

CLME'2011 / III CEM

**A ENGENHARIA
COMO ALAVANCA
PARA O DESENVOLVIMENTO
E SUSTENTABILIDADE**

Editores

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

EDIÇÕES INEGI

Sobre o Livro

A população mundial é actualmente superior a seis mil milhões de pessoas. O Planeta Terra está sobrelotado, consome-se demasiado e isso traduz-se numa devastação acelerada dos recursos ainda disponíveis. É hoje universalmente reconhecido e aceite que os sistemas naturais estão a ser constantemente alterados pelo homem a uma velocidade estonteante e absolutamente insustentável. Para lidar com estes problemas que ameaçam tão drasticamente a sustentabilidade do nosso planeta, três questões se levantam: (i)-A primeira questão consiste em saber se será possível satisfazer as necessidades básicas relativamente ao abastecimento de água potável, saneamento, alimentação, saúde, segurança e trabalho digno para todos os seres humanos, sem alterar as condições de equilíbrio do nosso eco-sistema. Tais compromissos estão bem caracterizados no documento "The Millenium Development Goals", subscrito por todos os 192 países membros das Nações Unidas e mais de 23 organizações internacionais, em Assembleia Geral da Nações Unidas em 18 de Setembro de 2000. (ii)-A segunda questão diz respeito ao papel que os engenheiros e profissionais de engenharia podem desempenhar na restauração deste mundo tão esgotado. Certamente que, com a nossa capacidade de inovação e criação, temos uma responsabilidade colectiva para com o bem-estar dos seres humanos e a preservação dos recursos naturais da Terra. (iii)-Finalmente, a terceira questão tem a ver com a educação/formação dos actuais e dos futuros engenheiros.

Neste contexto, e sob o tema geral "A Engenharia como Alavanca para o Desenvolvimento e Sustentabilidade", a Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto e a Faculdade de Engenharia da Universidade Eduardo Mondlane, em associação com as Ordens dos Engenheiros de Portugal e de Moçambique, realizam a sexta edição do Congresso Luso-Moçambicano de Engenharia em conjunto com o 3º Congresso de Engenharia de Moçambique, que decorre em Maputo, Moçambique, de 29/Ago a 2/Set de 2011.

Para este 6º Congresso Luso-Moçambicano de Engenharia e 3º Congresso de Engenharia de Moçambique foram recebidos mais de 600 propostas de comunicações, tendo sido seleccionadas 462 artigos para apresentação durante o Congresso, cujos textos são publicadas no presente Livro de Resumos e no CD-ROM complementar que constituem os Proceedings do Congresso. Os artigos seleccionados resultam da contribuição de um total de mais de mil autores oriundos não só de Portugal e Moçambique, na sua maior parte, mas também do Brasil e de outros países Africanos e do Mundo. O Congresso inclui também a apresentação de seis Conferências Plenárias, por reputados especialistas convidados, sobre temas importantes e actuais da engenharia mundial.



ISBN: 978-972-8826-23-9

Edição e Distribuição

INEGI-Instituto de Engenharia Mecânica e Gestão Industrial
Rua Dr. Roberto Frias, 4200-465 Porto, Portugal
Tel:+351 22 957 87 10; Email: inegi@inegi.up.pt
www.inegi.up.pt

Agosto, 2011

ISBN: 978-972-8826-23-9
Depósito Legal: 276743/11

Execução Gráfica: LusolImpress (Grupo Claret)
Rua Venceslau Ramos, s/n – 4430-929 Avintes, Portugal
Tel:+351 22 787 73 20; Fax:+351 22 787 73 29

Reservados todos os direitos de harmonia com a lei.
Nenhuma parte desta publicação poderá ser reproduzida, guardada pelo sistema "retrieval" ou transmitida por qualquer meio, seja electrónico, mecânico, gravação ou outros, sem autorização prévia por escrito dos editores.

Organização

Faculdade de Engenharia da U. Porto
Ordem dos Engenheiros de Portugal

Faculdade de Engenharia da UEM
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>Aníbal 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>Luis A. Pais</i>	<i>Luis B. Martins</i>	<i>Luis M. Pinto</i>	<i>Luisa 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 Antunes 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>Luisa 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. Geraledes</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 Mungambe</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>Raül Fangueiro</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 Siteo</i>	<i>S. Carmo Silva</i>
<i>Shaker Meguid</i>	<i>Silva Magaia</i>	<i>Silvino Moreno</i>	<i>Telmo Santos</i>

Ref: 101309R

ANÁLISE DE TEMPERATURA NOS ENSAIOS DE RESISTÊNCIA AO FOGO DE VIGAS PARCIALMENTE EMBEBIDAS COM BETÃO

Paulo A.G. Piloto^{*1}, Ana B.R. Gavilán², Luís M.R. Mesquita³¹Instituto Politécnico de Bragança, IDMEC, Bragança, Portugal²EPSZ, Universidad de Salamanca, Zamora, España³Instituto Politécnico de Bragança, Bragança, Portugal

*Email: ppiloto@ipb.pt

RESUMO

Este trabalho pretende analisar a distribuição de temperatura em doze ensaios de resistência ao fogo, realizados em elementos de viga parcialmente embebidos com betão, agrupados em 4 séries, ver tabela 1. Os elementos de viga foram construídos com perfis em aço IPE100 e betão reforçado entre as almas do perfil.

Tabela 1. Ensaios de resistência ao fogo.

Série	Identificação	Armadura*	Nível Carga [%M _{pl}]	Imperfeição meio vão [mm]	Imperfeição meio vão [-]
1	B/1.2-01	W	40%	1.0	L/1210
	B/1.2-02	W	40%	1.0	L/1210
	B/1.2-03	W	40%	1.0	L/1210
2	B/1.2-04	W	80%	1.0	L/1210
	B/1.2-05	W	80%	0.0	-
	B/1.2-06	W	80%	0.5	L/2420
3	B/1.2-07	NW	80%	1.0	L/1210
	B/1.2-08	NW	80%	1.5	L/807
	B/1.2-09	NW	80%	0.5	L/2420
4	B/1.2-10	W	60%	1.0	L/1210
	B/1.2-11	W	60%	1.0	L/1210
	B/1.2-12	W	60%	1.5	L/807

*W (Soldada) NW (Não soldada)

Os ensaios de resistência foram realizados com a curva de aquecimento nominal ISO834, utilizando um forno de resistência ao fogo e um pórtico de reacção. As temperaturas foram medidas em três secções distintas, ao longo do comprimento do elemento, ver figura 1, em três materiais diferentes (aço perfil, betão, aço do reforço), ver figura 2.

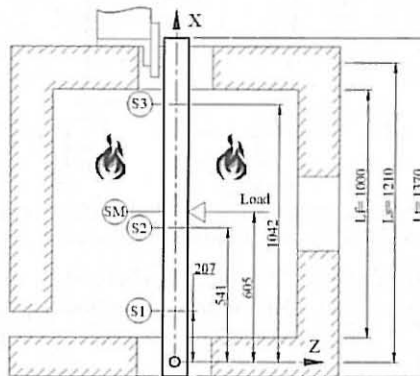


Figura 1. Secções instrumentadas.

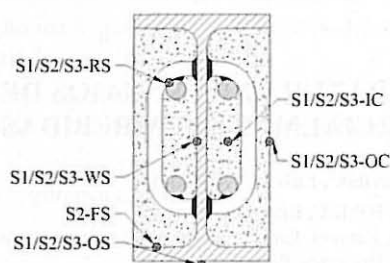


Figura 2. Posição dos termopares.

A temperatura média de cada secção foi comparada com o valor da temperatura média do elemento. Cada série apresentou resultados semelhantes e com boa reprodutibilidade. A temperatura não é uniforme na secção, verificando-se a existência de um gradiente de 150 [°C], entre os valores de temperatura medidos no interior e no exterior da secção, caracterizando duas evoluções de temperatura distintas. As temperaturas medidas no exterior apresentam valores superiores, uma vez que se encontram em contacto com os gases da combustão.

A temperatura crítica foi determinada para cada ensaio, com base nos critérios de deslocamento e taxa de deslocamento, [1]. A máxima diferença de temperatura determinada entre as secções S1, S2, S3 e a temperatura média do elemento é inferior a 3.2%, 5.1%, 6.3% e 11.2%, para cada série de ensaios respectiva (1-4).

REFERÊNCIAS

- [1] - CEN, EN 1363-1, "Fire resistance tests, part 1- General requirements"; English version, 1999.