

Medicina

Desporto

Transportes

Construção Civil

Arquitetura

Proteção Pessoal

CICLO DE  
WORKSHOPS

# FIBRENAMICS

O novo mundo dos materiais à base de fibras

2012

# LIVRO DE ATAS

Editado por:  
R. Figueiro

**Livro de Atas**

**Ciclo de Workshops Fibrenamics 2012**

Guimarães, março a outubro, 2012

---

Editado por:

Raul Figueiro

Capa:

Michelle Monteiro

---

Publicado por:

Universidade do Minho

Autores:

Múltiplos

Título: Livro de Atas - Ciclo de Workshop Fibrenamics 2012

ISBN 978-989-98468-2-1

---

O editor não é responsável por qualquer erro de linguagem, gramática ou factos científicos. Os conteúdos das Atas são da responsabilidade do respetivo Autor.

© Copyright: Fibrenamics, 2013



### **Moderadores**

António Lúcio Batista – Iberia Advanced Health Care

António Ruivo Meireles – Mota Engil

Eduardo Diniz – ITA/Continental

Jorge Fiel – Jornal de Notícias

Mário de Araújo – Universidade do Minho

Raul Figueiro – Universidade do Minho

Said Jalali – Universidade do Minho

### **Oradores**

Alfredo Marques – PSP/GOE

André Catarino – Universidade do Minho

André Vieira – Universidade do Porto

António Pires de Lima – Velas Pires de Lima, SA

Carla Silva – CeNTI

Celeste Pereira – INEGI

Clécio Lacerda – Universidade do Minho

Clementina Freitas – Grupo Latino

Cristiana Pereira – Instituto Politécnico de Setúbal/Universidade do Minho

Daniel Deusdado – Farol de Ideias

Filipe Dourado – S&P Reinforcement

Gaspar Sousa Coutinho – Barcelcom

Gerardo Rocha – Universidade do Minho

Joana Sousa Coutinho – Universidade do Porto

João Gomes – CeNTI

João Paulo Borges – Universidade Nova de Lisboa

Joaquim Barros – Universidade do Minho

Jorge Braz – Seleção Nacional de Futsal

José Morgado – Citeve

Luís Rocha – Universidade do Minho

Margarida Casal – Universidade do Minho

Marta Brandão – MimaHouse

Neno – Vitória Sport Club

Norberto Almeida – Fibrauto

Paulo Mendonça – Universidade do Minho

Pedro Dantas – MEEVO

Vasco Teixeira – Universidade do Minho

## Índice

WORKSHOP FIBRENAMICS NA MEDICINA, 7 DE MARÇO DE 2012 .....	XI
WORKSHOP FIBRENAMICS NO DESPORTO, 11 DE ABRIL DE 2012 .....	XIII
WORKSHOP FIBRENAMICS NOS TRANSPORTES, 16 DE MAIO DE 2012 .....	XV
WORKSHOP FIBRENAMICS NA CONSTRUÇÃO CIVIL, 20 DE JUNHO DE 2012 .....	XVII
WORKSHOP FIBRENAMICS NA ARQUITETURA, 26 DE SETEMBRO DE 2012 .....	XIX
WORKSHOP FIBRENAMICS NA PROTEÇÃO PESSOAL, 24 DE OUTUBRO DE 2012 .....	XXI
IMPROVING ANEURYSMS TREATMENT WITH NEW MATERIALS AND TECHNOLOGIES.....	- 1 -
DESENVOLVIMENTO DE BIOBATERIAS A PARTIR DE MEMBRANAS OBTIDAS PELA TÉCNICA DE ELETROFIAÇÃO .....	- 9 -
DESENVOLVIMENTO DE UM LIGAMENTO ARTIFICIAL BIODEGRADÁVEL .....	- 15 -
INNOVATION FOR YOUR VEINS.....	- 23 -
A BIOMIMÉTICA APLICADA AO SECTOR DESPORTIVO .....	- 25 -
REVISÃO E ESTUDO DE CASO .....	- 25 -
ECOPLAST - MATERIAIS FIBROSOS DE ORIGEM NATURAL PARA APLICAÇÃO NO AUTOMÓVEL .	- 45 -
MATERIAIS COMPÓSITOS: DESDE O ESPAÇO ATÉ À TERRA .....	- 47 -
VARÕES EM MATERIAL COMPÓSITO PARA REFORÇO E MONITORIZAÇÃO DO BETÃO .....	- 55 -
BETÃO AUTO-COMPACTÁVEL REFORÇADO COM FIBRAS DE AÇO NO DESENVOLVIMENTO DE NOVOS SISTEMAS ESTRUTURAIS.....	- 63 -
UTILIZAÇÃO DE COFRAGEM DE PERMEABILIDADE CONTROLADA.....	- 93 -
FABRICO DE LAMINADOS DE FIBRA DE CARBONO .....	- 101 -
DESCOR – REVESTIMENTOS DE INTERIORES PERSONALIZADOS.....	- 119 -
PROTECCÃO PESSOAL: DA FIBRA AO ACABAMENTO .....	- 129 -
O PAPEL DAS FIBRAS NAS FORÇAS DE SEGURANÇA.....	- 137 -
- NOTA DOS MODERADORES - .....	- 141 -
- NOTA DOS ORADORES –.....	- 149 -
- NOTAS BIOGRÁFICAS- .....	- 155 -

## **Workshop Fibrenamics na Arquitetura, 26 de setembro de 2012**

14h30 ABERTURA

Fibrenamics na Arquitetura

14h45 Projeto MimaHouse

Marta Brandão

MimaHouse

15h15 Wall-it – Revestimento multifuncional de paredes

José Morgado

CITEVE

16h00 Membrana divisória adaptável

Paulo Mendonça

Universidade do Minho

16h30 DESCOR – Design de interiores personalizado

Pedro Dantas

MEEVO

---

### **MODERADORES**

Raul Figueiro, Coordenador Fibrenamics

Said Jalali, Universidade do Minho



## MEMBRANA DIVISÓRIA ADAPTÁVEL

Paulo Mendonça<sup>1</sup>, Mónica Macieira<sup>2</sup>

Universidade do Minho, C-TAC, Centro de Território, Ambiente e Construção, Guimarães, Portugal

<sup>1</sup>Email: mendonca@arquitectura.uminho.pt

<sup>2</sup>Email: monicamacieira@civil.uminho.pt

### RESUMO

O objetivo deste artigo é apresentar as potencialidades das soluções de paredes divisórias interiores em membrana, nomeadamente em termos de flexibilidade de uso e adaptabilidade. A redução de peso nos elementos construtivos permite uma economia significativa de recursos materiais e energéticos, constituindo resposta relevante face às crescentes preocupações sobre as questões ambientais e à incerteza sobre a evolução da economia. Os problemas funcionais associados com as soluções leves, nomeadamente pouca massa térmica e isolamento acústico não são tão relevantes em divisórias internas como noutros elementos construtivos. A redução do peso nas divisórias interiores não implica incumprimento de exigências regulamentares em termos de desempenho funcional e mecânico, uma vez que apresentam poucos requisitos funcionais e são usualmente não estruturais. Este artigo aponta as vantagens das divisórias de membrana, comparando estas com as soluções convencionais.

### INTRODUÇÃO

As paredes divisórias interiores são elementos com reduzida espessura, construídos para dividir o espaço interior em compartimentos. A importância destes elementos de construção reflete-se no custo de construção global, estimado por Koning et al (2011) em cerca de 15 por cento, de edifícios administrativos de países europeus. Geralmente, as paredes divisórias são não estruturais. Em termos de resistência estrutural, estas necessitam apenas de ser autoportantes em condições normais de serviço. Para além do requisito mencionado anteriormente, existem outros requisitos a que uma parede divisória interior deve satisfazer, nomeadamente a capacidade de resistir a impactos acidentais decorrentes da ocupação do edifício. O peso desempenha um papel cada vez mais importante quando se trata de analisar o impacto ambiental de um edifício. Em geral, as soluções construtivas leves apresentam menos energia incorporada e economia de combustível no transporte destas para o local da construção, para além de serem desenhadas com reduzidos acessórios de montagem segundo Mendonça (2005).

Addis & Schouten (2004) referem que as paredes divisórias interiores surgiram como sub-sistemas construtivos como resultado de vários fatores, nomeadamente o desenvolvimento construtivo da estrutura principal (onde as paredes divisórias interiores não são mais obrigadas a ter uma função de suporte de carga). Estes elementos construtivos são muitas vezes utilizados para integração de infra-estruturas elétricas e hidráulicas, mobiliário de apoio, iluminação suspensa ou objetos decorativos. Devido a aspetos emergentes como - a velocidade de mudança tecnológica e organizacional, o aumento do número e da

complexidade dos serviços a serem acomodados, a qualidade e as questões estéticas e da necessidade de separação acústica das áreas, as paredes divisórias internas contemporâneas apresentam novos desafios.

No período europeu do Paleolítico, o uso de peles de animais suportadas por grandes ossos ou troncos de madeira para a construção de paredes divisórias interiores em cavernas, como se pode observar na Figura 1, constituiu uma inovação importante para futuros desenvolvimentos de abrigos exteriores construídos pelo Homem, onde o elemento estrutural de suporte é independente da camada de revestimento.

Ao analisar a evolução das paredes divisórias interiores, representada na Figura 2, é possível verificar que de uma tendência inicial para soluções leves evoluiu-se para soluções pesadas. No entanto, hoje em dia pode-se verificar uma tendência para o retorno de soluções leves que incluem princípios de desenho para facilitar a montagem/desmontagem, a reutilização e a reciclagem dos seus componentes.



Figura 1: reconstrução de um abrigo pré-histórico encontrado no espaço interior de uma caverna em Lazaret, Nice (Kbnirnsnb, 2011).

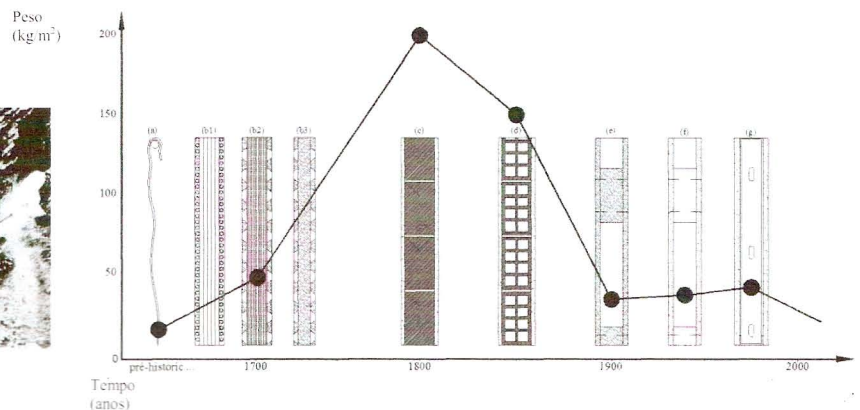


Figura 2: Evolução do peso das paredes divisórias interiores em Portugal ao longo do tempo. (a) Revestimento em pele animal e estrutura rígida com elementos vegetais (canas) ou ossos de animais - solução encontrada num abrigo pré-histórico em Lazaret (Figura 1); (b1) revestimento com canas e enchimento com caniço; (b2) revestimento em ripado de madeira de acácia e enchimento com palha (b3) tabique (c) tijolo maciço, (d) tijolo furado; (e) revestimento com painéis de madeira e sub-estrutura de madeira, (f) Revestimento em painel de gesso com sub-estrutura de madeira; (g) revestimento em painel de gesso com sub-estrutura metálica (Macieira & Mendonca, 2012).

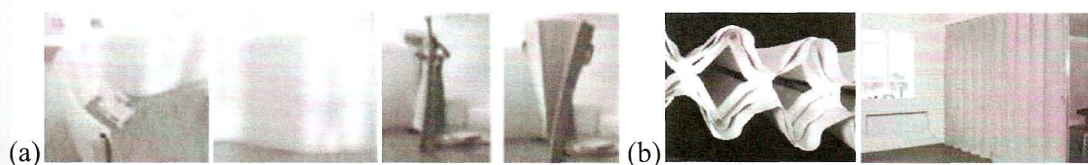
O tipo de solução construtiva mais representativa da construção contemporânea de edifícios em Portugal constitui-se por: estrutura de betão armado com paredes de alvenaria de tijolos cerâmicos furados e lajes com vigas de betão e abobadilha. O sistema convencional de paredes divisórias interiores constitui-se por um único pano não estrutural de tijolo cerâmico furado. Esta solução tem demonstrado um razoável desempenho térmico e acústico, bom comportamento ao fogo e durabilidade. No entanto apresenta algumas desvantagens como: elevada energia incorporada, falta de flexibilidade, capacidade de reciclagem e reutilização.



## SOLUÇÕES DE PAREDES DIVISÓRIAS DISPONÍVEIS NO MERCADO

Mesmo que não sendo comum, existem disponíveis no mercado, algumas das soluções de paredes divisórias em membrana. Apresenta-se de seguida alguns exemplos do que se consideram Membranas Divisórias Adaptáveis (MDA).

O sistema modular "Softwall" (figura 3(a)) é um exemplo de MDA. Constitui-se por um não tecido de polietileno 100% reciclável. A estrutura celular desta solução funciona como absorvente acústico. Neste exemplo, foram exploradas outras características vantajosas das membranas, como a flexibilidade e a translucidez. A figura 3(b) apresenta um sistema de paredes divisórias foldáveis e em membrana mais comuns no mercado.













**Figura 3: (a) Exemplo de parede divisória em foldável - Parede têxtil alveolar Sistema Modular de paredes divisórias interiores "Softwall" projetada pelos arquitetos Stephanie Forsythe e Todd MacAllen (Molo Design, 2005); (b) Parede divisória foldável em membrana (BARBOUR, 2012).**

Existem várias soluções de paredes divisórias interiores disponíveis no mercado. A Tabela 1 apresenta uma síntese das principais propriedades das soluções de paredes divisórias interiores de referência e comparadas com um exemplo de Membrana Divisória Adaptável (MDA).



Tabela 1: Síntese das principais propriedades das soluções de paredes divisórias interiores de referência e exemplo de solução MDA (Macieira, 2012).

	Soluções de referência								MDA	
										
	(110 mm) Tijolo furado + (40 mm) argamassa (SPR)	(100 mm) Bloco de betão leve	(10 mm) Bloco de gesso	(70 mm) Bloco SIPDECO	(30 mm) Painel de gesso cartonado + (40 mm) lâ mineral (SLR)	(25 mm) Painel de Taipa	(6 mm) Painel de vidro	(8 mm) Painel de Madeira	(2 mm) Painel de metal + (10 mm) poliuretano	(3 mm) Membrana de fibra de vidro e Vinil +(10 mm) lâ mineral + 150mm caixa de ar
Peso específico (kg/m <sup>3</sup> )	150	120	85	64	24	36	15	67,5	17,5	10,0
Translucidez	não	não	não	não	não	não	sim	não	não	sim
Coefficiente de transmissão térmica (W/m <sup>2</sup> .°C)	1,8	1,65	0,6	-	0,8	0,4	5,1	1,8	1,8	0,6
Isolamento acústico a sons aéreos (dB)	40	37	40	41,5		10	30	38	34	34-40

A figura 4 mostra sistemas de paredes divisórias em rolos. O "Cartoons Room" é composto de duas folhas de cartão colocadas lado a lado, para facilitar o ato de enrolar e desenrolar, ligadas por uma membrana de borracha e possui nas extremidades umas peças de alumínio. Esta divisória só atinge estabilidade vertical com a criação de curvas. O sistema "Instant Space" consiste numa faixa de membrana tensionada e apoiada entre duas colunas de alumínio. A sua superfície permite que esta divisória funcione como uma tela de projeção ou como divisória de ambientes para absorção de ruído.

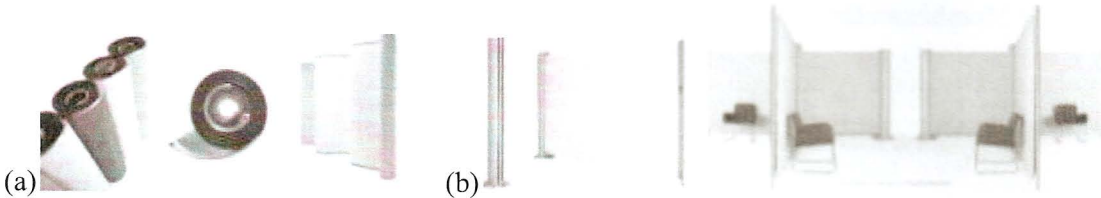


Figura 4: (a) “Cartoon room”, sistema de parede divisória enrolável, da autoria do arquiteto Luigi Baroli (Lindathalmann, 2010); (b) “Instant Space” projetado pelos arquitetos Hilde Leon, Konrad Wohlhage e Siefried Wernik, 2006 (GizmoWatch, 2010).

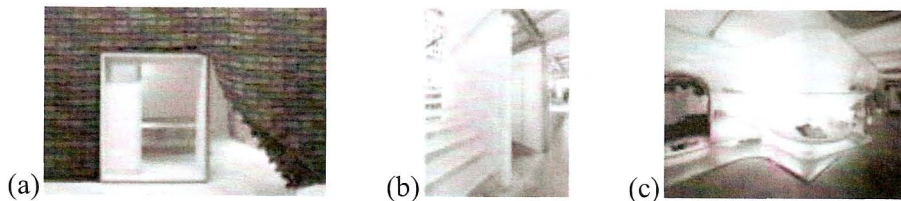


Figura 5: (a) “North Tiles”, projetado por Ronan and Erwan Bouroullec, 2006; (b) “Cellofane House” projetado por Stephen Kieran and James Timberlake, Nova Iorque, 2008; (c) Loja “United Bamboo” projetada por Acconci Studio Architects, Toquio, 2003.

A solução "North Tiles" (figura 5(a)) foi projetado para assegurar flexibilidade e uma montagem sem danificar os elementos estruturais do espaço. O material desta solução é composto por espuma de elevada densidade comprimida entre duas peças de tecido – o que permite a redução de sons aéreos. A solução “Cellofane House” (Figura 5(b)) possui paredes divisórias compostas por películas justapostas na vertical com uma junta adesiva. Na loja “United Bamboo” (figura 5(c)) foram utilizadas tiras finas de PVC branco tensionadas entre barras de aço, que formam as prateleiras e o revestimento interior das paredes. Por trás das formas orgânicas das superfícies de PVC, encontram-se lâmpadas fluorescentes que fazem a iluminação do espaço e das superfícies.

## MEMBRANAS DIVISÓRIAS ADAPTÁVEIS

Verifica-se que a constante evolução e mutação dos estilos de vida e dos agregados familiares têm levado a um reequacionar dos modos de habitar e à crescente necessidade de propor habitações mais evolutivas e adaptáveis (Coelho et al, 2003). Verifica-se também que grande parte das habitações existentes não cumpre satisfatoriamente esse desígnio. Tal deve-se às características das soluções construtivas utilizadas nas divisórias interiores de tijolo furado – pesadas e estáticas. Este problema revela-se importante quando se trata de reabilitar edifícios existentes, mas também quando se concebem novos edifícios - sabendo que no futuro a necessidade de reorganizar o espaço interior se colocará com a mesma dificuldade que agora (Macieira & Mendonça, 2012). É neste enquadramento que surge o projeto ADjustMembrane para o desenvolvimento de uma solução construtiva leve e adaptável – Membrana divisória adaptável.



### **Conceito de Membrana Divisória Adaptável**

A Membrana Divisória Adaptável em desenvolvimento no projeto ADjustMembrane destina-se: ao mercado da construção e reabilitação de edifícios; e ao desenvolvimento do setor têxtil. Esta solução leve permite a incorporação de instalações elétricas e hidráulicas, fácil montagem/desmontagem (sem danificar os elementos estruturais do espaço) através de componentes modulares que permitem o aumento da flexibilidade e a diminuição de desperdício em obra ou no caso de uma reorganização espacial. Proporciona uma boa adequação tipológica em situações onde os ganhos luminicos sejam um requisito, pois apresentam uma variante translúcida da solução. Constitui também uma solução para fácil aplicação e remoção de diversos revestimentos, principalmente de base têxtil.

### **Inovação dos sistemas de compartimentação em diversos tipos de espaços**

As membranas apresentam potencialidades e limites de aplicação no interior de edifícios. Existem aplicações das mesmas no interior de diversos tipos de espaços como: habitacionais, educacionais, recreativos, escritórios, industriais, hospitalares laboratoriais, alimentares, náuticos, desportivos e comerciais.

A pouca durabilidade e o facto de ser impossível erguer uma construção têxtil sem o suporte de uma estrutura rígida, constituem algumas das limitações da aplicação das membranas. No entanto, um tecido pode ser embebido num material fluido que endurece e ser aplicado no setor da tecnologia espacial. Quando combinados, os dois tipos de materiais podem atingir uma duração ilimitada (Kruger, 2009). As potencialidades das membranas são: baixo peso e elemento resistente à tração, absorção de sons aéreos, leveza e flexibilidade, execução de formas complexas, controlo luminico, translucidez, regulação térmica, baixo impacto ambiental, reabilitação de espaços, elasticidade, cor, resistência a químicos e fungos, manutenção e montagem fácil, etc.

### **Espaços habitacionais**

A solução conceptual que resume o objetivo do presente estudo é o projeto " Mies Upgrade" (figura 6(a)), que explora as potencialidades da aplicação de membranas em sistemas de compartimentação. Este apresenta uma visão sobre a modularidade e flexibilidade associadas ao mobiliário. O projeto reinterpreta a planta de um apartamento projetado por Mies van der Rohe com aplicação de técnicas e materiais atuais. Estas "paredes pneumáticas" podem ser movidas, permitindo várias organizações espaciais interiores. As partes rígidas das paredes recebem a infra-estrutura técnica e as partes pneumáticas podem ampliar tridimensionalmente para obter diferentes formas e usos. Também apresentam a possibilidade de iluminação própria devido a um revestimento especial, que pode servir como condutor de calor, luz ou sinais elétricos.

Outro exemplo é o sistema de divisórias de papel ou não tecido, denominado por “Softshelter” (figura 6(b)), destina-se a proporcionar privacidade em abrigos de emergência. Com a forma de um acordeão, as paredes de papel podem expandir e contrair. As paredes são unidas por peças amovíveis e magnéticas e requerem apenas algumas pessoas para a sua montagem com instruções mínimas e sem ferramentas. Os compartimentos podem ser isolados ou agrupados de forma a criar corredores, quartos conjugados e salas comuns. A natureza flexível das paredes permite a sua montagem mesmo em espaços irregulares. Um simples cabo de alimentação elétrica com 12 volts pode atravessar a parede e chegar a todas as unidades adjacentes.

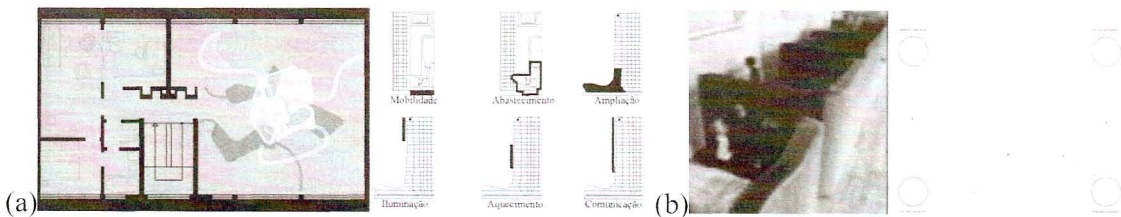


Figura 6: (a) (da esquerda para a direita) planta de 1927 (à esquerda) – 2002 (à direita); e desenhos conceptuais que mostram as potencialidades de paredes pneumáticas em membrana em 2002 (Neufret, 2007); (b) diferentes tipos de conexões e disposição espacial da solução “Softshelter”.

Como síntese das potencialidades das soluções de paredes divisórias em membrana apresentam-se as figuras 7(a) e 7(b) que contém gráficos resultantes de um estudo sobre este tipo de soluções por Macieira (2012).

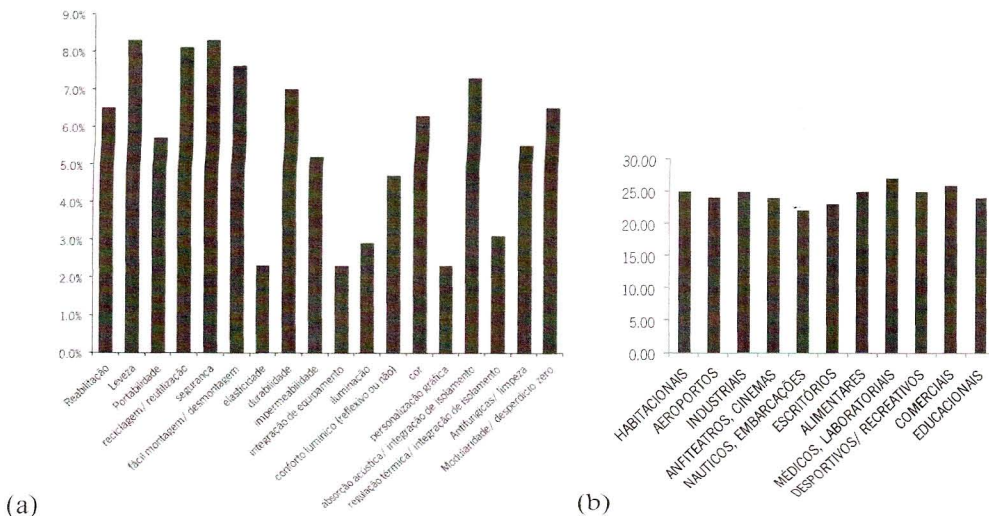


Figura 7: (a) Gráfico com a percentagem das potencialidades exploradas nos casos de estudo; (b) Gráfico com a percentagem de exploração das potencialidades das membranas aplicadas a paredes divisórias interiores em diversos tipos de espaços.



## CONCLUSÕES

As paredes divisórias interiores em membrana, como soluções construtivas leves, apresentam algumas vantagens quando comparadas com soluções pesadas como: menor quantidade de material utilizado; economia de combustível no transporte para o local da construção; flexibilidade e requer acessórios de montagem menores. A aplicação de membranas em paredes divisórias interiores têm potencialidades diversas, tais como: leveza e flexibilidade, facilidade de construção e desconstrução, a mobilidade, o armazenamento, a elasticidade, translucidez, regulação térmica, desempenho acústico, baixo custo, integração de iluminação, personalização, reciclagem e reutilização. Existem novos materiais na fase de desenvolvimento do produto que irão encontrar a sua aplicação em soluções de design. O potencial dos materiais de base têxtil no design de novas soluções de produtos é ilimitado e crescente à medida que são inventadas ou melhoradas novas propriedades com materiais têxteis.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à FCT (Fundação para a Ciência e Tecnologia) e ao COMPETE (Programa Operacional de Fatores de Competitividade) pelo financiamento do projeto ADjustMEMBRANE com a referência PTDC/AUR-AQI/102321/2008.

## REFERÊNCIAS

König, H. et al, "A life cycle approach to buildings – Principles, calculations and design tools", Detail Green books, Munique, pp.66, (2011).

Mendonça, P., "Habitar sob uma segunda pele: estratégias para a redução do impacto ambiental em construções solares passivas em climas temperados", Tese de doutoramento em engenharia civil, Universidade do Minho, Portugal, (2005).

Addis, W. & Schouten, J., "Principles of design for deconstruction to facilitate reuse and recycling", CIRIA, Londres, pp. 38 e 39 (2004).

Kbnirsnb, disponível 06 de Junho de 2011 em: [http://www.kbnirsnb.be/europancestors//en/mv/culture/habitat\\_nomade/body](http://www.kbnirsnb.be/europancestors//en/mv/culture/habitat_nomade/body) (2011).

Macieira, M. & Mendonça, P., "Interior partition walls in Mediterranean climates - lightweight versus heavyweight", em livro de atas de International Conference "Sustainable Environment in the Mediterranean Region: from Housing to Urban and Land Scale Construction", Nápoles, Itália, (2012).

Coelho A., Cabrita A. "Habitação Evolutiva e Adaptável", LNEC (2003).

Krüger, S. (2009); "Textile architecture"; Jovis Verlag, Berlim, p.6, pp.28 & pp.82-83.

Molo Design, online at: <http://molodesign.com/products/softwall-softblock-modular-system/>, (2008).

Ronan and Erwan Bouroullec, online at: <http://www.bouroullec.com>, (2006).

Macieira, M., “Membranas Arquitetônicas: potencialidades de aplicação no interior de edifícios”, dissertação para obtenção do grau de mestre em Arquitetura, Universidade do Minho, Portugal (2012).

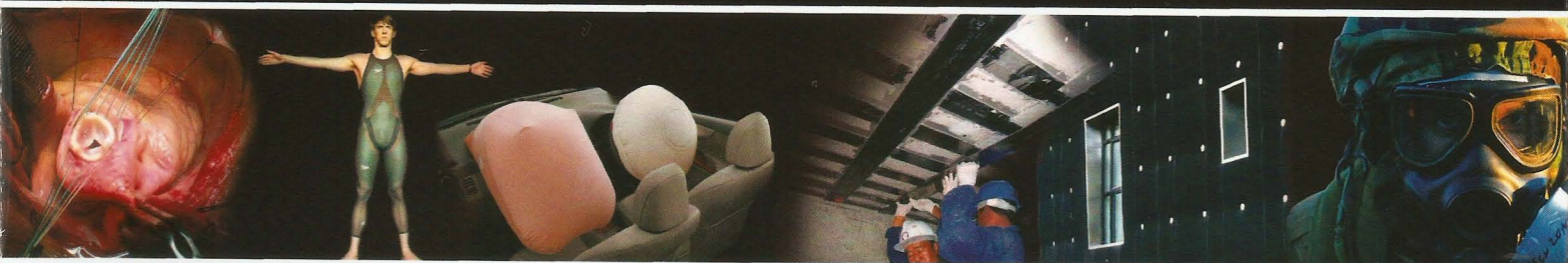
Neufret, P. & Neff, L., “Casa, apartamento e jardim”, Editora Gustavo Gilli, Barcelona (2007).



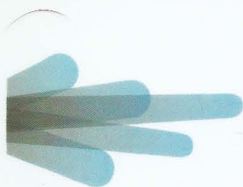
CICLO DE  
WORKSHOPS

# FIBRENAMICS

O novo mundo dos materiais à base de fibras  
2012



ISBN 978-989-98468-2-1



## Fibrenamics

✉ [fibrenamics@fibrenamics.com](mailto:fibrenamics@fibrenamics.com) [www.fibrenamics.com](http://www.fibrenamics.com)



Universidade do Minho  
Escola de Engenharia



AGÊNCIA NACIONAL  
PARA A CULTURA  
CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA

