

PROCEEDINGS CLME'2011/ IIIICEM

6º Congresso Luso-Moçambicano de Engenharia
3º Congresso de Engenharia de Moçambique
Maputo, 29 Ago - 2 Set 2011

Editores:

J.F. Silva Gomes
Carlos C. António
Clito F. Afonso
António S. Matos

Edições INEGI
2011

ISBN: 978-972-9826-24-6

Organização

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto
Faculdade de Engenharia da Universidade Eduardo Mondlane
Ordem dos Engenheiros de Portugal
Ordem dos Engenheiros de Moçambique

AVALIAÇÃO ESTRUTURAL DE DUAS ESPÉCIES DE MADEIRA SUBMETIDAS À ACÇÃO DO FOGO

Elza M.M. Fonseca*¹, Diana C.S. Coelho²

¹Departamento de Mecânica Aplicada, Instituto Politécnico de Bragança, Bragança, Portugal

²Mestrado em Engenharia da Construção, Instituto Politécnico de Bragança, Bragança, Portugal

* Email: efonseca@ipb.pt

RESUMO

Um dos objectivos deste trabalho é avaliar estruturalmente duas espécies de madeira, calculando a sua resistência ao fogo para diferentes cenários de incêndio e determinando a redução da sua secção recta. Será utilizado o método dos elementos finitos através do programa ANSYS para a determinação da camada e da velocidade de carbonização, nas diferentes análises em estudo. O cálculo do perfil de temperaturas, nas diferentes secções em estudo, será obtido em regime transiente. Serão consideradas as propriedades térmicas não lineares do material, dependentes da evolução da temperatura, de acordo com as regras estabelecidas no [Eurocódigo 5, 2003]. O outro objectivo deste trabalho é a determinação de estados de tensão em elementos do tipo viga, sob influência da redução da secção recta. Neste tipo de estudo, será dada particular importância às propriedades ortotrópicas da madeira, função da temperatura, a utilizar no modelo de elementos finitos. Este trabalho será organizado de forma a contribuir com regras práticas de projecto, na utilização deste tipo de elementos estruturais, através da apresentação de gráficos da resistência ao fogo e de uma metodologia de cálculo simplificada, na determinação do campo de tensões em vigas submetidas a acções térmicas e mecânicas.

Palavras-Chave: madeira, fogo, elementos finitos.

INTRODUÇÃO

A madeira como recurso renovável tem recentemente atraído a atenção do público como sendo um material ecológico, amigo do ambiente e da terra. Este produto é um material de construção com atributos atractivos, arquitectónicos e estruturais.

A madeira quando exposta a acções acidentais, como é o caso da presença de incêndios, apresenta uma camada envolvente de carbonização. No entanto, essa camada pode retardar o processo de propagação para o seu interior, podendo ser considerada como isolante. O núcleo da madeira pode permanecer a baixas temperaturas, em função do tempo de exposição ao fogo e das dimensões do elemento. O estudo da resistência ao fogo de estruturas em madeira é por isso, um tema de grande interesse.

Muitos investigadores têm apresentado trabalhos experimentais e numéricos para o estudo de modelos de cálculo da degradação física da madeira na presença de temperaturas elevadas [White, 1999], [Poon, 2003], [Janssens, 2004] e [Cachim, 2008].

As espécies em estudo neste trabalho são a casquinha branca (pinho abeto) e casquinha vermelha (pinho silvestre), essencialmente originárias dos países do Norte da Europa. Estas espécies são aplicáveis na construção civil em geral, sendo utilizadas como elementos estruturais do tipo viga ou coluna, ou ainda na forma lamelar. Investigações, com o contributo dos autores [Barreira, 2008, 2009], [Fonseca, 2010, 2011], foram efectuadas em outras espécies recorrendo a técnicas experimentais e numéricas.

RESISTÊNCIA DA MADEIRA A ALTAS TEMPERATURAS

Quando se calcula a capacidade da resistência de elementos estruturais em madeira, submetidos à acção do fogo, os factores mais importantes são a degradação térmica do material e a formação da camada de carbonização. A massa volúmica da madeira varia em função da degradação do material, provocada pelo processo de pirólise, durante a presença de elevadas temperaturas. A zona carbonizada não tem resistência efectiva fazendo com que exista uma redução da secção recta do componente estrutural. Por outro lado, a profundidade de carbonização depende do tempo da exposição a elevadas temperaturas. A verificação destas características contribui para avaliar a sua capacidade de resistência. Por comparação com outros elementos de construção tradicionais, verifica-se que a madeira apresenta uma excepcional resistência, ao contrário do que ocorre com estruturas em aço em que o colapso resulta da diminuição das propriedades mecânicas do material com o aumento da temperatura. A falha da capacidade estrutural na madeira, só acontece pela diminuição da secção resistente por carbonização. Excluindo os componentes de ligação da estrutura, cuja protecção a altas temperaturas deve ser objecto de particular atenção, um correcto dimensionamento da secção dos elementos de construção em madeira, assegura, sem recurso a sistemas de protecção especiais, o tempo de estabilidade a possíveis acções devido à presença do fogo.

De acordo com o [Eurocódigo 1, 2002] parte 1-2, a evolução da temperatura de um incêndio ao longo do tempo pode ser definida por curvas de incêndio normalizadas. Neste trabalho adoptou-se a utilização da curva de incêndio padrão ISO834, [Eurocódigo 1, 2002]. As espécies de madeira consideradas no estudo têm a designação comercial de casquinha branca (ou designação botânica: *Abies alba Mill*) e casquinha vermelha (ou designação botânica: *Pinus sylvestris*). Estas espécies coníferas têm origem na Europa, sendo amplamente utilizadas na construção, na indústria do papel e na produção de resina. Para o estudo numérico do trabalho a realizar foi considerada a massa volúmica da casquinha branca igual a 460kg/m^3 e a da casquinha vermelha igual a 520kg/m^3 . Foram ainda adoptadas as dimensões comerciais para a análise destas duas espécies.

PROPRIEDADES TÉRMICAS E MECÂNICAS

As propriedades térmicas da madeira têm um comportamento não linear, variando em função da temperatura. O anexo B do [Eurocódigo 5, 2003] representa os valores das propriedades térmicas a utilizar em projecto na situação de exposição a um fogo normalizado, conforme apresentado na figura 1. Valores de temperatura inferiores a 350°C traduzem as propriedades da madeira normal e valores acima de 350°C representam as propriedades da camada carbonizada.

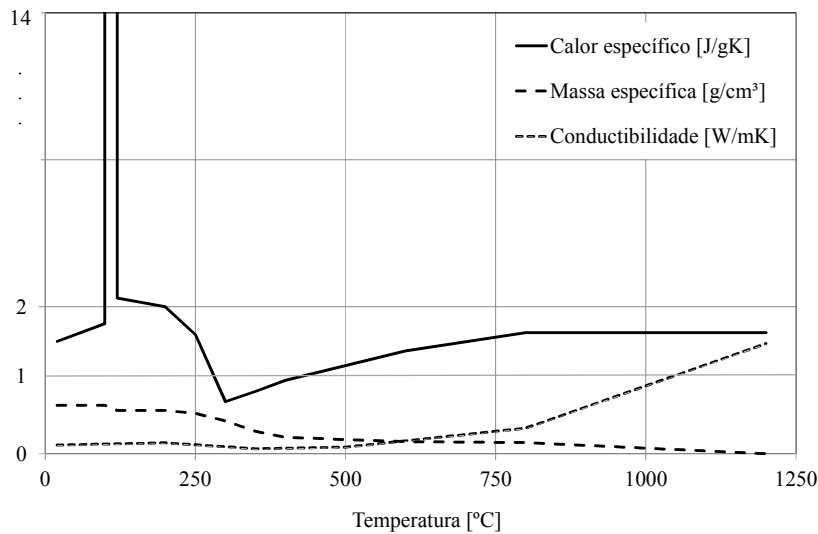


Figura 1 – Propriedades térmicas para elementos em madeira.

O comportamento mecânico da madeira quando submetida a uma situação de acidente como é o caso de um incêndio, varia com a temperatura. O aumento da temperatura influencia a degradação progressiva das propriedades mecânicas dos materiais. Para além da redução da secção resistente, a redução das propriedades mecânicas contribuem para que o elemento estrutural de madeira perca a sua capacidade resistente em situação de incêndio. O [Eurocódigo 5, 2003] considera uma redução das propriedades mecânicas na ordem dos 20% em relação à madeira intacta, ou seja, madeira à temperatura ambiente [Moura, 2005].

A madeira pode ser descrita como um material ortotrópico, por se considerar que as suas propriedades mecânicas coincidem com as direcções dos três eixos perpendiculares entre si, longitudinal, radial e tangencial, conforme a figura 2 [Kurian, 2000], [Barreira, 2008].

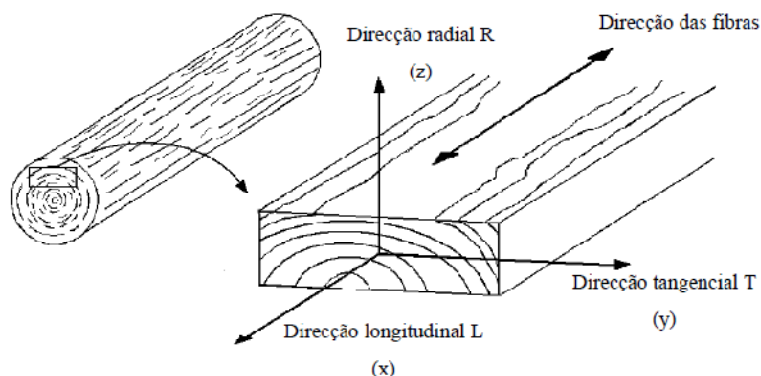


Figura 2 – Representação dos eixos na direcção do grão e anéis de crescimento na madeira, [Barreira, 2008].

As propriedades mecânicas consideradas no estudo foram obtidas através de uma publicação [White et al, 1999], onde foram considerados para teste, provetes isentos de impurezas e com granulometria contínua, conforme tabela 1.

Tabela 1: Propriedades mecânicas e razões elásticas ortotrópicas das espécies em estudo.

Espécies (Humidade12%)	$\sigma_{\text{máx}}$ [MPa]	E_L [MPa]	E_T/E_L	E_R/E_L	G_{LR}/E_L	G_{LT}/E_L	G_{RT}/E_L	μ_{LR}	μ_{LT}	μ_{RT}
Casquinha Branca	40.00	10300	0.039	0.102	0.070	0.058	0.006	0.341	0.332	0.437
Casquinha Vermelha	42.40	9200	0.089	0.087	0.066	0.077	0.011	0.360	0.346	0.373

Na tabela, os módulos de elasticidade são definidos na direcção do eixo longitudinal, radial e tangencial da madeira por E_L , E_R , E_T respectivamente; os módulos de corte G_{LR} , G_{LT} e G_{RT} nas direcções dos planos LR, LT e RT; e os coeficientes de Poisson μ_{LR} , μ_{LT} e μ_{RT} nos mesmos planos.

As propriedades mecânicas ortotrópicas são obtidas em função do aumento da temperatura, conforme estabelecido no [Eurocódigo 5, 2003] e apresentadas na tabela 2.

Tabela 2: Valores dos módulos de elasticidade e corte em função da temperatura.

Espécies (Humidade12%)	T [°C]	K_θ [Eurocódigo5, 2003]	Módulo de elasticidade [MPa]			Módulo de Corte [MPa]		
			E_L	E_T	E_R	G_{LR}	G_{LT}	G_{RT}
Casquinha Branca	20	1.00	10300.00	401.70	1050.60	721.00	597.40	61.80
	100	0.50	5150.00	200.85	525.30	360.50	298.70	30.90
	300	0.01	103.00	4.02	10.51	7.21	5.97	0.62
Casquinha Vermelha	20	1.00	9200.00	818.80	800.40	607.20	708.40	101.20
	100	0.50	4600.00	409.40	400.20	303.60	354.20	50.60
	300	0.01	92.00	8.19	8.00	6.07	7.08	1.01

CASOS DE ESTUDO: APRESENTAÇÃO DE RESULTADOS E DISCUSSÃO

No presente trabalho são estudadas as duas espécies de madeira sob acção de diferentes cenários de incêndio (fogo em três lados e quatro lados da estrutura) para diferentes tipos de geometrias conforme dimensões comerciais. Para cada uma das situações será calculada a espessura da camada carbonizada com base nos resultados obtidos numericamente através da utilização do programa Ansys. É utilizado um modelo de análise de elementos finitos não linear térmico em regime transiente. Os resultados foram obtidos para diferentes instantes de tempo, tendo sido calculada a área da secção reduzida para cada modelo comercial, conforme se representa nas tabelas 3 e 4. A área resultante (A_r) é obtida em função da diminuição das dimensões da secção ($B \times D$), quando expostas ao fogo, através do cálculo da espessura carbonizada, sendo representada como uma percentagem da área inicial ($A = B \times D$). Ainda com base nos resultados numéricos para o cálculo da espessura carbonizada, foi possível determinar a velocidade média de carbonização para cada uma das direcções da imposição da frente de calor e para cada espécie considerada.

Tabela 3: Casquinha branca						Tabela 4: Casquinha vermelha					
B [mm]	D [mm]	Fogo 3lados		Fogo 4lados		B [mm]	D [mm]	Fogo 3lados		Fogo 4lados	
		Ar = % A						30min	60min	30min	60min
		30min	60min	30min	60min			Ar	Ar	Ar	Ar
230	350	78%	61%	74%	54%	90	105	49%	5%	35%	100%
250	350	79%	63%	74%	56%	90	75	42%	100%	23%	100%
300	350	82%	68%	77%	60%	175	105	64%	39%	50%	13%
230	250	76%	58%	71%	47%	90	50	34%	100%	100%	100%
250	250	77%	60%	71%	48%	225	105	69%	47%	55%	19%
300	250	80%	64%	74%	52%	175	75	59%	30%	38%	100%
230	100	66%	42%	49%	10%	225	75	63%	35%	39%	100%
250	100	67%	44%	50%	11%	175	50	48%	10%	100%	100%
300	100	70%	47%	51%	13%	225	50	52%	20%	100%	100%
Vel. média[mm/min]		0.66	0.62	0.66	0.67	Vel. média[mm/min]		0.64	0.69	0.66	0.71

Os resultados destas tabelas são apresentados em forma gráfica, para discussão, nas figuras 3 e 4. Na tabela 5 apresentam-se os valores médios da velocidade de carbonização para cada uma das espécies em estudo comparados com a equação de projecto do [Eurocódigo 5, 2003]. É ainda apresentada uma equação de cálculo da espessura carbonizada, em função do tempo de exposição do fogo.

Tabela 5: Comparação da velocidade média de carbonização β

Espécies	3lados, Ansys [mm/min]	4lados, Ansys [mm/min]	[Eurocódigo5, 2003] [mm/min]
Casquinha branca	0.64	0.67	0.65
Casquinha vermelha	0.67	0.69	0.65
Espessura carbonizada (d)	$d = \beta \times t \quad (1) \quad t \text{ [min]}, d \text{ [mm]}$		

No caso da casquinha branca há uma concordância no valor obtido para a velocidade média de carbonização com a proposta do [Eurocódigo 5, 2003]. A casquinha vermelha apresenta uma velocidade de carbonização ligeiramente superior à proposta do [Eurocódigo 5, 2003]. As diferentes propriedades físicas da madeira permitem concluir a sua influência no cálculo da velocidade de carbonização. Possuindo uma velocidade de carbonização superior, a casquinha vermelha apresentará, para uma mesma duração de exposição ao fogo, uma menor área resistente em relação à casquinha branca.

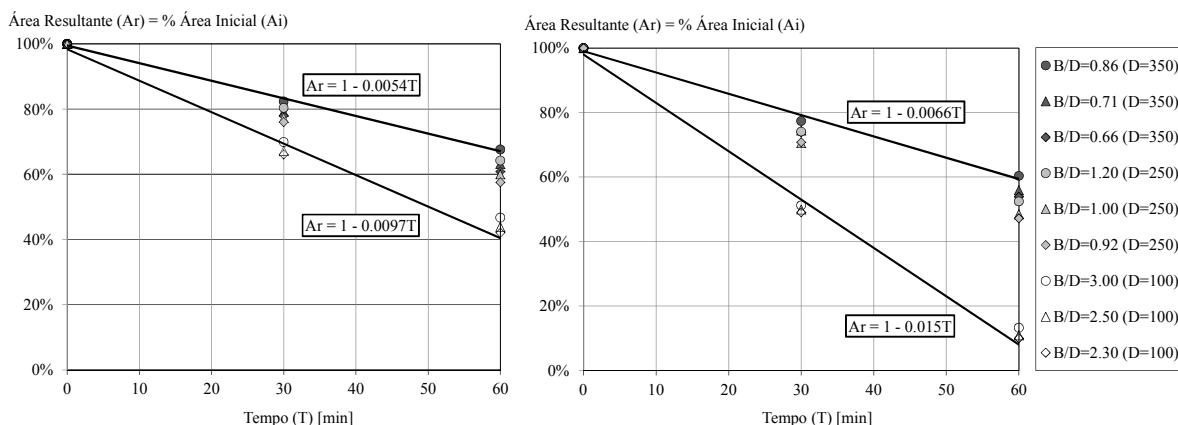


Figura 3 – Casquinha branca: fogo 3 lados e 4 lados.

No caso da casquinha branca e para as secções em estudo, todas elas apresentam no final de 60min de exposição ao fogo (3 lados ou 4 lados) uma secção recta resultante. As secções em estudo menos resistentes são relativas às dimensões em que $D=100\text{mm}$. Verifica-se que dentro da gama de valores $D=350$, 250 ou 100 , há uma relação B/D que ao diminuir resulta no cálculo de áreas resultantes após exposição ao fogo também com menos resistência. Nos gráficos apresentados considerou-se uma linha de tendência linear, permitindo através de equações efectuar o cálculo da área resultante, para um determinado tempo de exposição ao fogo, em cada um dos cenários em estudo.

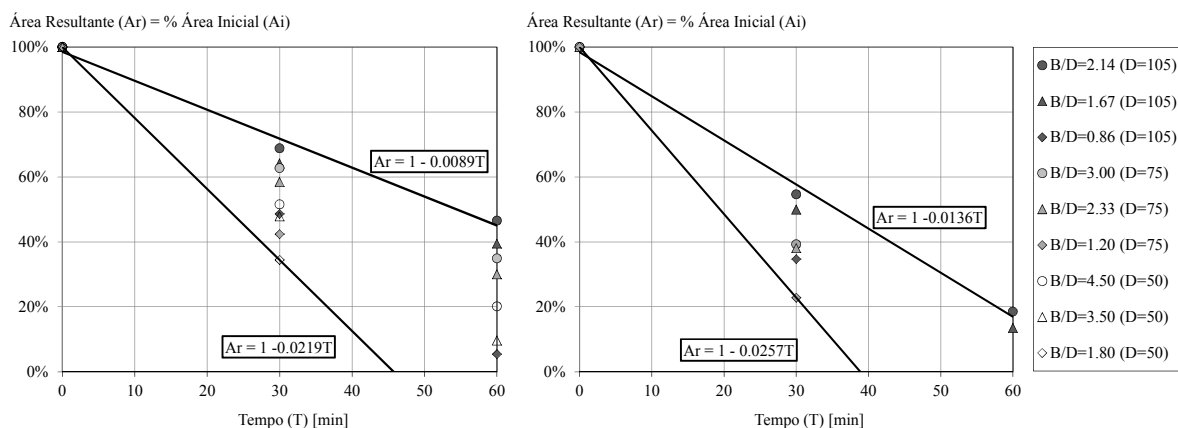


Figura 4 – Casquinha vermelha: fogo em 3 lados e 4 lados.

As secções em estudo relativas à casquinha vermelha apresentam algumas dimensões que não resistem ao fogo, para tempos de exposição superiores a 40min. Neste caso as secções menos resistentes são relativas às dimensões em que $D=50\text{mm}$. Dentro de cada uma das gamas de valores $D=105$, 75 ou 50 , a relação B/D diminui resultando no cálculo de áreas de menor resistência após exposição ao fogo. Em relação ao comportamento da casquinha branca ou vermelha quando a frente de fogo é em 3 lados da secção, e para o mesmo de actuação, a secção resultante é sempre superior à que se obtém para uma frente de fogo de 4 lados.

O cálculo da secção efectiva deve ser efectuado através da redução da secção recta inicial calculando a profundidade de carbonização efectiva, conforme se representa na figura 5, [Eurocódigo 5, 2003] e de acordo com a equação:

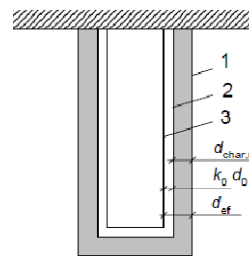
$$d_{ef} = d_{char,n} + k_0 \times d_0 = \beta \times t + k_0 \times d_0 \quad (2)$$

em que d_0 é igual a 7mm e k_0 função do tempo de exposição ao fogo.

Para o caso de superfícies não protegidas os valores a atribuir a k_0 são calculados de acordo com a tabela 6.

Tabela 6:
 k_0 para superfícies não protegidas.

t [min]	k_0
<20	$t/20$
>>20	1.0



[Eurocódigo 5, 2003]

Figura 5 – Secção recta efectiva e residual.

Legenda: 1) secção inicial; 2) secção residual; 3) secção efectiva.

Com base no cálculo do perfil de temperaturas, e admitindo a existência de carregamento mecânico, é possível analisar as tensões desenvolvidas num elemento estrutural com as características ortotrópicas definidas. Para exemplo, figura 6, considerou-se uma viga (casquinha branca) simplesmente apoiada e submetida a uma carga uniformemente distribuída. Considerou-se uma viga com comprimento $L=3m$, secção rectangular $B=230mm$, $D=350mm$ e carga uniforme $w=100kN/m$. Verificou-se a influência do campo de temperaturas obtido para exposição ao fogo durante 30min, em 3 lados da secção, ao longo do comprimento da viga.

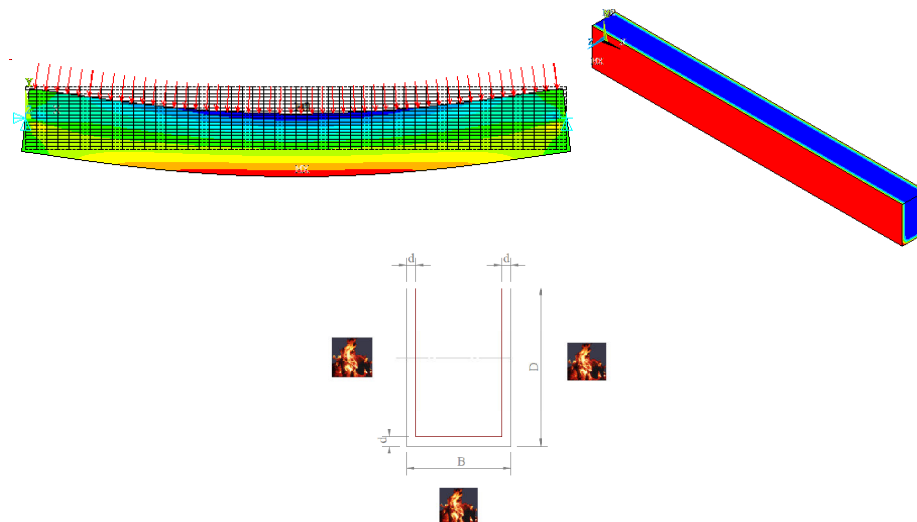


Figura 6 – Viga simplesmente apoiada, influência da carga mecânica e perfil de temperaturas.

O cálculo de tensões devidas à flexão é obtido através da equação analítica:

$$\sigma_{Máx/Min} = \frac{wL^2}{8} \times \frac{D}{BD^3} \times \frac{12}{2} \quad (3)$$

No caso da alteração da secção recta, em função da exposição do fogo, as dimensões B e D diminuem de um valor d_{ef} (equação 2) conforme a figura 6.

Na figura 7 representa-se a distribuição de tensões para a aplicação única da pressão ou sob influência simultânea da temperatura, a meio vão do comprimento da viga.

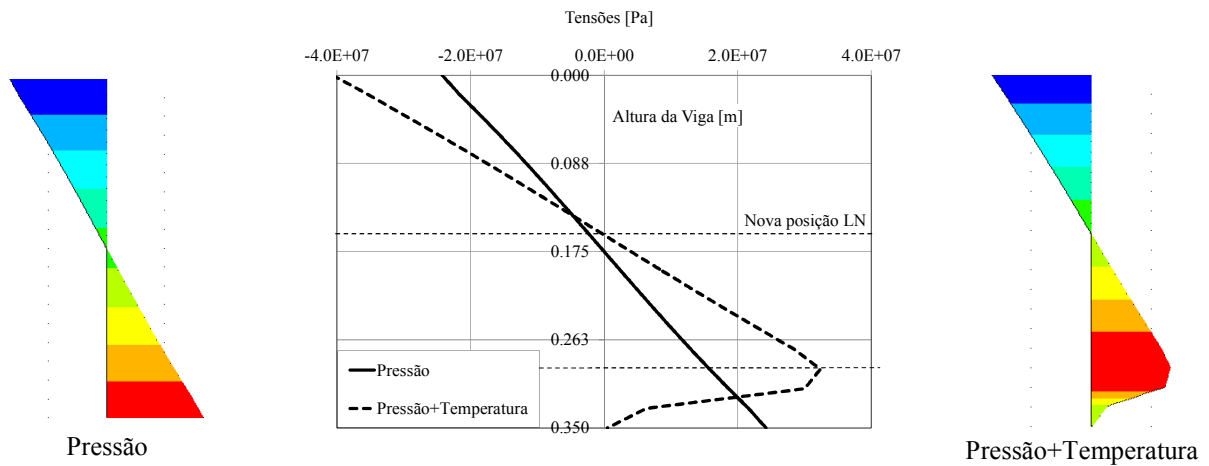


Figura 7 – Distribuição das tensões obtidas no ANSYS, a meio vão da viga.

Sobrepondo os resultados do campo de tensões, verifica-se que a linha neutra da secção é desviada de uma quantidade equivalente a metade da espessura carbonizada, no caso em que a acção mecânica actua em simultâneo com o fogo. Observa-se que o campo de tensões varia linearmente ao longo do núcleo frio da secção, reduzindo na zona carbonizada.

Na figura 8 apresentam-se os resultados das tensões obtidas utilizando o ANSYS e a secção resultante efectiva após exposição ao fogo. Com base na equação analítica 3, é possível identificar uma concordância nos resultados obtidos.

Carregamento mecânico.	Carregamento mecânico e térmico (fogo em 3 lados, durante 30min).	
Tensão Min/Max: -/+24.2MPa	Tensão Min: -40.7MPa	Secção resultante [20° a 300°C]
Tensão analítica -/+24MPa	Tensão analítica -37MPa	$d_{ef} = \beta \times t + k_0 \times d_0 = 27.4\text{mm}$

Figura 8 – Tensões obtidas no ANSYS e cálculo analítico.

CONCLUSÃO

O modelo numérico revelou-se de grande importância na determinação da camada carbonizada. Para além do cálculo do perfil de temperaturas em regime transiente, foi possível registar e calcular a velocidade de crescimento da camada de carbonização que ocorre na situação de exposição ao fogo em materiais de madeira. Para as espécies em estudo, a casquinha vermelha apresenta uma velocidade de carbonização maior que a casquinha branca. Em relação ao tamanho das secções, as maiores dimensões promovem uma superfície carbonizada considerada isolante no elemento estrutural em estudo. Através do presente estudo foi possível estabelecer equações de cálculo para a secção resultante, em função de um determinado cenário de fogo, tempo de exposição e secção recta inicial do material, úteis no projecto de elementos estruturais com estas características.

REFERÊNCIAS

- Barreira L., Fonseca E., Charring rate determination of wood pine profiles submitted to high temperatures, WIT Press, Third International Conference on Safety and Security Engineering, C.A. Brebbia (Ed.), (2009), Italy.
- Barreira L. M. S., Estudo numérico do comportamento térmico e mecânico de estruturas em madeira. Dissertação de Mestrado em Engenharia Industrial (2008), Bragança, ESTIG.
- Cachim P. B., Franssen J. M., Assessment of Eurocode 5 Charring Rate Calculation Methods, Proceedings of the Fifth International Conference on Structures in Fire, Singapore, (2008) 676-686.
- [EN 1995-1-2] prEN 1995-1-2. Eurocode 5: Design of timber structures, Part 1-2: General-Structural fire design, CEN, (2003) Brussels.
- [EN1991-1-2] Eurocode 1: Actions in Structures, Part 1-2: General Actions-Actions on structures exposed to fire, CEN, (2002) Brussels.
- Fonseca Elza M. M., Barreira Luísa M. S., Método experimental para determinação da espessura carbonizada na madeira quando submetida a altas temperaturas, Revista Portuguesa de Engenharia de Estruturas RPEE, Série II nº7, ISSN: 0870-984X, (2010) 33-40.
- Fonseca E. M. M., Barreira L. M. S., Experimental and Numerical Method for Determining Wood Char-Layer at High Temperatures due an Anaerobic Heating, International Journal of Safety and Security Engineering, 1(1), (2011) 65-76.
- Janssens M. L., Modeling of the thermal degradation of structural wood members exposed to fire, Fire and Materials, 28, (2004) 199-207.
- Kurian A., Analytical Modeling of Glued Laminated Girded Bridges Using Ansys, Ames, (2000) Iowa.
- Moura E., Determinação de um modelo de taxa de carbonização transversal a grã para o Eucalyptus citriodora E E. grandis, Tese de Doutoramento (2005), Universidade de S. Paulo.
- Poon L., England J. P., Literature Review on the Contribution of Fire Resistant Timber Construction to Heat Release Rate – Timber Development Association, Warrington Fire Research Ltd., Project20633, (2003) 2b:1-78.
- White R. H., Dietsberger M. A., Fire Safety, Chapter 17, Wood Handbook: Wood as an Engineering Material, Forest Products Laboratory, (1999) USDA Forest Service.

6º Congresso Luso-Moçambicano de Engenharia
3º Congresso de Engenharia de Moçambique

CLME'2011 / IIICEM

PROGRAMA

Maputo, 29 Agosto - 2 Setembro 2011



Organização

Faculdade de Engenharia da U. Porto

Faculdade de Engenharia da UEM

Ordem dos Engenheiros de Portugal

Ordem dos Engenheiros de Moçambique

Comissão Executiva

Joaquim Silva Gomes
(FEUP)

Carlos Conceição António
(FEUP)

Clito Félix Afonso
(FEUP)

António Santos Matos
(FEUEM)

Comissão Organizadora

<i>A. Carmo Vaz</i>	<i>A. Machado e Moura</i>	<i>A. Silva Afonso</i>	<i>Abdul Faquir</i>
<i>Alexandra Neves</i>	<i>Alfredo S. Ferreira</i>	<i>Ana Maria Martins</i>	<i>Ana Virtudes</i>
<i>Anabela Alves</i>	<i>André L. Aquere</i>	<i>Anibal G. Costa</i>	<i>António F. Diogo</i>
<i>António Fiúza</i>	<i>António Matos</i>	<i>Archimedes Raia Jr</i>	<i>Carla P. Rodrigues</i>
<i>Carlos C. António</i>	<i>Carlos Félix</i>	<i>Catarina F. Castro</i>	<i>Cátia R. Pinto</i>
<i>Celina P. Leão</i>	<i>Clito F. Afonso</i>	<i>Daniel Fumo</i>	<i>Eduardo Qualharini</i>
<i>Elza Fonseca</i>	<i>Fátima Artur</i>	<i>Feliciano Dias</i>	<i>Fernanda Ferreira</i>
<i>Fernando Branco</i>	<i>Fernando Caldeira</i>	<i>Filomena O. Soares</i>	<i>Franz-Josef Kahlen</i>
<i>Helena Navas</i>	<i>Humberto Varum</i>	<i>Isabel C. Gouveia</i>	<i>J. Mora Ramos</i>
<i>J. Reis Campos</i>	<i>J. Rodrigues Dias</i>	<i>J. Santos Baptista</i>	<i>J.F. Silva Gomes</i>
<i>Jerónimo Mahoque</i>	<i>João C. Lanzinha</i>	<i>João G. Ferreira</i>	<i>João M.F. Calado</i>
<i>João Marcelino</i>	<i>João Portugal</i>	<i>Joaquim I. Barbosa</i>	<i>Jorge Carvalho</i>
<i>Jorge Martins</i>	<i>José A. Carmo</i>	<i>José A. Rodrigues</i>	<i>José C. Teixeira</i>
<i>José D. Carvalho</i>	<i>José M. Cirne</i>	<i>L. Picado Santos</i>	<i>Lázaro Zuquette</i>
<i>Luís A. Pais</i>	<i>Luis B. Martins</i>	<i>Luís M. Pinto</i>	<i>Lúisa P.C. Lopes</i>
<i>M. Graça Rasteiro</i>	<i>Madalena Moreira</i>	<i>Manuel R. Cordeiro</i>	<i>Marcilene Ferreira</i>
<i>Maria Amélia R. Loja</i>	<i>Maria José Abreu</i>	<i>Maria T. Restivo</i>	<i>Mário A.P. Vaz</i>
<i>Mário Forjaz Secca</i>	<i>Mário Talaia</i>	<i>Miguel Nepomuceno</i>	<i>Miguel P. Amado</i>
<i>Orlando Zobra</i>	<i>Paulo Cachim</i>	<i>Paulo Carvalho</i>	<i>Paulo G. Piloto</i>
<i>Paulo Pereira</i>	<i>Pedro D. Silva</i>	<i>Pedro Sing Sang</i>	<i>Raquel P.F. Guiné</i>
<i>Raúl Fangueiro</i>	<i>Reinaldo Lorandi</i>	<i>Rosa M. Miranda</i>	<i>Rui Camposinhos</i>
<i>Rui M. Lima</i>	<i>Rui M. Sousa</i>	<i>Silva Magaia</i>	<i>Telmo Santos</i>

Comissão Científica

<i>A. Barata da Rocha</i>	<i>A. Carmo Vaz</i>	<i>A. Castro Vide</i>	<i>A. Lopes Campos</i>
<i>A. Machado e Moura</i>	<i>A. Pires da Costa</i>	<i>A. Torres Marques</i>	<i>Abdul Faquir</i>
<i>Alberto Cardoso</i>	<i>Alexandra Neves</i>	<i>Alfredo S. Ferreira</i>	<i>Álvaro Cunha</i>
<i>Ana M. Segadães</i>	<i>Ana Maria Martins</i>	<i>Ana Virtudes</i>	<i>Anabela Alves</i>
<i>André L. Aquere</i>	<i>Anibal Costa</i>	<i>António F. Diogo</i>	<i>António J.M. Ferreira</i>
<i>António Navarro</i>	<i>Archimedes Raia Jr.</i>	<i>Bárbara Alves</i>	<i>C. Mota Soares</i>
<i>Carlos C. António</i>	<i>Carlos Félix</i>	<i>Carlos Rodrigues</i>	<i>Carlos V. Quadros</i>
<i>Carlos Varandas</i>	<i>Catarina F. Castro</i>	<i>Cátia R. Pinto</i>	<i>Celina P. Leão</i>
<i>Clito F. Afonso</i>	<i>Daniel A. Fumo</i>	<i>Diamantino Freitas</i>	<i>Elias Paulo</i>
<i>Elsa Caetano</i>	<i>Elza Fonseca</i>	<i>F. Veloso Gomes</i>	<i>Fátima Artur</i>
<i>Feliciano Dias</i>	<i>Feliciano Massingue</i>	<i>Fernanda Ferreira</i>	<i>Fernando Branco</i>
<i>Fernando Caldeira</i>	<i>Filomena O. Soares</i>	<i>Franz-Josef Kahlen</i>	<i>Gabriel L. Amós</i>
<i>Hélder Araújo</i>	<i>Humberto Varum</i>	<i>J. Dinis Carvalho</i>	<i>J. Mora Ramos</i>
<i>J. Reis Campos</i>	<i>J. Rodrigues Dias</i>	<i>J. Santos Baptista</i>	<i>J. Silva Gomes</i>
<i>João A. Sousa</i>	<i>João Ferreira</i>	<i>João Gomes</i>	<i>João Lemos Pinto</i>
<i>João M. Tavares</i>	<i>João Marcelino</i>	<i>Joaquim S. Pinto</i>	<i>Jorge J.G. Martins</i>
<i>Jorge Lino Alves</i>	<i>Jorge Nhambiu</i>	<i>Jorge O. Seabra</i>	<i>José A. Rodrigues</i>
<i>José A. do Carmo</i>	<i>José F. Gomes</i>	<i>José L. Esteves</i>	<i>José M. Cirne</i>
<i>José P. Vieira</i>	<i>Júlio B. Martins</i>	<i>Júlio M. Silva</i>	<i>L. Oliveira Santos</i>
<i>L. Picado Santos</i>	<i>Liliane Machado</i>	<i>Louis Pelembe</i>	<i>Lucas da Silva</i>
<i>Luis Amaral</i>	<i>Luis B. Martins</i>	<i>Luísa P.C. Lopes</i>	<i>M. Graça Madureira</i>
<i>M. Jossai Cumbi</i>	<i>M. Luisa Madureira</i>	<i>M. Pires Amado</i>	<i>M. Teresa Restivo</i>
<i>Manuel R. Cordeiro</i>	<i>Marcelo M. Moura</i>	<i>Maria Belém Martins</i>	<i>Maria J. Geraldés</i>
<i>Maria José Abreu</i>	<i>Maria M. Moreira</i>	<i>Mário F. Secca</i>	<i>Mário Ferreira</i>
<i>Mário P. Vaz</i>	<i>Mário Talaia</i>	<i>Nelson Beate</i>	<i>Nuno O. Fernandes</i>
<i>P. Vila Real</i>	<i>Paiva Munguambe</i>	<i>Pascoal Bacela</i>	<i>Paulo Cachim</i>
<i>Paulo Carvalho</i>	<i>Paulo G. Piloto</i>	<i>Paulo Pereira</i>	<i>Pedro Sing Sang</i>
<i>Pedro T. Pinho</i>	<i>Raquel P.F. Guiné</i>	<i>Raúl Figueiro</i>	<i>Reinaldo Lorandi</i>
<i>Renato N. Jorge</i>	<i>Romualdo R. Salcedo</i>	<i>Ronei Moraes</i>	<i>Rosa M. Miranda</i>
<i>Rosa Vasconcelos</i>	<i>Rui C. Barros</i>	<i>Rui Lima</i>	<i>Ruy M. Cravo</i>
<i>Rui M. Sousa</i>	<i>Rui S. Camposinhos</i>	<i>Rui Vasco Sítio</i>	<i>S. Carmo Silva</i>
<i>Shaker Meguid</i>	<i>Silva Magaia</i>	<i>Silvino Moreno</i>	<i>Telmo Santos</i>

Comissão de Honra

<i>A. Sousa Fernando</i> (Bastonário da O.E. de Moçambique)	<i>Aires Aly</i> (Primeiro Ministro de Moçambique)
<i>Aiuba Cuereneia</i> (Min. Planif. e Desenvolvimento de Moçambique)	<i>Alcinda Abreu</i> (Min. Coord. Acção Ambiental de Moçambique)
<i>António Cunha</i> (Reitor da U. Minho)	<i>Armando Inroga</i> (Ministro da Ind. e Comércio de Moçambique)
<i>Cadmiel Muthemba</i> (Min. Obras Públ. e Habitação de Moçambique)	<i>Carlos Matias Ramos</i> (Bastonário da O.E de Portugal)
<i>Esperança Bias</i> (Ministro dos Rec. Naturais de Moçambique)	<i>F. Seabra Santos</i> (Ex-Reitor da U. Coimbra)
<i>Filipe Couto</i> (Ex-Reitor da UEM)	<i>J. Marques dos Santos</i> (Reitor da U. Porto)
<i>João A.S.R. Queiroz</i> (Reitor da UBI)	<i>João Gabriel Silva</i> (Reitor da U. Coimbra)
<i>Jorge Nhambiu</i> (Director da FEUEM)	<i>Manuel A.C. Assunção</i> (Reitor da U. Aveiro)
<i>Orlando Quilambo</i> (Reitor da UEM)	<i>Paulo Zucula</i> (Min. Transp. e Comunicações de Moçambique)
<i>Salvador Namburete</i> (Ministro da Energia de Moçambique)	<i>Sebastião Feyo de Azevedo</i> (Director da FEUP)
<i>Venâncio Massingue</i> (Ministro C&T de Moçambique)	<i>Zeferino Martins</i> (Ministro da Educação de Moçambique)

Patrocínios

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Faculdade de Engenharia da Universidade Eduardo Mondlane, Ordem dos Engenheiros de Portugal, Ordem dos Engenheiros de Moçambique, Instituto de Engenharia Mecânica e Gestão Industrial, Fundação Luso-Americana para o Desenvolvimento, Hidroeléctrica de Cahora Bassa, Electricidade de Moçambique, Consulado de Moçambique no Porto e Região Norte de Portugal, ABREU/PCO-Professional Congress Organizers, ENEIDA®, Instituto Politécnico de Bragança, Instituto Politécnico de Setúbal, Instituto Superior de Engenharia de Coimbra, Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, Instituto Superior de Engenharia do Porto, LAM-Linhas Aéreas de Moçambique, LNEC-Laboratório Nacional de Engenharia Civil, LREC-Laboratório Regional de Engenharia Civil, Universidade da Beira Interior, Universidade de Aveiro, Universidade de Coimbra, Universidade de Évora, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Universidade do Algarve, Universidade do Minho, Universidade Nova de Lisboa, Universidade Técnica de Lisboa, Riversdale Mining Ltd, Vale Moçambique SA, Motraco, ATP/Moçambique-Engenharia e Consultoria Lda, HCB, Mcel, CFM, Fipag, DNA, BIM, MOZAL, MSC-Maputo, Construtora Norberto Odebrecht SA e AON Seguros (Moçambique).

Secretariado

Maria de Fátima Silva Gomes

Nuno Trancoso Santos

Com o apoio de ABREU-PCO, Professional Congress Organizer (<http://pco.abreu.pt/>)