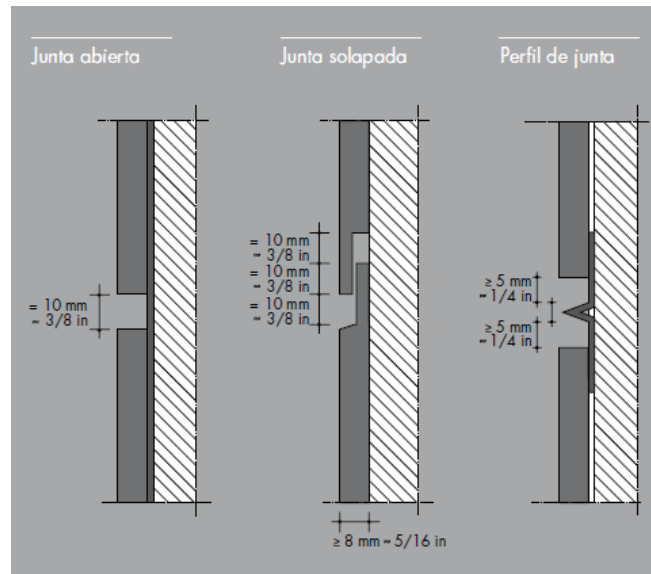


Figura 22 - Juntas horizontais (neste caso sem caixa-de-ar) (www.trespa.com)

Deve-se ter em conta as seguintes indicações:

- Espaço de pelo menos 5mm entre painéis em juntas de perfil
- Altura mínima entre painéis de 10mm em juntas abertas
- Assegurar que as juntas sobrepostas impeçam o acesso de insetos ou outros seres vivos que possam danificar os painéis
- Assegurar que as juntas permitam uma ventilação correta de modo a evitar a acumulação de humidade

Quando se utiliza um sistema de juntas abertas deve-se ter em atenção à possibilidade de entrada de água para a parte posterior do painel. Para contrariar esse facto, uma solução possível é a introdução de uma lâmina impermeável à água e permeável ao vapor de água na zona da junta.

Relativamente às juntas verticais (figura 23), existem duas soluções:

- Junta aberta
- Junta sobreposta

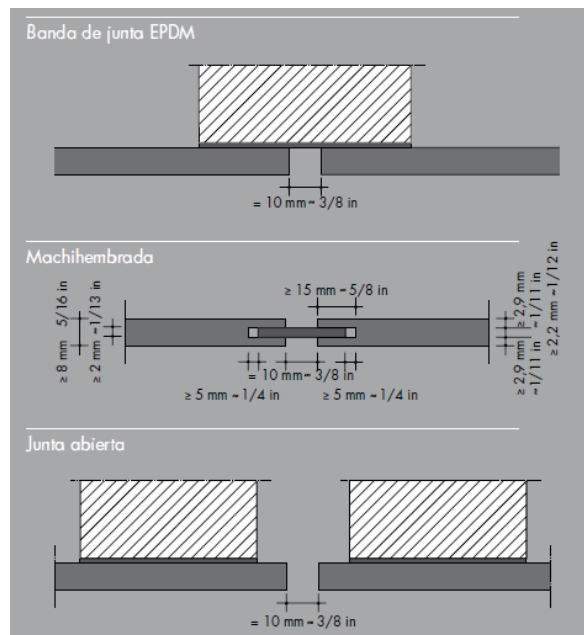


Figura 23 - Juntas verticais (www.trespa.com)

### 3.6 Limpeza e manutenção

Os painéis fenólicos recentes são um material não poroso. Esta propriedade garante que a sujidade não penetre no interior dos painéis, o que poderia acelerar o seu processo de degradação. Os painéis fenólicos são altamente resistentes a um grande número de produtos químicos, onde estão incluídos alguns produtos de limpeza, mais ou menos agressivos quimicamente. Relativamente à manutenção, os painéis fenólicos têm baixa manutenção, sendo recomendada a limpeza dos painéis fenólicos após a sua fixação em obra e posteriormente de ano a ano.

#### 3.6.1 Prevenção da sujidade

Uma camada de poeira na superfície dos painéis fenólicos é menos visível do que as manchas causadas pela água da chuva misturada com a poeira. Esta mistura de água e poeira deposita-se em certas partes. Esta deposição pode ser evitada seguindo as seguintes soluções arquitetónicas:

- Instalar pingadeiras na parte superior dos painéis fenólicos do topo da fachada
- Usar parafusos de fixação rápida com cabeça plana
- Assegurar que as juntas verticais devem estar alinhadas entre si

Durante a fase de construção é inevitável que os painéis fenólicos apanhem alguma sujidade, proveniente das poeiras existentes em obra, no entanto, podem-se tomar algumas medidas para reduzir esta situação:

- Retirar todas as etiquetas e adesivos após a fixação do painel à estrutura
- Proteger as quinas dos painéis
- Limpar imediatamente a superfície, removendo as manchas ou resíduos que possam ficar nos painéis após a fixação

### **3.6.2 Limpeza e reparação**

Para além das poeiras e do possível crescimento de líquenes, outros problemas podem ocorrer nas superfícies dos painéis fenólicos. Um desses problemas são os grafitis. Vários fabricantes oferecem uma vasta gama de produtos de limpeza contra este tipo de problema. Os produtos aplicados não devem recorrer a agentes abrasivos ou polidores, evitando assim o uso de escovas rígidas que possam riscar a superfície dos painéis. Devem ser usadas escovas macias ou panos de limpeza. Os produtos aplicados para a remoção de grafitis normalmente têm um tempo de aplicação, que não deve ser excedido, sob pena de degradarem a superfície dos painéis.

## **3.7 Corte e perfuração**

### **3.7.1 Corte**

Para o corte dos painéis fenólicos (figura 24) deve-se ter em conta as seguintes indicações:

- Corte de velocidade 7-22m/min de painel
- Dentes de corte alternados ou em planos trapezoidais
- Corte com melhores resultados em máquinas estáticas do que em máquinas móveis
- Os cantos devem ser alisados recorrendo a uma lixa

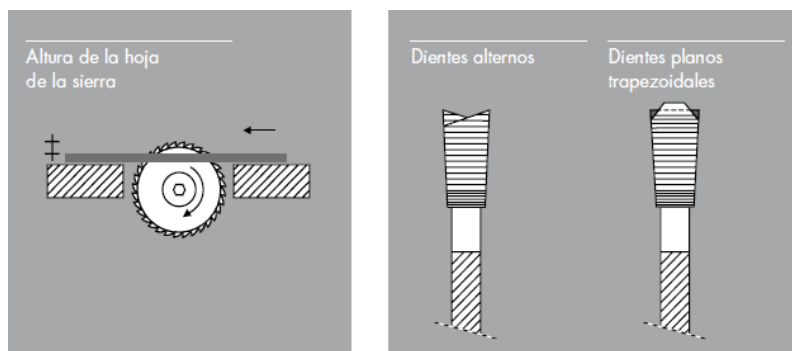


Figura 24 - Especificações de corte (www.trespa.com)

### 3.7.1.1 Serra circular fixa

O corte de painéis fenólicos é realizado em cima de uma superfície de trabalho em que a máquina de corte está estática. Isto permite obter melhores resultados de corte em comparação com a máquina móvel. As especificações da serra circular fixa são apresentadas na figura 25:

Diámetro		Dientes	Número de revoluciones	Grosor de la hoja de la sierra		Altura de la hoja de la sierra	
mm	pulgadas			mm	pulgadas	mm	pulgadas
300	≈ 12	72	≈ 6.000/min	3,4	≈ 1/8	30	≈ 1 1/4
350	≈ 14	84	≈ 5.000/min	4,0	≈ 3/16	35	≈ 1 3/8
400	≈ 16	96	≈ 4.000/min	4,8	≈ 3/16	40	≈ 1 5/8

Figura 25 - Serra circular fixa (quadro retirado de catálogo em www.trespa.com)

### 3.7.1.2 Serra circular móvel

O corte de painéis fenólicos, usando uma máquina de serra móvel, deve ser efetuado com a superfície do painel voltada para cima. As especificações da serra circular móvel são apresentadas na figura 26:

Diámetro		Dientes	Número de revoluciones	Grosor de la hoja		Altura de la hoja de la sierra	
mm	pulgadas			mm	pulgadas	mm	pulgadas
150	≈ 6	36	≈ 4.000/min	2,5	≈ 1/8	15	≈ 5/8
200	≈ 8	46	≈ 4.000/min	3,0	≈ 1/8	20	≈ 3/4

Figura 26 - Serra circular móvel (quadro retirado de catálogo em www.trespa.com)

### 3.7.2 Perfuração

A perfuração dos painéis fenólicos deve ser efetuada utilizando um berbequim e uma broca de carbono, com um ângulo superior a 60-80°. Os painéis fenólicos devem ser perfurados nas zonas dos apoios (figura 27).

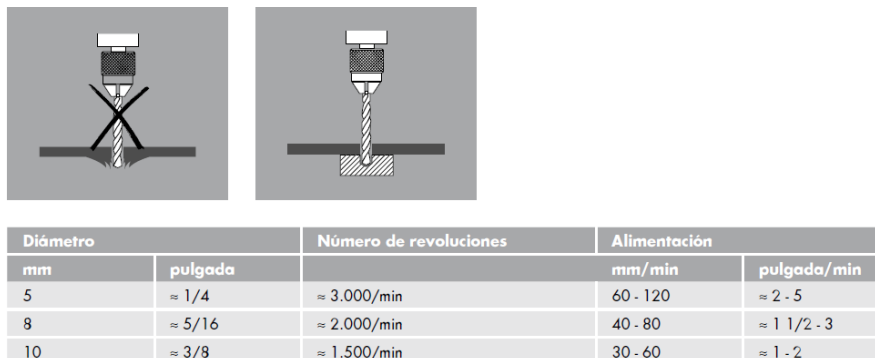


Figura 27 - Perfuração (quadro retirado de catálogo em [www.trespa.com](http://www.trespa.com))

### 3.8 Transporte, manuseamento e armazenamento

O transporte, manuseamento e armazenamento (figura 28) de painéis fenólicos só pode ser efetuado por pessoal especializado, utilizando os equipamentos apropriados. Para se evitar danos na superfície decorativa dos painéis fenólicos, estes devem ser manuseados e transportados com cuidado.

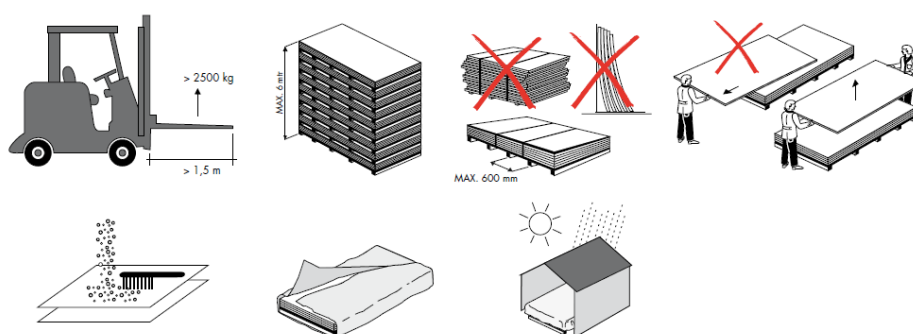


Figura 28 - Transporte, Manuseamento e Armazenamento ([www.trespa.com](http://www.trespa.com))

#### 3.8.1 Transporte

O transporte dos painéis fenólicos deve ser feito tendo em conta as seguintes indicações:

- Os painéis devem estar seguros durante o transporte, de modo a evitar quedas do material
- Colocar proteções nas esquinas dos painéis

---

### 3.8.2 Manuseamento

O manuseamento dos painéis fenólicos deve ser feito tendo em conta as seguintes indicações:

- Manuseamento feito com cuidado
- Não se deve deslizar as placas uma sobre a outra, pois isto pode causar riscos na superfície do painel debaixo
- Evitar a acumulação de sujidade em cima dos painéis ou entre os mesmos

### 3.8.3 Armazenamento

Relativamente ao armazenamento dos painéis fenólicos deve-se ter em conta as seguintes indicações:

- Armazenamento em local seco e limpo
- As paletes devem ser colocadas numa superfície nivelada e sem contacto com o solo
- Se possível, manter o plástico original que envolve os painéis vindos da fábrica
- Evitar a acumulação de humidade entre as placas
- Evitar expor os painéis a grandes variações de temperatura



## 4 INSPEÇÃO DE EDIFÍCIOS

Este capítulo é dedicado à inspeção de edifícios, mais concretamente à identificação visual de patologias em painéis fenólicos. Esta inspeção visual permite um melhor conhecimento do material aplicado e é algo fundamental para esta dissertação, uma vez que os catálogos dos fabricantes por norma apresentam as vantagens do material.

Os painéis inspecionados são “tradicionais”.

### 4.1 Identificação de patologias em painéis fenólicos

#### 4.1.1 Edifício de habitação multifamiliar na rua dos Argonautas

O edifício em estudo trata-se de uma residência Sénior (figura 29), situado na rua Argonautas, na zona Sul do Parque das Nações. As fachadas são todas elas revestidas a painéis fenólicos em sistema de fachada ventilada, utilizando rebites para a sua fixação. O edifício foi concluído em 2005, tendo, portanto a idade de 8 anos aquando da inspeção.

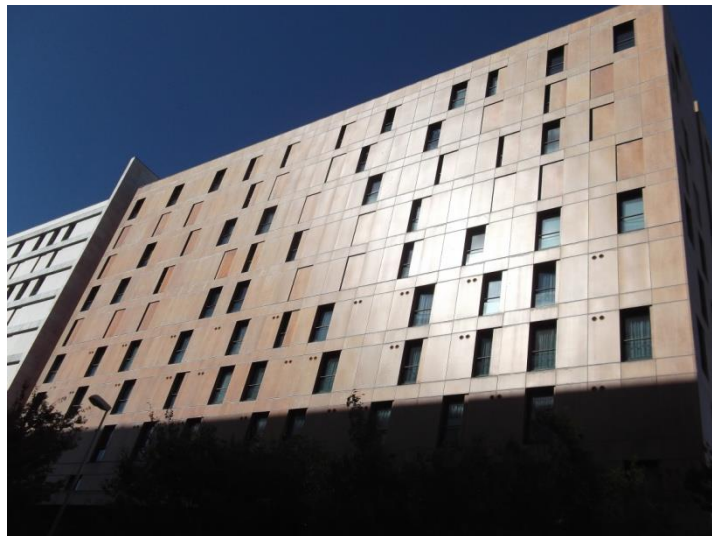


Figura 29 – Residência Sénior

As principais patologias encontradas nos painéis fenólicos do edifício são:

- Delaminação da superfície melamínica
- Colocação errada dos rebites
- Pigmentação na superfície

#### 4.1.1.1 Delaminação da superfície melamínica

O destacamento da superfície melamínica (figura 30) pode ser causado pela dilatação do painel devido às variações térmicas. Como foi escrito anteriormente no ponto 2.2, as fibras de papel *Kraft* impregnadas no núcleo dos painéis fenólicos têm a sua orientação no sentido longitudinal, o que leva a que a dilatação dos painéis não seja homogénea. Este facto contribui bastante para que a película melamínica à superfície fique degradada.



Figura 30 - Superfície melamínica degradada

#### 4.1.1.2 Colocação errada dos rebites

A má colocação dos rebites (figura 31) pode contribuir para a degradação precoce dos painéis fenólicos. Quando se efetua o furo para a colocação do rebite, deve-se deixar uma folga de 0,5mm aproximadamente, de forma que o painel se possa movimentar livremente devido às dilatações térmicas, o que neste caso não foi respeitado, como é visível na figura 31.



Figura 31 - Colocação de rebites

#### 4.1.1.3 Pigmentação na superfície

A superfície dos painéis fenólicos apresenta pigmentação (figura 32) que pode ser causada pela exposição solar e pela proximidade do rio Tejo (ambiente marítimo). Mais uma vez, a dilatação não uniforme às variações da temperatura leva ao aparecimento desta pigmentação na superfície melamínica. Devido à superfície melamínica ser porosa (painéis fenólicos “tradicionais”), a absorção de poeiras e sujidade também contribui para o aparecimento desta pigmentação. A superfície torna-se áspera ao tato.



Figura 32 - Pigmentação da superfície dos painéis fenólicos

#### 4.1.2 Edifício de habitação multifamiliar na avenida Fernando Pessoa

O edifício em estudo é um edifício multifamiliar de 9 pisos (figura 33) situado na zona Sul do Parque das Nações, na avenida Fernando Pessoa. O edifício tem painéis fenólicos apenas na zona das varandas funcionando apenas como elemento decorativo. Os painéis fenólicos estão fixos à estrutura através de parafusos.

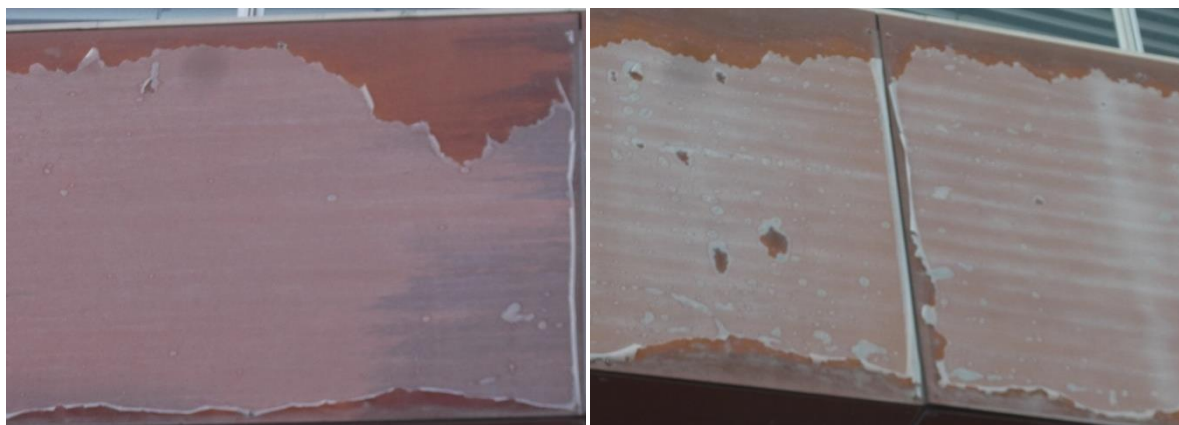


Figura 33 - Edifício multifamiliar

A principal patologia encontrada foi a delaminação da superfície melamínica.

##### 4.1.2.1 Delaminação da superfície melamínica

A delaminação da superfície melamínica (figura 34) é causada pela dilatação não uniforme dos painéis fenólicos. A incidência dos raios solares também contribui para a degradação da superfície dos painéis, apenas atenuada se estes tiverem uma proteção ultravioleta. A fachada está orientada a sudeste, para a qual os valores de radiação solar incidente são bastante elevados durante todo o ano.



**Figura 34 - Delaminação da superfície melamínica**

#### **4.1.3 Edifício de habitação multifamiliar na rua dos Cruzados**

O edifício em estudo é um edifício multifamiliar de 3 pisos (figura 35) situado na zona Sul do Parque das Nações, na rua dos Cruzados. A fachada é quase toda ela revestida a painéis fenólicos, num sistema de fachada ventilada, fixos com rebites.



**Figura 35 - Habitação multifamiliar**

As patologias encontradas nos painéis fenólicos do edifício são:

- Diferenças cromáticas
- Manchas superficiais
- Sujidade

#### 4.1.3.1 Diferenças cromáticas

As diferenças cromáticas (figura 36) são causadas pela incidência dos raios solares. Os painéis fenólicos tendem a perder a cor ao longo do tempo devido à exposição aos raios ultravioleta. A perda de cor poderia ser atenuada com a introdução de uma proteção ultravioleta na superfície dos painéis fenólicos, o que neste caso não foi acautelado.



Figura 36 - Diferenças cromáticas

#### 4.1.3.2 Manchas superficiais

As manchas superficiais (figura 37) podem ser causadas pela incidência dos raios solares. A superfície melamínica perdeu a sua cor a longo do tempo devido à exposição solar.



Figura 37 - Manchas superficiais

#### 4.1.3.3 Sujidade

As marcas de sujidade encontradas na situação em estudo (figura 38) são provenientes da parede de betão onde estão colocados os painéis fenólicos. O betão sofre a dissolução e o arraste do hidróxido de cálcio ( $\text{Ca}(\text{OH}_2)$ ) depois de endurecido, pela ação da água, criando manchas de cor esbranquiçada.

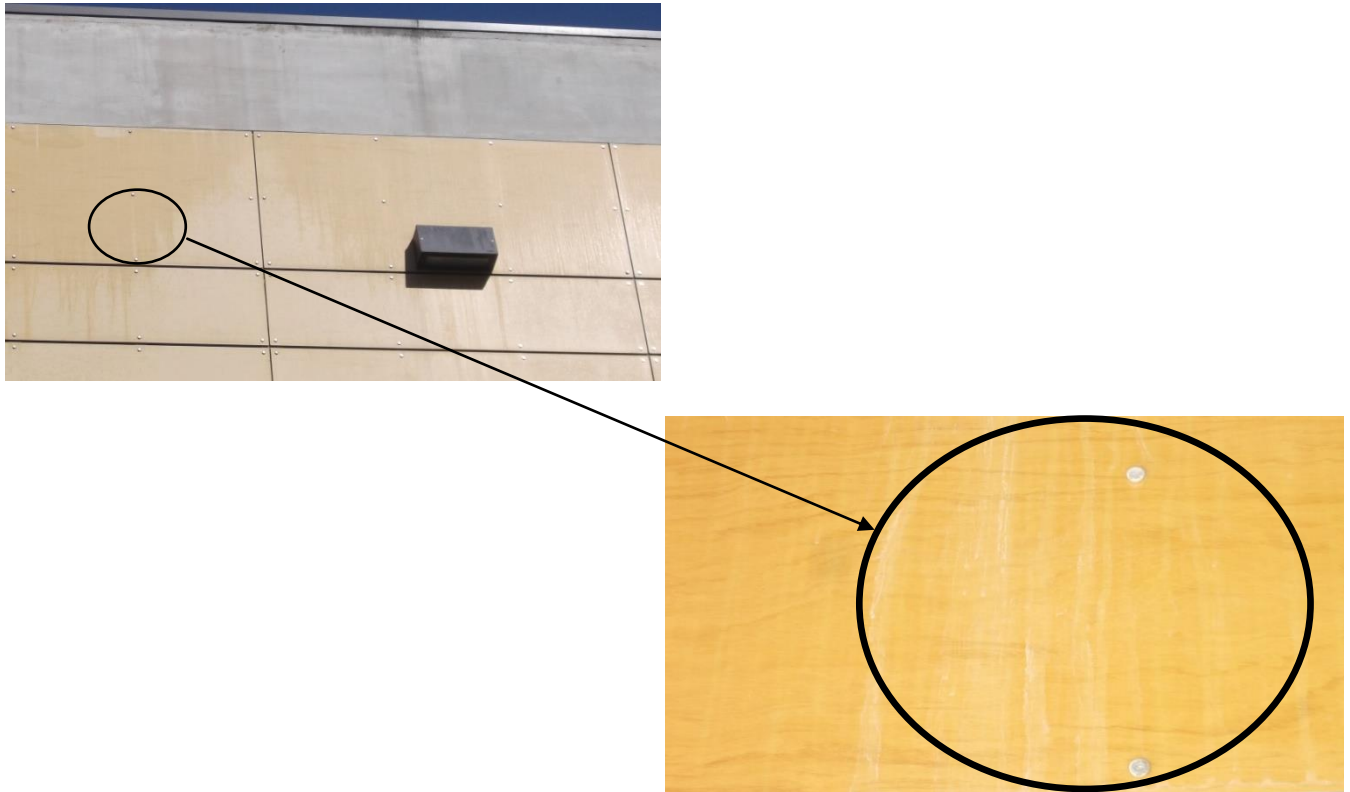


Figura 38 - Marcas de sujidade

#### 4.1.4 Edifício de escritórios e serviços

Trata-se de um edifício de escritórios e serviços, situado na zona Norte do Parque das Nações, na alameda dos Oceanos. Apenas parte da fachada principal (figura 39) é revestida a painéis fenólicos, sendo a fachada posterior (figura 40) toda ela revestida a painéis fenólicos em sistema de fachada ventilada, fixos com parafusos.



Figura 39 - Fachada principal



Figura 40 - Fachada posterior

As principais patologias encontradas no edifício são:

- Diferenças cromáticas
- Desprendimento pontual de elementos de fixação
- Rotura de painéis

#### 4.1.4.1 Diferenças cromáticas

Como foi explicado anteriormente, a perda de cor (figura 41) por parte dos painéis fenólicos é causada pela incidência dos raios solares. Neste caso, é possível ver-se “espectros ou fantasmas” da estrutura de suporte dos painéis fenólicos.

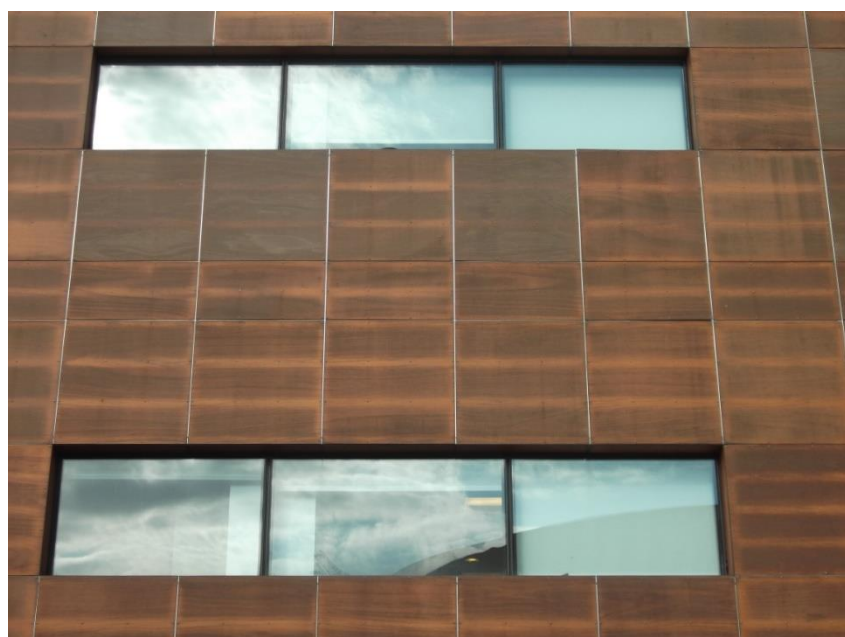


Figura 41 - Diferenças cromáticas e "espectros ou fantasmas"

#### 4.1.4.2 Desprendimento pontual de elementos de fixação

O desprendimento dos elementos de fixação (figura 42, 43 e 44) pode ser causado pelo mau dimensionamento em projeto dos mesmos, ou má colocação em obra. A fixação utilizada neste caso são parafusos.



Figura 42 - Desprendimento dos elementos de fixação



Figura 43 - Desprendimento de elementos de fixação



Figura 44 - Desprendimento de elementos de fixação

#### 4.1.4.3 Rotura de painéis

A rotura dos painéis fenólicos (figura 45 e 46) é causada pelo excesso de tensão interna. Um correto dimensionamento do tipo de painel, número e disposição das fixações ajuda a prevenir o aparecimento de fissuras (figura 47) e conseqüente rotura dos painéis. No caso das fixações com parafusos, deveria ter sido deixada uma folga de 0,5mm para permitir que os painéis se movimentassem devido às dilatações e contrações térmicas (Simões, 2010).

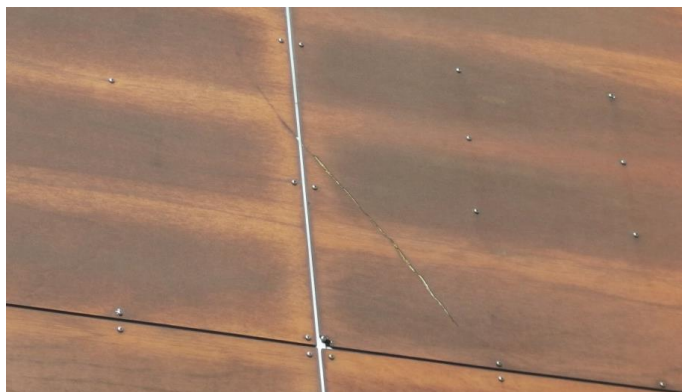


Figura 45 - Rotura de painel fenólico

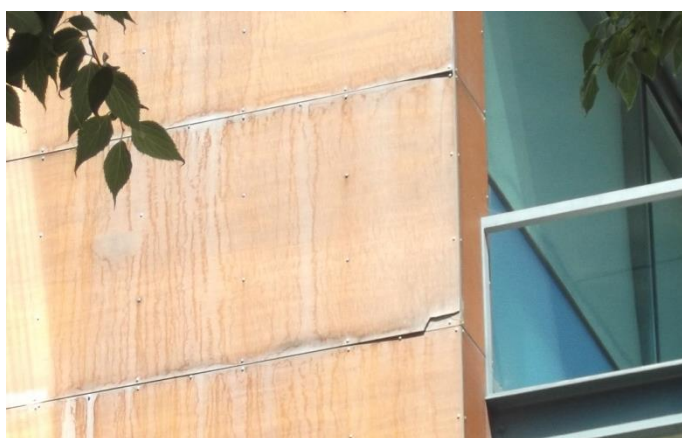


Figura 46 - Rotura de painel fenólico



Figura 47 - Fissuração em painel fenólico

## 4.2 Soluções de reparação

Na reparação das patologias identificadas nos edifícios em estudo, pode-se optar por duas soluções:

- Substituição do painel ou painéis danificados
- Pintura da superfície dos painéis fenólicos

### 4.2.1 Substituição do painel ou painéis danificados

Na substituição do painel ou painéis danificados, deve-se ter em atenção a causa da patologia e eliminá-la. Assim, pode ser necessário um novo dimensionamento da estrutura de suporte e dos sistemas de fixação, assim como a espessura do painel. Caso sejam substituídos apenas painéis pontuais, deve-se respeitar a cor e sistema de fixação utilizados anteriormente.

### 4.2.2 Pintura da superfície dos painéis fenólicos

Apesar da pintura de painéis fenólicos não ser uma solução recomendada por alguns fabricantes, as alterações cromáticas podem ser resolvidas com a pintura. Alguns fabricantes excluem da garantia de fabrico as alterações cromáticas. Logo, em projeto pode ser uma boa opção a escolha de fabricantes que ofereçam garantia às mudanças de cor. Caso se opte pela pintura dos painéis fenólicos deve-se ter em conta as seguintes indicações:

- Limpeza e desengorduramento do painel fenólico utilizando um detergente neutro
- Raspar a superfície do painel de forma a dar-lhe alguma rugosidade
- Aplicar um sistema de pintura recomendado pelo fabricante e seguir recomendações dadas pelo mesmo (ações optativas):
  - Colocação de primário e pintura
  - Colocação de poliuretano asfáltico de um componente e pintura
  - Pintura de dois componentes

Deve-se ter em conta que a introdução de uma pintura na superfície dos painéis fenólicos pode afetar a sua estabilidade dimensional (dilatações e contrações térmicas) e também o seu comportamento ao fogo.



## 5 APLICAÇÃO DE PAINÉIS FENÓLICOS EM OBRA

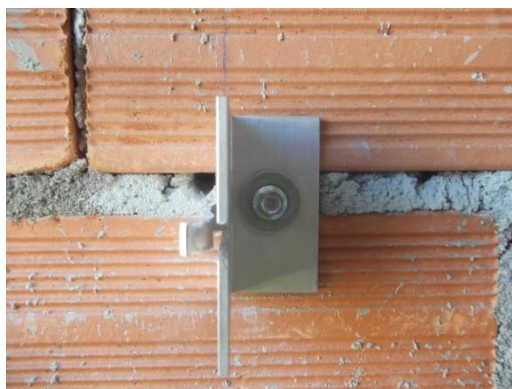
A obra acompanhada, localizada em Vila Franca de Xira, foi um supermercado *Aldi* construído de raiz, em que todas as fachadas foram revestidas a painéis fenólicos de espessura de 8mm em sistema de fachada ventilada. O acompanhamento da obra teve início a 19 de Outubro de 2012 e o fim a 24 de Novembro de 2012.

Os painéis fenólicos utilizados na fachada são do fabricante *Trespa*<sup>®</sup>, designados por *Trespa*<sup>®</sup> *Meteon FR* (figura 48). As iniciais *FR* significam que na superfície foi aplicado um retardador de chama em caso de incêndio.



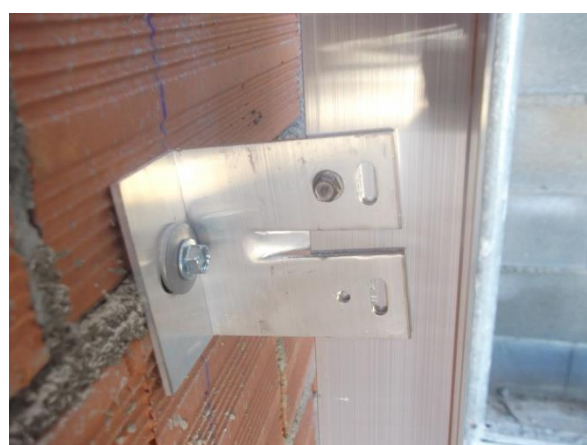
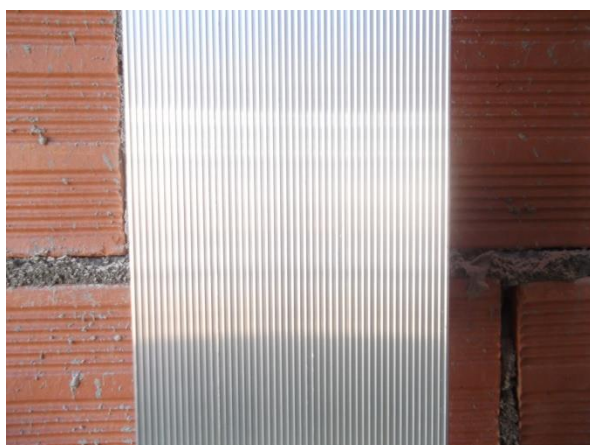
Figura 48 - *Trespa*<sup>®</sup> *Meteon FR*

Antes da aplicação dos painéis fenólicos é necessário fixar a estrutura de suporte. A estrutura de suporte é fixa à fachada construída em tijolo ou em blocos de cimento. No caso desta obra, foram usadas as duas soluções construtivas, ou seja, parte da fachada é revestida a blocos de cimento e a outra parte é revestida a tijolo. A estrutura de suporte é constituída por “esquadros” (figura 49), peças em forma de “L”, que são fixos à fachada já construída através de parafusos com anilha. Os “esquadros” podem ter dimensões entre 30 mm e 250 mm e devem estar espaçados entre 400 mm e 650 mm. A sua escolha é feita consoante a verticalidade da parede, o isolante térmico utilizado e a caixa-de-ar, tendo sempre em conta que no fim os painéis fenólicos têm que ficar apurados.

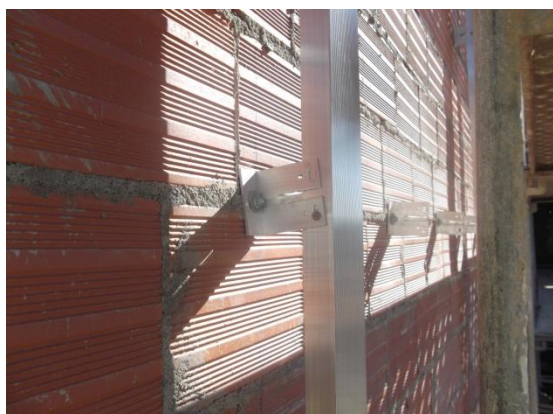


**Figura 49 - “Esquadro” fixo à fachada**

Os “esquadros” servem de suporte aos montantes metálicos. Os montantes metálicos são perfis em forma de “T” ou de “L”. Os perfis em forma de “T” (figura 50) são utilizados nas juntas dos painéis fenólicos, ou seja, quando se colocam dois painéis num mesmo perfil. Os perfis em forma de “L” (figura 51) são utilizados apenas para a fixação do painel. Estes perfis em “L” devem estar espaçados entre 400 mm e 650 mm.

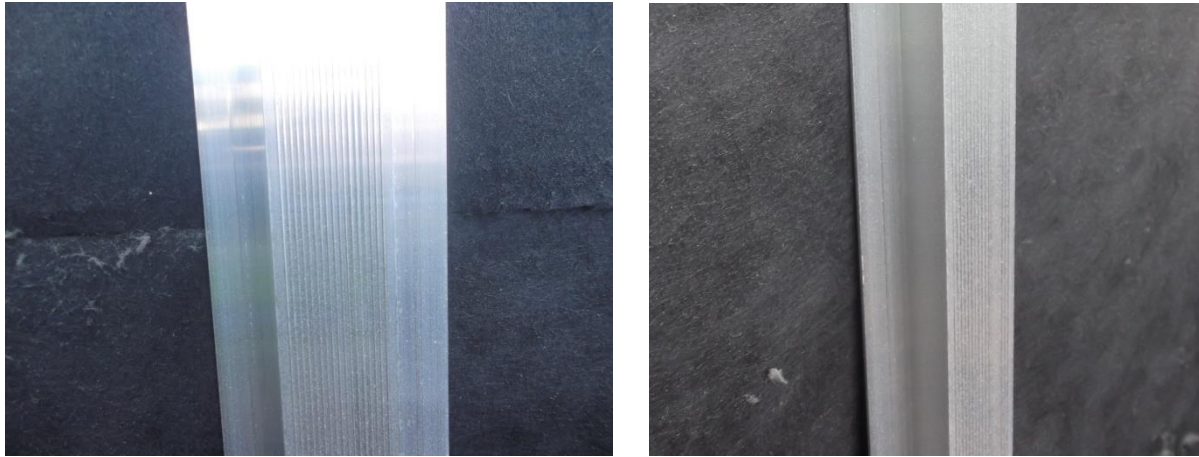


**Figura 50 - Perfil em "T"**



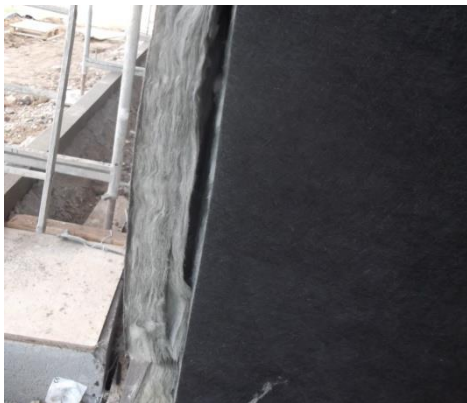
**Figura 51 - Perfil em "L"**

Existem outros perfis designados por “ómega” ( $\Omega$ ) (figura 52), utilizados na chamada estrutura direta. Os perfis “ómega” são utilizados em locais da fachada em que não é possível a colocação dos “esquadros” e respetivos montantes. Os perfis “ómega” foram aplicados na pala junto à entrada principal do supermercado, fixos à estrutura metálica.



**Figura 52 - Perfil em “ $\Omega$ ”**

Após a conclusão da estrutura de suporte, é colocado o isolamento térmico da fachada (figura 53) com uma espessura de 60 mm. Para a fixação do isolamento térmico à fachada é utilizado um fixador circular (figura 54) que aperta através de um parafuso à parede.



**Figura 53 - Isolamento térmico**



**Figura 54 - Fixador circular**

Terminada a colocação do isolamento térmico em toda a fachada, pode-se proceder aos trabalhos preparatórios para a fixação dos painéis fenólicos na fachada. Os painéis em obra devem ser preservados em local seco e protegidos dos agentes atmosféricos (sol e chuva). Os painéis chegam à obra com a dimensão de fabrico (3650mm x 1860mm) sendo cortados

posteriormente. Os painéis colocados na fachada têm 1860mm por 895mm (figura 55). Contudo, alguns painéis têm que ser cortados com dimensões menores para acabamentos.

O corte dos painéis em obra é feito recorrendo a uma máquina de corte (figura 56) especializada para o efeito. A serra de corte utilizada deve ser de fio de metal duro ou disco com dentes diamantados. Neste caso, foi utilizado um disco com dentes diamantados (figura 57). O corte deve ser efetuado numa bancada apropriada, usando uma régua (figura 58), fixa com o auxílio de fixadores (figura 59) que possui encaixes onde a máquina de corte é colocada (figura 60) permitindo cortes mais precisos. Devido ao elevado peso dos painéis vindos de fábrica (73,2 kg/painel), a colocação na bancada de corte é feita usando uma pega com uma ventosa. A ventosa (figura 61) possui duas patilhas que ajudam a prender e a desprender o painel.



**Figura 55 - Painéis fenólicos na fachada**



**Figura 56 - Máquina de corte**



**Figura 57 - Disco com dentes diamantados**

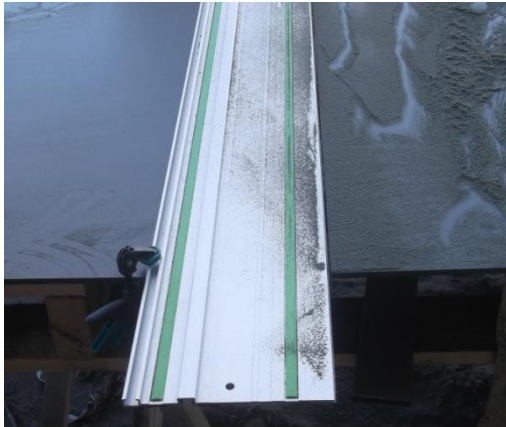


Figura 58 - Régua



Figura 59 - Fixadores

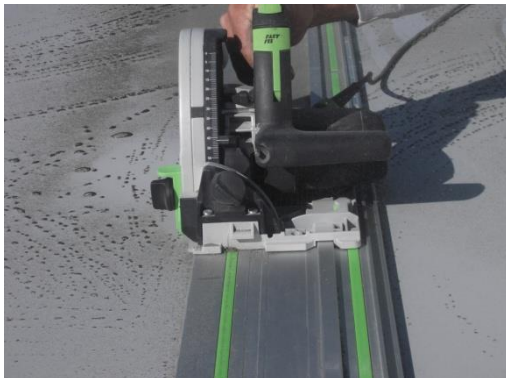


Figura 60 - Máquina de corte colocada na régua



Figura 61 - Ventosa

Após concluído o corte dos painéis fenólicos, estes podem começar a ser aplicados na fachada. O tipo de fixação dos painéis é oculto recorrendo a colas e adesivos específicos. As colas e adesivos aplicados são da marca *Bostik*, tendo a designação *Simson Foam-Tape* para os adesivos, *Simson Paneltack* para as colas e *Simson SX Black* para a tinta. O adesivo é fornecido em rolo e a cola em cartuchos. Os adesivos são de dupla face (figura 62 e 63) e são colocados na estrutura de suporte em primeiro lugar, uma vez que são eles que vão garantir que o painel fica fixo antes da cola secar. Antes da colocação do adesivo na estrutura de suporte, esta deve ser limpa com um detergente ou produto neutro, de modo a eliminar possíveis poeiras ou gorduras que contenha a estrutura. Após a limpeza, deve-se aguardar 15 minutos para que se possa colocar o adesivo.



Figura 62 - Adesivo de auxílio à fixação dos painéis



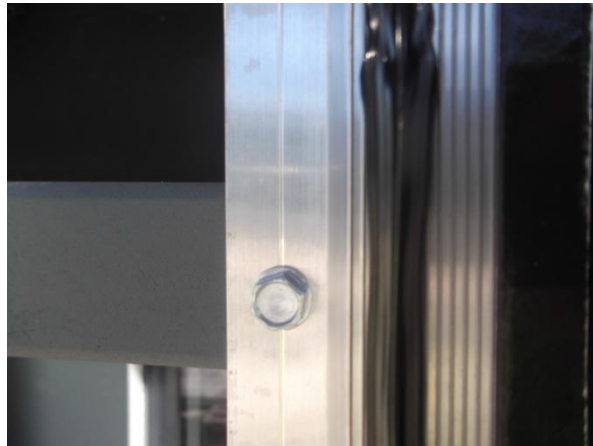
Figura 63 - Adesivo na zona de junta de dois painéis

Antes da colocação das colas na estrutura de suporte, esta deve ser pintada de preto na zona das juntas dos painéis fenólicos e depois da pintura secar, deve-se limpar novamente a estrutura de suporte com um detergente ou produto neutro, de modo a que possíveis poeiras e gorduras sejam eliminadas da superfície. Também a face interior dos painéis fenólicos deve ser limpa com estes produtos, antes da sua aplicação na fachada. Após a limpeza deve-se aguardar 10 a 15 minutos até se poder aplicar a cola na estrutura de suporte. A cola é aplicada através de uma pistola com um cartucho (figura 64).



Figura 64 - Pistola com cartucho para aplicação da cola na estrutura de suporte

Após os procedimentos descritos, coloca-se a cola na estrutura de suporte (figura 65).



**Figura 65 - Cola na estrutura de suporte**

De seguida, os painéis fenólicos são colocados na fachada (figura 66). Os painéis devem ficar alinhados e aprumados, de modo a que não haja saliências nem desvios dos mesmos. Para tal, usam-se restos de painéis que são colocados nas extremidades de cada painel colocado na fachada (figura 67).



**Figura 66 - Painel colocado na fachada**



**Figura 67 - Resto de painéis utilizados nas juntas**

Após a colocação dos painéis fenólicos na fachada deve-se limpar a sua superfície, utilizando um detergente ou um produto neutro. Após 72 horas da fixação dos painéis fenólicos, a cola seca e adquire a resistência pretendida, sendo a partir desse tempo praticamente impossível retirar os painéis da fachada sem o recurso de meios mecânicos, como por exemplo uma máquina de corte. O aspeto final da fachada é apresentado nas figuras 68, 69 e 70.



**Figura 68 - Fachada principal**



**Figura 69 - Fachada lateral nascente**



**Figura 70 - Fachada lateral poente**

## 6 TRABALHO LABORATORIAL

### 6.1 Objetivo

O trabalho laboratorial desenvolvido no Laboratório de Materiais de Construção da ADEC-ISEL teve como objetivo o estudo de algumas características dos painéis fenólicos. Para tal, delineou-se uma campanha experimental que incluísse alguns ensaios, de modo a avaliar o comportamento dos painéis fenólicos, comparando com a ficha técnica fornecida pelo representante *Trespa*<sup>®</sup> em Portugal, *Augusto Guimarães & Irmão, Lda*. As amostras utilizadas no trabalho laboratorial foram cedidas pela *Catimóveis, Sociedade de Transformação de Madeiras, Lda*.

Os ensaios realizados tiveram como objetivo o estudo das seguintes propriedades:

- Resistência à Flexão
- Resistência à Absorção de Água
- Resistência ao Impacto

### 6.2 Resistência à flexão

O ensaio de resistência à flexão foi efetuado seguindo a norma EN ISO 178:2003. A determinação da resistência à flexão foi realizada através de uma prensa, aplicando uma força numa amostra apoiada simetricamente. De acordo com a EN ISO 178:2003, o esquema de ensaio de flexão deve ser idêntico ao representado na figura 71.

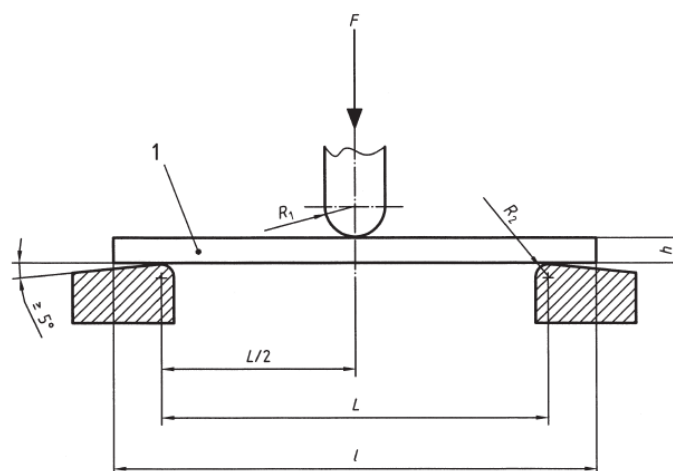


Figura 71 - Esquema de ensaio à flexão (EN ISO 178:2003)

Sendo:

1 – Amostra a ensaiar

F – Força aplicada até à rotura

h – Espessura da amostra

L – Distância entre apoios

l – Comprimento da amostra

A distância entre apoios da máquina é de 100mm. As amostras utilizadas neste ensaio tinham as seguintes espessuras: 6mm, 8mm e 13mm. Foram utilizadas 10 amostras de 6mm, 10 amostras de 8mm e 5 amostras de 13mm, todas elas do fabricante *Trespa*<sup>®</sup> e ainda 4 amostras de 8mm do fabricante *Abet Laminati*<sup>®</sup>. Os painéis fenólicos de 6mm e de 8mm são usados em fachadas exteriores, enquanto os painéis fenólicos de 13mm são utilizados em elementos interiores. A utilização dos painéis fenólicos de 13mm, neste ensaio, serve apenas para comparar com os resultados obtidos dos painéis fenólicos utilizados em exterior. O número de amostras de 6mm e de 8mm permite obter com alguma exatidão a resistência à flexão. O número de amostras de 13mm e do fabricante *Abet Laminati*<sup>®</sup> não permitem obter resultados com a exatidão desejada, mas foi o possível devido à limitação de peças destes tipos facultadas pela *Catimóveis, Sociedade de Transformação de Madeiras, Lda*.

O corte das amostras foi realizado com, aproximadamente, 160mm de comprimento e 50mm de largura. Devido à pequena espessura das amostras, foi necessário utilizar dois apoios auxiliares sobre os apoios existentes na máquina (figura 72), de modo a que a cabeça de carga cilíndrica da prensa conseguisse alcançar a amostra, provocando a sua flexão e posterior rotura.

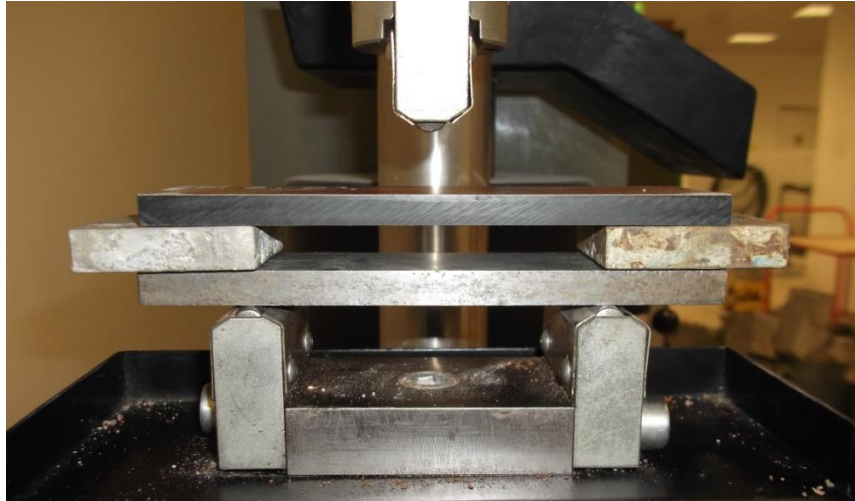


Figura 72 – Apoios auxiliares sobre os apoios da prensa

### 6.2.1 Procedimento

1. Mediu-se a espessura e a largura das amostras (figura 73 e 74) utilizando uma craveira com uma precisão de 0,02mm.



Figura 73 - Espessura



Figura 74 - Largura

2. Colocaram-se as amostras na prensa, simetricamente na horizontal, sobre os apoios (figura 75).



Figura 75 - Amostra colocada sobre os apoios

3. Realizou-se o ensaio de flexão – aplicação da força durante  $60 \pm 30$  segundos de acordo com a EN ISO 178:2003, a velocidade constante até a amostra atingir a rotura (figura 76).



Figura 76 - Rotura da amostra

4. Registrou-se os valores da carga de rotura – Força de rotura [ $F$  (N)] (figura 77).

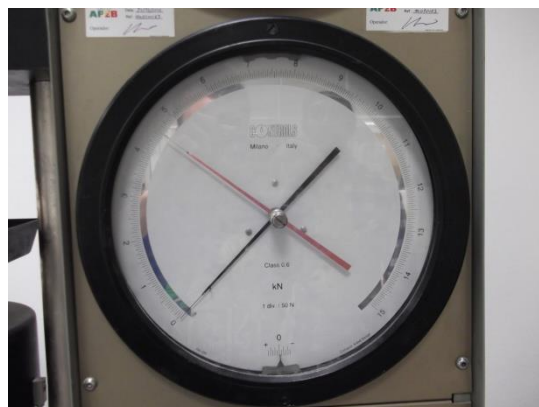


Figura 77 - Registo do valor da carga de rotura

5. Tratamento dos resultados obtidos e cálculo da resistência à flexão.

Para o cálculo da resistência à flexão, segundo a EN ISO 178:2003, é necessário recorrer à seguinte fórmula:

$$\tau_f = \frac{3FL}{2bh^2}$$

Sendo:

$\tau_f$  – Resistência à flexão ( $\text{N}/\text{mm}^2$ )

F – Força de rotura (N)

L – Distância entre apoios (mm)

b – Largura da amostra (mm)

h – Espessura da amostra (mm)

## 6.2.2 Resultados

### 6.2.2.1 Painéis fenólicos *Trespa*<sup>®</sup> de 6mm

Os valores expectáveis para este ensaio, segundo a ficha técnica do fabricante *Trespa*<sup>®</sup>, eram  $\geq 120 \text{ N/mm}^2$ . Os resultados obtidos foram superiores, variando entre  $177,372 \text{ N/mm}^2$  e  $207,230 \text{ N/mm}^2$ . No quadro V encontram-se os resultados obtidos em cada uma das amostras e a sua consequente média e desvio padrão:

**Quadro V - Resultados obtidos no ensaio de painéis *Trespa*<sup>®</sup> de 6mm**

6mm					
Nº Provete	F <sub>R</sub> otura (N)	L (mm)	b (mm)	h (mm)	$\sigma_f$ (N/mm <sup>2</sup> )
1	2650,00	100,00	50,00	6,22	205,488
2	2200,00	100,00	50,00	6,10	177,372
3	2350,00	100,00	50,02	6,10	189,389
4	2450,00	100,00	49,96	6,10	197,686
5	2400,00	100,00	50,00	6,10	193,496
6	2600,00	100,00	50,00	6,20	202,914
7	2650,00	100,00	49,90	6,20	207,230
8	2450,00	100,00	50,02	6,20	191,131
9	2350,00	100,00	49,92	6,20	183,697
10	2350,00	100,00	50,00	6,20	183,403
<b>Média</b>					<b>193,180</b>
<b>Desvio Padrão</b>					<b>10,100</b>

### 6.2.2.2 Painéis fenólicos *Trespa*<sup>®</sup> de 8mm

Os valores expectáveis para este ensaio, segundo a ficha técnica do fabricante *Trespa*<sup>®</sup>, eram  $\geq 120 \text{ N/mm}^2$ . Os resultados obtidos foram superiores, variando entre  $183,364 \text{ N/mm}^2$  e  $206,852 \text{ N/mm}^2$ . No quadro VI encontram-se os resultados obtidos em cada uma das amostras e a sua consequente média e desvio padrão:

**Quadro VI - Resultados obtidos no ensaio de painéis *Trespa*<sup>®</sup> de 8mm**

8mm					
N° Provete	F <sub>Rotura</sub> (N)	L (mm)	b (mm)	h (mm)	$\sigma_f$ (N/mm <sup>2</sup> )
1	4550,00	100,00	50,00	8,30	198,142
2	4300,00	100,00	50,00	8,32	186,356
3	4400,00	100,00	50,00	8,30	191,610
4	4750,00	100,00	50,00	8,30	206,852
5	4750,00	100,00	50,00	8,40	201,956
6	4250,00	100,00	50,02	8,24	187,708
7	4350,00	100,00	50,00	8,24	192,201
8	4250,00	100,00	50,00	8,14	192,425
9	4200,00	100,00	49,82	8,24	186,244
10	4150,00	100,00	50,00	8,24	183,364
<b>Média</b>					<b>192,686</b>
<b>Desvio Padrão</b>					<b>7,536</b>

### 6.2.2.3 Painéis fenólicos *Trespa*<sup>®</sup> de 13mm

Os valores expectáveis para este ensaio, segundo a ficha técnica do fabricante *Trespa*<sup>®</sup>, eram  $\geq 120$  N/mm<sup>2</sup>. Os resultados obtidos foram superiores, variando entre 141,673 N/mm<sup>2</sup> e 151,917 N/mm<sup>2</sup>. No quadro VII encontram-se os resultados obtidos em cada uma das amostras e a sua consequente média e desvio padrão:

**Quadro VII - Resultados obtidos no ensaio de painéis *Trespa*<sup>®</sup> de 13mm**

13mm					
N° Provete	F <sub>Rotura</sub> (N)	L (mm)	b (mm)	h (mm)	$\sigma_f$ (N/mm <sup>2</sup> )
1	7750,00	100,00	50,08	12,76	142,570
2	8150,00	100,00	50,20	12,76	149,570
3	7700,00	100,00	50,04	12,76	141,763
4	8300,00	100,00	50,02	12,80	151,917
5	7850,00	100,00	50,10	12,76	144,352
<b>Média</b>					<b>146,034</b>
<b>Desvio Padrão</b>					<b>4,477</b>

### 6.2.2.4 Painéis fenólicos *Abet Laminati*<sup>®</sup> de 8mm

Os valores expectáveis para este ensaio, segundo a ficha técnica do fabricante *Abet Laminati*<sup>®</sup>, eram  $\geq 110$  N/mm<sup>2</sup>. Os resultados obtidos foram superiores, variando entre 161,494 N/mm<sup>2</sup> e 179,690 N/mm<sup>2</sup>. Este ensaio aos painéis fenólicos do fabricante *Abet Laminati*<sup>®</sup> foi realizado para que se pudessem comparar os resultados obtidos com o fabricante *Trespa*<sup>®</sup>. No quadro VIII encontram-se os resultados obtidos em cada uma das amostras e a sua consequente média:

Quadro VIII - Resultados obtidos no ensaio de painéis *Abet Laminati*<sup>®</sup> de 8mm

8mm Abet Laminati					
Nº Provete	F <sub>R</sub> rotura (N)	L (mm)	b (mm)	h (mm)	$\sigma_f$ (N/mm <sup>2</sup> )
1	3550,00	100,00	48,80	8,22	161,494
2	3800,00	100,00	50,00	8,10	173,754
3	3750,00	100,00	50,00	8,20	167,311
4	3950,00	100,00	48,80	8,22	179,690
<b>Média</b>					<b>170,562</b>
<b>Desvio Padrão</b>					<b>7,881</b>

### 6.2.3 Conclusões do ensaio

Após a realização dos ensaios pode-se concluir que os resultados obtidos de resistência à flexão são superiores aos resultados apresentados nas fichas técnicas consultadas. Os painéis fenólicos de 6mm são os que apresentam valores superiores de resistência à flexão, com uma média de 193,180 N/mm<sup>2</sup> e os painéis fenólicos de 13mm os que apresentam valores médios inferiores (146,034 N/mm<sup>2</sup>). Esta situação era algo esperada, uma vez que a utilização exterior deve ter uma resistência à flexão superior (painéis de 6mm e 8mm) em comparação com a utilização interior (painéis de 13mm). Durante a realização do ensaio, pôde-se observar que os painéis fenólicos de 6mm fletiam mais do que os restantes ensaiados antes da rotura, enquanto os painéis de 13mm praticamente não fletiam durante o ensaio, o que significa que os primeiros têm maior ductilidade e capacidade de resistir a deformações impostas.

Relativamente aos painéis fenólicos de 8mm, pode-se concluir que os do fabricante *Trespa*<sup>®</sup> apresentam uma média de resistência à flexão (192,686 N/mm<sup>2</sup>) superior aos painéis fenólicos do fabricante *Abet Laminati*<sup>®</sup> (170,562 N/mm<sup>2</sup>). Este facto poderá ser explicado pela maior flexibilidade apresentada pelos painéis fenólicos do fabricante *Trespa*<sup>®</sup> em comparação com a flexibilidade apresentada pelos painéis fenólicos do fabricante *Abet Laminati*<sup>®</sup>, antes da rotura.

Relativamente aos painéis fenólicos *Trespa*<sup>®</sup> de 6mm e 8mm pode-se concluir que as diferenças de resistência à flexão entre ambos são mínimas. Os painéis de 6mm apresentam uma média de resistência à flexão de 193,180 N/mm<sup>2</sup> e os painéis de 8mm apresentam uma média de resistência à flexão de 192,686 N/mm<sup>2</sup>.

### 6.3 Resistência à absorção de água

O ensaio de resistência à absorção de água foi efetuado seguindo a ASTM D-2842-06. Este ensaio consiste na determinação da absorção de água por parte dos painéis fenólicos, imersos em água, durante 96 horas. A ASTM D-2842-06 define que a altura de água a cobrir os painéis fenólicos deve ser de 5,1cm e as amostras devem ser quadradas com 15cm de lado. Neste ensaio utilizou-se 8 amostras de 6mm e 8 amostras de 8mm do fabricante *Trespa*<sup>®</sup> e ainda 4 amostras de 8mm do fabricante *Abet Laminati*<sup>®</sup>. Para a realização deste ensaio foi necessário uma balança, recipientes para colocar as amostras, papel plástico tipo “filme” para cobrir os recipientes, um “garfo metálico” para pesar as amostras submersas e uma craveira para medir as amostras antes e depois do ensaio.

#### 6.3.1 Procedimento

1. Mediu-se o comprimento, largura e espessura de cada uma das amostras.
2. Pesou-se cada uma das amostras (figura 78), antes do período de imersão.

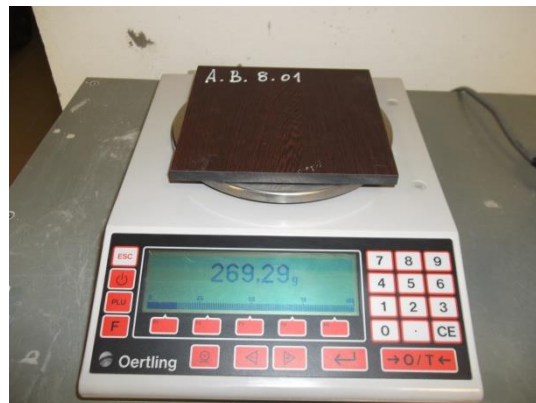


Figura 78 - Pesagem da amostra

3. Preparou-se os recipientes para a colocação das amostras em imersão (figura 79).



**Figura 79 – Recipientes**

4. Colocaram-se das amostras nos recipientes (figura 80).



**Figura 80 - Amostras nos recipientes**

5. Cobriu-se os recipientes com filme plástico (figura 81)



**Figura 81 - Filme plástico sobre os recipientes**

6. Esperou-se as 96 horas segundo a ASTM D-2842-06.
7. Mediu-se novamente o comprimento (figura 82), largura (figura 83) e espessura (figura 84) de cada amostra, após o período de imersão.



**Figura 82 - Comprimento**



**Figura 83 - Largura**



**Figura 84 - Espessura**

8. Pesou-se novamente a amostra.
9. Colocou-se um “garfo metálico” dentro de um balde com água (figura 85) para se obter o peso da amostra saturada.



**Figura 85 - Garfo metálico dentro do balde com água**

10. Pesou-se a amostra saturada (figura 86).



**Figura 86 - Amostra saturada**

### 11. Tratamento dos resultados obtidos e cálculo da resistência à absorção de água.

Para o cálculo da resistência à absorção de água, segundo a ASTM D-2842-06 é necessário recorrer às seguintes fórmulas:

1. Cálculo do volume aparente da amostra ( $V_1$ ) em  $\text{cm}^3$ :

$$V_1 = lwh$$

2. Cálculo da área ( $A$ ) em  $\text{cm}^2$ :

$$A = 2. (l. w) + 2. (l. h) + 2(w. h)$$

Sendo:

$l$  – comprimento da amostra (cm)

$w$  – largura da amostra (cm)

$h$  – espessura da amostra (cm)

3. Cálculo do volume real da amostra ( $V_2$ ) em  $\text{cm}^3$ :

$$V_2 = V_1 - \left[ A \times \left( \frac{t}{1.14} \right) \right]$$

Sendo:

$V_1$  – Volume aparente da amostra calculada em 1.

$A$  – Área calculada em 2.

$t$  – comprimento da “corda” (cm)

Nota: Neste caso,  $t=0$ , logo  $V_2=V_1$

4. Cálculo da água absorvida em %

$$\text{Água absorvida} = \left[ \frac{(W_3 + V_2) - (W_1 + W_2)}{V_2} \times 100 \right]$$

Sendo:

$W_1$  – Peso da amostra seca (g)

$W_2$  – Peso do “garfo metálico” submerso (g)

$W_3$  – Peso submerso da amostra e do “garfo metálico” (g)

## 6.3.2 Resultados

### 6.3.2.1 Painéis fenólicos *Trespa*<sup>®</sup> de 6mm

Os valores expectáveis para este ensaio, segundo a ficha técnica do fabricante *Trespa*<sup>®</sup>, eram 0,5%. Os resultados obtidos, em média, foram um pouco superiores. No quadro IX encontram-se os resultados obtidos em cada uma das amostras e a sua consequente média e desvio padrão:

**Quadro IX - Resultados obtidos no ensaio de painéis *Trespa*<sup>®</sup> de 6mm**

Nº Amostra	6mm													Água Absorvida
	hi	li	wi	hf	lf	wf	t	W1	W2	V1	A	V2	W3	
1	0,61	15,01	15,02	0,61	15,01	15,02	0,00	191,79	605,82	137,52	487,54	137,52	659,57	-0,375%
2	0,61	15,02	15,01	0,61	15,02	15,01	0,00	192,47	605,82	137,52	487,54	137,52	660,71	-0,040%
3	0,62	15,02	15,02	0,62	15,02	15,02	0,00	192,66	605,82	139,87	488,45	139,87	660,36	1,253%
4	0,62	15,02	15,02	0,62	15,02	15,02	0,00	191,95	605,82	139,87	488,45	139,87	658,92	0,731%
5	0,62	15,01	15,02	0,62	15,01	15,02	0,00	191,97	605,82	139,78	488,14	139,78	658,99	0,700%
6	0,61	15,02	15,02	0,61	15,02	15,02	0,00	191,96	605,82	137,62	487,85	137,62	658,96	-0,875%
7	0,61	15,01	15,02	0,61	15,01	15,02	0,00	192,54	605,82	137,52	487,54	137,52	660,95	0,083%
8	0,62	15,01	14,99	0,62	15,01	14,99	0,00	191,94	605,82	139,50	487,20	139,50	658,89	0,452%
<b>Média</b>													<b>0,644%</b>	
<b>Desvio Padrão</b>													<b>0,428%</b>	

hi – Espessura inicial da amostra (cm)

li – Comprimento inicial da amostra (cm)

wi – Largura inicial da amostra (cm)

hf – Espessura final da amostra (cm)

lf – Comprimento final da amostra (cm)

wf – Largura final da amostra (cm)

Os valores de absorção negativa foram rejeitados.

### 6.3.2.2 Painéis fenólicos *Trespa*<sup>®</sup> de 8mm

Os valores expectáveis para este ensaio, segundo a ficha técnica do fabricante *Trespa*<sup>®</sup>, eram 0,5%. Os resultados obtidos, em média, foram um pouco superiores. No quadro X encontram-se os resultados obtidos em cada uma das amostras e a sua consequente média e desvio padrão:

**Quadro X - Resultados obtidos no ensaio de painéis *Trespa*<sup>®</sup> de 8mm**

Nº Amostra	8mm													
	hi	li	wi	hf	lf	wf	t	W1	W2	V1	A	V2	W3	Água Absorvida
1	0,828	15,00	15,00	0,828	15,00	15,00	0,000	269,29	605,820	186,30	499,68	186,30	686,55	-1,213%
2	0,826	15,00	15,00	0,826	15,00	15,00	0,000	269,12	605,820	185,85	499,56	185,85	690,25	0,624%
3	0,824	15,00	15,00	0,824	15,00	15,00	0,000	268,97	605,820	185,40	499,44	185,40	691,05	0,895%
4	0,824	15,00	15,00	0,824	15,00	15,00	0,000	268,74	605,820	185,40	499,44	185,40	689,15	-0,005%
5	0,824	14,98	15,00	0,824	14,98	15,00	0,000	268,46	605,820	185,15	498,81	185,15	690,73	0,866%
6	0,808	15,00	15,00	0,808	15,00	15,00	0,000	264,23	605,820	181,80	498,48	181,80	689,13	0,484%
7	0,812	15,00	15,00	0,812	15,00	15,00	0,000	265,26	605,820	182,70	498,72	182,70	689,75	0,750%
8	0,822	15,00	14,99	0,822	15,00	14,99	0,000	268,09	605,820	184,83	499,00	184,83	691,32	1,210%
<b>Média</b>														<b>0,805%</b>
<b>Desvio Padrão</b>														<b>0,251%</b>

hi – Espessura inicial da amostra (cm)

li – Comprimento inicial da amostra (cm)

wi – Largura inicial da amostra (cm)

hf – Espessura final da amostra (cm)

lf – Comprimento final da amostra (cm)

wf – Largura final da amostra (cm)

Os valores de absorção negativa foram rejeitados.

### 6.3.2.3 Painéis Fenólicos *Abet Laminati*<sup>®</sup> de 8mm

A ficha técnica do fabricante *Abet Laminati*<sup>®</sup> não especifica o ensaio de absorção de água. Como o objetivo principal deste ensaio aos painéis fenólicos *Abet Laminati*<sup>®</sup> era compará-los com os painéis fenólicos *Trespa*<sup>®</sup>, a ficha técnica não é um elemento fundamental. No quadro XI encontram-se os resultados obtidos em cada uma das amostras e a sua consequente média:

**Quadro XI - Resultados obtidos no ensaio de painéis *Abet Laminati*<sup>®</sup> de 8mm**

Nº Amostra	Abet Laminati													
	hi	li	wi	hf	lf	wf	t	W1	W2	V1	A	V2	W3	Água Absorvida
1	0,84	15,01	15,01	0,84	15,01	15,01	0,00	270,97	605,82	189,70	501,15	189,70	688,36	0,671%
2	0,84	15,02	15,02	0,84	15,02	15,02	0,00	270,35	605,82	188,60	501,43	188,60	687,62	0,028%
3	0,83	15,01	15,01	0,83	15,01	15,01	0,00	270,21	605,82	187,00	500,43	187,00	687,97	-0,567%
4	0,84	15,01	14,99	0,84	15,01	14,99	0,00	270,49	605,82	189,00	500,40	189,00	687,47	0,085%
<b>Média</b>														<b>0,261%</b>
<b>Desvio Padrão</b>														<b>0,356%</b>

$h_i$  – Espessura inicial da amostra (cm)

$l_i$  – Comprimento inicial da amostra (cm)

$w_i$  – Largura inicial da amostra (cm)

$h_f$  – Espessura final da amostra (cm)

$l_f$  – Comprimento final da amostra (cm)

$w_f$  – Largura final da amostra (cm)

Os valores de absorção negativa foram rejeitados.

### 6.3.3 Conclusões do Ensaio

Após a realização dos ensaios pode-se concluir que os resultados obtidos para os painéis fenólicos do fabricante *Trespa*<sup>®</sup> são um pouco superiores em relação ao anunciado na ficha técnica do mesmo fabricante. Os resultados obtidos em relação aos painéis fenólicos de 6mm (0,644%) são inferiores aos resultados obtidos em relação aos painéis fenólicos de 8mm (0,805%). Deste modo, a espessura poderá influenciar a absorção de água. Em algumas amostras, os resultados obtidos de absorção de água são negativos, logo são rejeitados estes valores e os mesmos não entram para o cálculo das respetivas médias e desvios padrão.

Em relação aos painéis de 8mm, pode-se verificar que os painéis fenólicos do fabricante *Abet Laminati*<sup>®</sup> absorvem pouca água, enquanto os painéis fenólicos do fabricante *Trespa*<sup>®</sup> absorvem mais água. O valor médio obtido para os painéis do fabricante *Abet Laminati*<sup>®</sup> é baixo (0,261%).

No geral, os valores de absorção de água demonstram que estes painéis são um material pouco poroso e que as suas dimensões iniciais são mantidas após as 96 horas de imersão.

## 6.4 Resistência ao impacto

O ensaio de resistência ao impacto foi efetuado seguindo a ASTM D-5420-04. Este ensaio consiste na determinação da energia necessária para danificar os painéis fenólicos, através do impacto de um objeto. A ASTM D-5420-04 define a altura média de falha e a energia média de falha, através do impacto de uma esfera, contabilizando a altura de queda e o número de vezes em que a amostra não sofreu qualquer dano. Inicia-se o ensaio a uma dada altura e deixa-se cair a esfera pelo tubo de PVC até atingir a amostra. Caso a amostra sofra danos (fissura ou rotura), diminui-se a altura 25mm. Caso a amostra não sofra qualquer dano, sobe-se a altura de queda da esfera 25mm. Dado que a esfera utilizada tinha um peso inferior ao estipulado na norma (0,9 kg), utilizaram-se duas esferas de modo a que esse peso fosse atingido. Neste ensaio utilizou-se 25 amostras de 6mm e 25 amostras de 8mm do fabricante *Trespa*<sup>®</sup>, sendo as amostras quadradas com 50mm de lado. Para a realização deste ensaio foi necessário um tubo de PVC, uma fita métrica, duas esferas e duas peças metálicas para fazer de base às amostras.

### 6.4.1 Procedimento

1. Fixou-se a fita métrica na parede (figura 87) para se obter as alturas do ensaio.



Figura 87 - Fita métrica fixa à parede

2. Colocou-se a base para as amostras e a amostra (figura 88).



**Figura 88 - Base e amostra**

3. Colocou-se o tubo de PVC sobre a amostra (figuras 89 e 90).



**Figura 89 - Tubo de PVC sobre a amostra**



**Figura 90 - Tubo de PVC sobre a amostra**

4. Lançou-se as esferas pelo tubo de PVC até atingir a amostra



**Figura 91 - Esferas lançadas pelo tubo de PVC**

5. Verificou-se se a amostra apresenta danos (fissura/rotura) (figura 92) ou não sofreu qualquer dano (figura 93).



Figura 92 - Amostra com danos

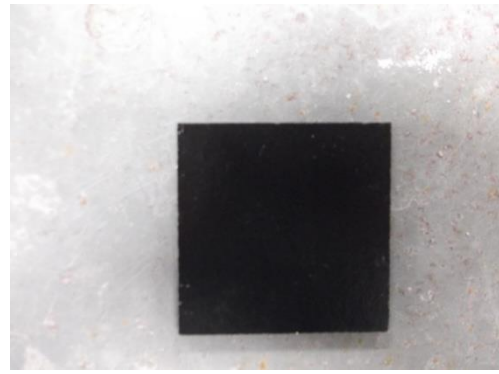


Figura 93 - Amostra sem danos

## 6. Tratamento dos resultados obtidos e cálculo da resistência ao impacto

Para o cálculo da resistência ao impacto, segundo a ASTM D-5420-04 é necessário recorrer às seguintes fórmulas:

### 1. Cálculo da altura média de falha $h$ (mm):

$$h = h_0 + d_h(A/N) \pm 0,5$$

Sendo:

$h_0$  – altura mínima verificada no ensaio (mm)

$d_h$  – incremento da altura (mm)

$N$  – n° de falhas ou não falha, menor dos dois

$i$  – 0,1,2,...  $k$  (número de ensaios com início em  $h_0$ )

$n_i$  – número de ocorrências em  $h_i$  ou  $w_i$

$h_i = h_0 + id_h$

$A = \sum n_i$

### 2. Energia média de falha (J):

$$MFE = hwf$$

Sendo:

$MFE$  – energia média de falha (J)

$h$  – altura média de falha (mm)

$w$  – massa da esfera (Kg)

f – fator de conversão para *joules* ( $9,80665 \times 10^{-3}$ )

Apesar da altura média de falha ser calculada em milímetros (mm), a ficha técnica do fabricante *Trespa*<sup>®</sup> exprime esses valores em pés (ft), ou seja, o valor obtido tem que ser convertido para ft.

Nos ensaios assinalou-se com "X" as amostras que ficaram danificadas e com "O" as amostras que não sofreram qualquer dano. Estes resultados são utilizados para o "N" do cálculo da altura média de falha.

## 6.4.2 Resultados

### 6.4.2.1 Painéis fenólicos *Trespa*<sup>®</sup> de 6mm

Os valores expectáveis para este ensaio, segundo a ficha técnica do fabricante *Trespa*<sup>®</sup>, eram 1,0466ft para a altura média de falha e 11,3J para a energia média de falha. Os resultados obtidos foram um pouco superiores para a altura média de falha e bastante inferiores para a energia média de falha. No quadro XII encontram-se os resultados obtidos em cada uma das amostras:

**Quadro XII - Resultados do ensaio de painéis *Trespa*<sup>®</sup> de 6mm**

6mm	Altura de	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
	525						o		o		o															o
550					x			x		x		o									o			x		x
575		o			x							o		o					o		x		x			
600	x			x										x		o		x		x						
625																	x									

No quadro XIII apresentam-se o número de falhas e de não, através do  $n_x$  e  $n_o$ , o valor de N que é o menor valor entre  $n_x$  e  $n_o$  e o valor de A, obtido através do  $i_n$ .

**Quadro XIII - Valores auxiliares obtidos no ensaio de painéis *Trespa*<sup>®</sup> de 6mm**

	$n_x$	$n_o$	i	$n_i$	$i n_i$	$i^2 n_i$
	0	4	0	4	0	0
	5	2	1	2	2	2
	3	4	2	4	8	16
	5	1	3	1	3	9
	1	0		0	0	0
<b>Totais</b>	<b>14</b>	<b>11</b>		<b>11</b>	<b>13</b>	<b>27</b>

Os cálculos finais apresentam-se no quadro XIV.

**Quadro XIV - Resultados finais do ensaio de painéis *Trespa*<sup>®</sup> de 6mm**

$h_o$	<b>525</b>	mm	
$d_h$	<b>25</b>	mm	
A	<b>13</b>		
N	<b>11</b>		
h	<b>542</b>	mm	<b>1,778</b> ft
w	<b>0,883</b>	kg	
f	<b>0,00981</b>		
MFE	<b>4,691</b>	J	

#### 6.4.2.2 Painéis fenólicos *Trespa*<sup>®</sup> de 8mm

Os valores expectáveis para este ensaio, segundo a ficha técnica do fabricante *Trespa*<sup>®</sup>, eram 1,0466ft para a altura média de falha e 11,3J para a energia média de falha. Os resultados obtidos foram superiores para a altura média de falha e inferiores para a energia média de falha. No quadro XV encontram-se os resultados obtidos em cada uma das amostras:

**Quadro XV - Resultados do ensaio de painéis *Trespa*<sup>®</sup> de 8mm**

8mm	Altura de Queda	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
	700	o																								
725		o		o		o															o					
750			x		x		o													x		o		o		x
775								o		o		o							x				x		x	
800									x		x		o		o		x									
825															x		x									

No quadro XVI apresentam-se o número de falhas e de não, através do  $n_x$  e  $n_o$ , o valor de N que é o menor valor entre  $n_x$  e  $n_o$  e o valor de A, obtido através do  $i_n$ .

**Quadro XVI - Valores auxiliares obtidos no ensaio de painéis *Trespa*<sup>®</sup> de 8mm**

	$n_x$	$n_o$	i	$n_i$	$i_n$	$i_n^2$
	0	1			0	0
	0	4			0	0
	4	3	0	4	0	0
	3	3	1	3	3	3
	3	2	2	3	6	12
	2	0	3	2	6	18
<b>Totais</b>	<b>12</b>	<b>13</b>		<b>12</b>	<b>15</b>	<b>33</b>

Os cálculos finais apresentam-se no quadro XVII.

**Quadro XVII - Resultados finais do ensaio de painéis *Trespa*<sup>®</sup> de 8mm**

$h_o$	<b>750</b>	mm		
$d_h$	<b>25</b>	mm		
A	<b>15</b>			
N	<b>12</b>			
h	<b>769</b>	mm	2,522	ft
w	<b>0,883</b>	kg		
f	<b>0,00981</b>			
MFE	<b>6,653</b>	J		

### 6.4.3 Conclusões do ensaio

Após a realização dos ensaios pode-se concluir que os resultados obtidos são um pouco diferentes em relação ao anunciado na ficha técnica do fabricante *Trespa*<sup>®</sup>. Os resultados obtidos são inferiores para a energia média de falha e superiores para a altura média de falha. As diferenças dos resultados apresentados poderão ser explicadas pelo peso da esfera ser inferior à estipulada no ensaio e ainda pelo revestimento das esferas com fita-cola, de modo a que ambas ficassem juntas. Outro fator que poderá ter influência nos resultados obtidos é a zona de impacto das esferas. Esta deveria ser sempre no centro da amostra, sendo que nem sempre essa situação foi possível, devido à folga existente entre o diâmetro das esferas e o diâmetro do tubo.

Comparando os resultados obtidos entre os dois tipos de painéis fenólicos, pode-se verificar que a espessura influencia a resistência. Os painéis fenólicos com 8mm de espessura resistem mais ao impacto do que os painéis fenólicos de 6mm. A energia média de falha também é maior nos painéis fenólicos de 8mm do que nos painéis fenólicos de 6mm.

## 7 CONCLUSÃO E DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

Os painéis fenólicos são um material de construção um pouco desconhecido em Portugal, sobretudo nas aplicações exteriores, uma vez que inicialmente foram produzidos para o uso interior, tendo sido adaptados para o uso exterior. Esta adaptação fez com que os materiais utilizados nas primeiras obras efetuadas em Portugal, não fossem os mais adequados, levando à degradação precoce dos mesmos. O núcleo em papel *Kraft*, a folha decorativa e a película protetora apresentam problemas quando em contato com o ambiente exterior. O núcleo em papel *Kraft* aumenta a sua espessura quando em contato com a água e o facto de as fibras do papel serem orientadas num único sentido, traduz-se numa dilatação não uniforme, faz com que os painéis fenólicos se degradem precocemente. A folha decorativa e a película protetora impregnadas com resinas melamínicas apresentam problemas devido à superfície porosa. Isto leva a que os painéis fenólicos absorvam poeiras, sujidade e outros tipos de poluição que irão acelerar a degradação dos painéis.

Os painéis fenólicos mais recentes não apresentam estes problemas, uma vez que a sua constituição é um pouco diferente. O seu núcleo é constituído por microfibras de madeira envolvidas em resina fenólica. Este processo permite que a dilatação dos painéis fenólicos seja homogénea. A superfície é produzida a partir de uma resina acrílo-poliuretânica pigmentada através de uma descarga de eletrões que por sua vez reticula molecularmente essa resina tornando-a de poro fechado. Isto permite uma elevada resistência aos agentes atmosféricos.

Em termos de propriedades, os painéis fenólicos são caracterizados pela elevada resistência mecânica, resistência ao choque, resistência térmica, resistência à acção dos agentes climatéricos e estabilidade cromática. Estas propriedades fazem deste painel uma boa solução em fachadas ventiladas.

O sistema de fachada ventilada com painéis fenólicos consiste na colocação de uma estrutura de suporte aos painéis fenólicos, com a aplicação de um isolamento térmico e caixa-de-ar, permitindo a ventilação da fachada. O ar entra na fachada pelas aberturas das juntas dos painéis e sai pelo topo da fachada (o ar quente sobe).

Relativamente aos tipos de fixação dos painéis à estrutura de suporte, a fixação visível é feita com parafusos ou rebites e a fixação oculta é feita com colas. A utilização da fixação com colas é mais vantajosa em comparação à fixação visível, uma vez que as colas permitem o acompanhamento da dilatação do painel e em termos estéticos é mais eficaz.

Na procura de situações de mau comportamento, pôde-se constatar que a patologia mais frequente nos painéis fenólicos é a delaminação da superfície melamínica. A solução de reparação dos painéis fenólicos é a sua substituição. Este facto é um inconveniente uma vez que o custo dos painéis novos é bastante elevado. Assim, a escolha de painéis fenólicos em que o fabricante dá a garantia da substituição em caso desta patologia ocorrer, é uma solução a ter em conta.

No acompanhamento de obra pôde-se constatar que o manuseamento dos painéis em obra é uma tarefa um pouco complexa devido ao peso elevado dos painéis e às suas dimensões, daí ser necessário cortar os painéis “*in situ*”. A sua aplicação na fachada é um processo lento com um rendimento de cerca de 15m<sup>2</sup>/dia, devido à exigência das atividades envolvidas, desde a colocação da estrutura de suporte até à colocação dos painéis na fachada.

Os ensaios laboratoriais foram efetuados conforme as normas especificadas pelo fabricante *Trespa*<sup>®</sup> na sua ficha técnica. O ensaio resistência à flexão foi realizado seguindo a norma EN ISO 178:2003. O ensaio de resistência à absorção de água foi realizado seguindo a ASTM D-2842-06. O ensaio de resistência ao impacto foi realizado seguindo a ASTM D-5420-04.

Os resultados obtidos nos ensaios de resistência à flexão e nos ensaios de resistência à absorção de água foram superiores ao estipulado na ficha técnica do fabricante *Trespa*<sup>®</sup>. Os resultados obtidos nos ensaios de resistência ao impacto foram superiores para a altura e inferiores para a energia de falha.

Conclui-se então, com esta dissertação, que os painéis fenólicos são um bom material a aplicar em fachadas exteriores ventiladas. As suas propriedades dão boas garantias de desempenho. Os pontos negativos a apresentar a este material são o seu elevado custo inicial e o seu peso elevado. Os fabricantes normalmente dão garantias do produto de 10 anos, que no caso da delaminação precoce dos painéis fenólicos é uma vantagem para o cliente.

Como desenvolvimento de um futuro trabalho seria interessante o estudo da aplicação de painéis fenólicos em edifícios para reabilitação, uma vez que os mesmos usualmente são aplicados em construção nova.

Como foi referido, os trabalhos existentes sobre o tema são muito superficiais e esta dissertação foi elaborada com o intuito de dar a conhecer melhor este material. Seria interessante um outro estudo que incidisse mais sobre ensaios de desempenho aos painéis, seja em laboratório (com equipamento mais apropriado), seja em situações reais de painéis aplicados em obra.

---

Outro estudo bastante interessante seria a abordagem da reciclagem de painéis fenólicos, sobretudo com as pequenas sobras nas obras, provenientes de cortes do material e que não são reaproveitados. Esse material normalmente é colocado no entulho comum. Caso fosse colocado num local específico, talvez pudesse ser reaproveitado, após transformação em fábrica, em novos painéis para serem aplicados. Alguns fabricantes mencionam a possibilidade de reciclagem deste tipo de material, mas é algo pouco aprofundado.



## BIBLIOGRAFIA

- LNEC. (2006). *Marcação CE e características dos produtos relevantes para a qualidade energética e ambiental dos edifícios*. Lisboa: INETI.
- Martins, J. G. (2010). *Revestimentos - Condições Técnicas de Execução*.
- Sousa, F. M. – “*Fachadas Ventiladas em Edifícios, Tipificação de soluções e interpretação do funcionamento conjunto suporte/acabamento*”, Tese de Mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Portugal, 2010.
- Pinto, A. F. – “*Construção de uma Base de Dados de Apoio à Estimativa da Vida Útil das Construções, Vida Útil de Referência*”, Tese de Mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Portugal, 2011.
- Mendes, F. M. – “*Durabilidade de Fachadas Ventiladas, Aplicação da Norma ISO 15686-1*”, Tese de Mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Portugal, 2009.
- Melo, N. M. – “*Manual de Operação e Processo para a Produção de Laminados na Sonae Indústria de Revestimentos*”, Tese de Mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Portugal, 2011.
- Ribeiro, M. M. – “*Durabilidade na Construção, Estimativa da Vida Útil de Fachadas Ventiladas*”, Tese de Mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Portugal, 2010.
- Dutra, M. R. – “*Caracterização de Revestimentos de Fachadas Ventiladas. Análise do Comportamento*”, Tese de Mestrado, Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa, 2010.
- Braz, N. T. G. - “*Placas de OSB: Investigação e Estudo Laboratorial das suas Características de Desempenho*”, Tese de Mestrado, Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, 2011.
- EN ISO 178:2003 - “*Plastics - Determination of flexural properties*” - English version of DIN EN ISO 178
- D 5420-04 - “*Standard Test Method for Impact Resistance of Flat, Rigid Plastic Specimen by Means of a Striker Impacted by a Falling Weight (Gardner Impact)*”<sup>1</sup>
- D 2842-06 - “*Standard Test Method for Water Absorption of Rigid Cellular Plastics*”<sup>1</sup>



## WEBGRAFIA

- <http://www.trespa.com/pt> – Acedido em 25 de Agosto de 2013
- <http://www.trespa.com/pt/product/fachadas-%E2%80%93-trespa%C2%AE-meteor%C2%AE> – Acedido em 25 de Agosto de 2013
- <http://www.trespa.com/pt/product/fachadas-%E2%80%93-trespa%C2%AE-meteor%C2%AE-0> – Acedido em 4 de Agosto de 2013
- [http://www.trespa.com/pt/documentation#country=204&document\\_type=740&use=403&range=592&](http://www.trespa.com/pt/documentation#country=204&document_type=740&use=403&range=592&) – Acedido em 4 de Agosto de 2013
- <http://www.trespa.com/pt/documentation#country=&> – Acedido em 4 de Agosto de 2013
- <http://www.agi.pt/files/portalready/v000/pdfs/trespa/25022013/trespa%C2%AE%20meteor%C2%AE%20%20exterior%20-%20pt1.pdf> – Acedido em 3 de Agosto de 2013
- <http://www.trespa.com/pt/projects/university-leeds-performing-arts-centre> – Acedido em 3 de Agosto de 2013
- <http://www.trespa.com/pt/projects> – Acedido em 3 de Agosto de 2013
- [http://www.trespa.info/Images/Trespa\\_Condiciones%20de%20uso\\_30-06-2010\\_tcm37-39967.PDF](http://www.trespa.info/Images/Trespa_Condiciones%20de%20uso_30-06-2010_tcm37-39967.PDF) – Acedido em 3 de Agosto de 2013
- <http://www.trespa.com/uk/product/trespa%C2%AE-meteor%C2%AE-facades> – Acedido em 3 de Agosto de 2013
- <http://www.trespa.info/#> – Acedido em 26 de Julho de 2013
- <http://www.trespa.com/uk/product/trespa%C2%AE-meteor%C2%AE-fa%C3%A7ades-1> – Acedido em 21 de Julho de 2013
- <http://www.trespa.com/pt/history> – Acedido em 11 de Julho de 2013
- [http://bichinho\\_madeira.blogs.sapo.pt/14775.html](http://bichinho_madeira.blogs.sapo.pt/14775.html) – Acedido em 30 de Junho de 2013
- <http://www.agi.pt/home> – Acedido em 30 de Junho de 2013
- [http://www.agi.pt/files/portalready/v000/pdfs/trespa/25022013/cleaning%20and%20maintaining%20trespa%C2%AE%20meteor%C2%AE%20\(uk%20english\).pdf](http://www.agi.pt/files/portalready/v000/pdfs/trespa/25022013/cleaning%20and%20maintaining%20trespa%C2%AE%20meteor%C2%AE%20(uk%20english).pdf) – Acedido em 30 de Junho de 2013
- <http://www.agi.pt/files/portalready/v000/pdfs/trespa/25022013/trespa%C2%AE%20meteor%C2%AE%20%20exterior%20-%20pt%20-%20fachadas.pdf> – Acedido em 30 de Junho de 2013

- <http://www.trespa.com/pt/servi%C3%83%C2%A7o-pt> – Acedido em 19 de Junho de 2013
- <http://www.trespa.com/pt/an%C3%83%C2%A1lise-do-ciclo-de-vida-life-cycle-pt> – Acedido em 19 de Junho de 2013
- <http://www.trespa.com/pt/pol%C3%83%C2%ADtica-de-sustentabilidade-pt> – Acedido em 19 de Junho de 2013
- <http://www.trespa.com/pt/filosofia-et-ideologias-pt> – Acedido em 19 de Junho de 2013
- [http://www.trespa.com/uk/documentation#country=204&document\\_type=741&](http://www.trespa.com/uk/documentation#country=204&document_type=741&) – Acedido em 19 de Junho de 2013
- <http://www.trespa.com/uk/documentation#country=204&> – Acedido em 19 de Junho de 2013
- <http://abetlaminati.com/exterior-panels-technical-data/> – Acedido em 12 de Agosto de 2013
- [http://abetlaminati.com/wp-content/gallery/tehdata\\_pdf/Teh\\_Exterior\\_MEG/ABET%20LAMINATI%20MEG%20TECHNICAL%20DATA%2002-11-05.pdf](http://abetlaminati.com/wp-content/gallery/tehdata_pdf/Teh_Exterior_MEG/ABET%20LAMINATI%20MEG%20TECHNICAL%20DATA%2002-11-05.pdf) – Acedido em 12 de Agosto de 2013
- [http://abetlaminati.com/wp-content/gallery/tehdata\\_pdf/Teh\\_Exterior\\_MEG/MEG%20Tech%20Eng%20.pdf](http://abetlaminati.com/wp-content/gallery/tehdata_pdf/Teh_Exterior_MEG/MEG%20Tech%20Eng%20.pdf) – Acedido em 12 de Agosto de 2013
- <http://abetlaminati.com/brochure-exterior-panels/> – Acedido em 12 de Agosto de 2013
- [http://trespa.geradordeprecos.info/trespa\\_dit473/](http://trespa.geradordeprecos.info/trespa_dit473/) – Acedido em 6 de Maio de 2013
- [http://www.trespa.info/Images/codeU8001\\_Trespa\\_Material\\_property\\_datasheet\\_version3%202\\_date01-10-2012\\_tcm37-46526.pdf](http://www.trespa.info/Images/codeU8001_Trespa_Material_property_datasheet_version3%202_date01-10-2012_tcm37-46526.pdf) – Acedido em 26 de Abril de 2013
- <http://www.trespa.info/meteon/default.aspx#> – Acedido em 26 de Abril de 2013
- <http://www.kingspanbenchmark.com/products/engineered-facade-systems/facade-options/hpl/RelatedProducts#tab> – Acedido em 25 de Abril de 2013
- <http://www.agi.pt/trespa-obras> – Acedido em 22 de Março de 2013
- <http://www.trespa.info/meteon/fixingsystems/default.aspx> – Acedido em 19 de Março de 2013
- [http://www.trespa.info/Images/codigoS3063\\_Fachadas\\_ventiladas\\_version2.0\\_fecha1-05-2011\\_tcm37-43674.pdf](http://www.trespa.info/Images/codigoS3063_Fachadas_ventiladas_version2.0_fecha1-05-2011_tcm37-43674.pdf) – Acedido em 8 de Março de 2013

- [http://www.trespa.info/Images/codigoS3071\\_Juntas\\_version2.0\\_fecha11-05-2011\\_tcm37-43675.pdf](http://www.trespa.info/Images/codigoS3071_Juntas_version2.0_fecha11-05-2011_tcm37-43675.pdf) – Acedido em 8 de Março de 2013
- [http://www.trespa.info/Images/c%3%B3digoS3060\\_Soluciones\\_de\\_esquina\\_version2.0\\_fecha11-05-2011\\_tcm37-46698.pdf](http://www.trespa.info/Images/c%3%B3digoS3060_Soluciones_de_esquina_version2.0_fecha11-05-2011_tcm37-46698.pdf) – Acedido em 8 de Março de 2013
- [http://www.trespa.info/Images/codigoS3084\\_Disenio\\_e\\_instalacion\\_version2.0\\_fecha22-07-2011\\_tcm37-44533.pdf](http://www.trespa.info/Images/codigoS3084_Disenio_e_instalacion_version2.0_fecha22-07-2011_tcm37-44533.pdf) – Acedido em 8 de Março de 2013
- [http://www.trespa.info/Images/codigoS8000a\\_Programa\\_de\\_suministro\\_estandar Trespa Meteon Region Region Europa Oriente Medio y Africa\\_codigo\\_version4.0\\_fecha22-10-2012\\_tcm37-39960.pdf](http://www.trespa.info/Images/codigoS8000a_Programa_de_suministro_estandar_Trespa_Meteon_Region_Region_Europa_Oriente_Medio_y_Africa_codigo_version4.0_fecha22-10-2012_tcm37-39960.pdf) – Acedido em 8 de Março de 2013
- <http://www.trespa.info/meteon/fixingsystems/europemiddleeastafrika/default.aspx> – Acedido em 8 de Março de 2013
- [http://www.trespa.info/Images/codigoS3065\\_Transporte\\_manipulacion\\_y\\_almacenamiento\\_version2.0\\_fecha05-03-2012\\_tcm37-43678.pdf](http://www.trespa.info/Images/codigoS3065_Transporte_manipulacion_y_almacenamiento_version2.0_fecha05-03-2012_tcm37-43678.pdf) – Acedido em 8 de Março de 2013
- [http://www.trespa.info/Images/c%3%B3digoS3062\\_Mecanizacion\\_version2.0\\_fecha24-11-2011\\_tcm37-43679.pdf](http://www.trespa.info/Images/c%3%B3digoS3062_Mecanizacion_version2.0_fecha24-11-2011_tcm37-43679.pdf) – Acedido em 8 de Março de 2013
- [http://www.trespa.info/Images/codigoS3064\\_Limpieza\\_y\\_mantenimiento\\_version2.0\\_fecha11-05-2011\\_tcm37-43681.pdf](http://www.trespa.info/Images/codigoS3064_Limpieza_y_mantenimiento_version2.0_fecha11-05-2011_tcm37-43681.pdf) – Acedido em 8 de Março de 2013
- [http://www.trespa.com/pt/documentation#country=204&document\\_type=740&](http://www.trespa.com/pt/documentation#country=204&document_type=740&) – Acedido em 19 de Junho de 2013
- [http://www.fundermax.hu/fundermax-227896/max-compact-interior-olus-lemezek-345816/a\\_27\\_d\\_12\\_1310465241765\\_max\\_compact\\_interiro\\_plus.pdf](http://www.fundermax.hu/fundermax-227896/max-compact-interior-olus-lemezek-345816/a_27_d_12_1310465241765_max_compact_interiro_plus.pdf) – Acedido em 18 de Abril de 2013
- [http://www.fundermax.at/max\\_exterior\\_%7C\\_superficie\\_brillante-mate.es.1260.htm](http://www.fundermax.at/max_exterior_%7C_superficie_brillante-mate.es.1260.htm) – Acedido em 18 de Abril de 2013
- <http://www.jular.pt/pdf//HPL-paineis-fenolicos-exterior-fundermax.pdf> – Acedido em 19 de Março de 2013
- <http://www.atipic.ro/wp-content/uploads/2009/04/icdli-specificatii-tehnice-hpl.pdf> – Acedido em 3 de Maio de 2013
- <http://www.icdli.com/wp/wp-content/uploads/2010/06/ICDLI-Quick-Nr-2-2012.pdf> – Acedido em 24 de Abril de 2013
- <http://www.icdli.com/wp/wp-content/uploads/2010/06/800801-Using-HPL-in-damp-and-wet-rooms.pdf> – Acedido em 24 de Abril de 2013

- <http://www.icdli.com/wp/wp-content/uploads/2010/06/870701-Worktops-with-HPL-surfaces.pdf> – Acedido em 24 de Abril de 2013
- <http://www.icdli.com/wp/wp-content/uploads/2010/06/880301-Working-with-postformable-HPL.pdf> – Acedido em 24 de Abril de 2013
- <http://www.icdli.com/wp/wp-content/uploads/2010/06/890701-Working-HPL-with-mineral-base-materials.pdf> – Acedido em 24 de Abril de 2013
- [http://www.icdli.com/wp/wp-content/uploads/2010/07/2007\\_04\\_13\\_Characteristics\\_and\\_Possibilities\\_of\\_Use\\_for\\_HPL.pdf](http://www.icdli.com/wp/wp-content/uploads/2010/07/2007_04_13_Characteristics_and_Possibilities_of_Use_for_HPL.pdf) – Acedido em 24 de Abril de 2013
- [http://www.icdli.com/wp/wp-content/uploads/2010/07/2008\\_02\\_28\\_Cleaning\\_HPL.pdf](http://www.icdli.com/wp/wp-content/uploads/2010/07/2008_02_28_Cleaning_HPL.pdf) – Acedido em 24 de Abril de 2013
- [http://www.icdli.com/wp/wp-content/uploads/2010/07/2008\\_02\\_28\\_ICDLI\\_Chemical\\_Resistance\\_of\\_HPL.pdf](http://www.icdli.com/wp/wp-content/uploads/2010/07/2008_02_28_ICDLI_Chemical_Resistance_of_HPL.pdf) – Acedido em 24 de Abril de 2013
- [http://www.icdli.com/wp/wp-content/uploads/2010/07/2008\\_05\\_19-productdatasheet-for-HPL-Elements.pdf](http://www.icdli.com/wp/wp-content/uploads/2010/07/2008_05_19-productdatasheet-for-HPL-Elements.pdf) – Acedido em 24 de Abril de 2013
- <http://www.icdli.com/wp/wp-content/uploads/2010/06/Glueing-table-Intro.pdf> – Acedido em 24 de Abril de 2013
- [http://www.icdli.com/wp/wp-content/uploads/2010/07/2009\\_11\\_04-Electrical-properties-fo-hig-pressure-laminate-\\_HPL-205.pdf](http://www.icdli.com/wp/wp-content/uploads/2010/07/2009_11_04-Electrical-properties-fo-hig-pressure-laminate-_HPL-205.pdf) – Acedido em 24 de Abril de 2013
- <http://www.icdli.com/wp/wp-content/uploads/2010/06/111201-TL-General-recommendations.pdf> – Acedido em 24 de Abril de 2013
- [http://www.icdli.com/wp/wp-content/uploads/2012/07/September-2012-Version-EPD-ICDLI-2012112-E\\_clean.pdf](http://www.icdli.com/wp/wp-content/uploads/2012/07/September-2012-Version-EPD-ICDLI-2012112-E_clean.pdf) – Acedido em 24 de Abril de 2013
- [http://www.icdli.com/wp/wp-content/uploads/2011/06/ICDLI\\_en.pdf](http://www.icdli.com/wp/wp-content/uploads/2011/06/ICDLI_en.pdf) – Acedido em 24 de Abril de 2013