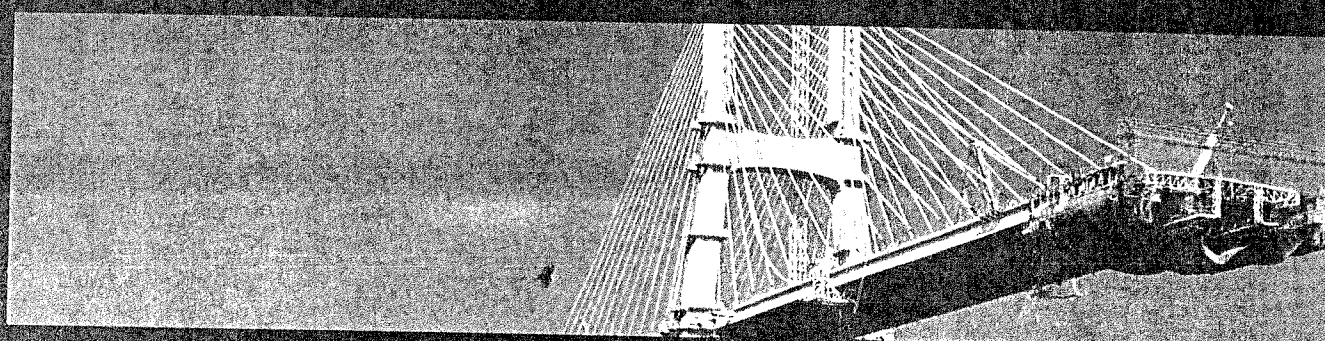


# CONSTRUÇÃO 2001

CONGRESSO NACIONAL DA CONSTRUÇÃO



**POR UMA CONSTRUÇÃO  
SUSTENTÁVEL NO SÉC. XXI**

**17 - 19 Dezembro 2001  
INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO  
LISBOA - PORTUGAL**

# **CONSTRUÇÃO 2001**

**Por uma Construção Sustentável**

## **ENCONTRO NACIONAL DA CONSTRUÇÃO**

**Volume I**

**Lisboa, IST**

**17 a 19 de Dezembro de 2001**

**Organizado por:**

IST - Instituto Superior Técnico

ANA, AECOPS, AICE, AICCOPN, ANEOP, ANIPC, ATIC, BRISA, EDP,  
INAG, IHERA, INH, INR, IEP, REFER, FEUP, FCTUC, LNEC, UM, UNL

**Editor:**

Comissão Executiva

Fernando Branco • Jorge de Brito • M. Glória Gomes

---

## **EXPOSIÇÃO TÉCNICA**

IMMOPI - Instituto dos Mercados de Obras Públicas e Particulares e do Imobiliário

PAVILECA - Pavimentos e Blocos, SA

STAP - Reparação, Consolidação e Modificação de Estruturas, SA

PAVICENTRO – Pré-fabricação, SA

SOTECNISOL - Sociedade Técnica de Isolamentos, SA

SOTECLIS - Sociedade Técnica de Isolamentos, Lda

CONTACTO - Construções, SA

GRID - Consultas, Estudos e Projectos de Engenharia, Lda

AFASSOCIADOS - Projectos de Engenharia, SA

CIMIANTO

SANTOS MOUTA PORTO - Sociedade Matérias Primas, Lda

J. UMBELINO SILVA MONTEIRO, SA - Fabricação de Telhas e Acessórios

SERTEB , SA

IMPERALUM - Sociedade Comercial de Revestimentos e Impermeabilizações, SA

AFLUXO - Comércio e Indústria de Equipamento Sanitário, SA

LECA PORTUGAL – Argilas Expandidas, SA

CIMPOR – Indústria de Cimentos, SA

TERMOLAN – Isolamentos Termoacústicos, SA

NOVAGRÉS – Indústria de Cerâmica, SA

MATESICA – Materiais Sintéticos para Construção, SA

## **SESSÕES SATÉLITE**

STAP - Reparação, Consolidação e Modificação de Estruturas, SA

ANODIL - Extrusão e Distribuição de Alumínio, SA

## Índice

Prefácio .....	V
Comissões .....	VI
Índice .....	IX
Lista de Autores .....	XVII

### VOLUME 1

#### TEMA 1 - Gestão da Construção

##### Comunicações

<i>Rio Office Park: Um exemplo de opção pela qualidade na construção</i> <b>Ivan R. ALMEIDA; Marcelo SÁ; A. C. MORAES JR.</b> .....	3
<i>Boas práticas ambientais em estaleiros de construção</i> <b>P. R. SILVA; M. I. GUERRA; A. P. RODRIGUES</b> .....	11
<i>Ponte Europa sobre o Rio Mondego - Implementação de um sistema de segurança no trabalho</i> <b>C. Santinho HORTA; R. M. V. SANTOS</b> .....	19
<i>Projetos para produção como instrumentos da melhoria da qualidade do processo de projeto de edificações</i> <b>C. C. NOVAES</b> .....	27
<i>Sustentação das marcas da qualidade</i> <b>Artur N. PIRES</b> .....	35
<i>Novas tendências na construção sustentável para o Século XXI</i> <b>E. L. QUALHARINI</b> .....	43
<i>Planos de qualidade com base na norma ISO 9001:2000</i> <b>F. L. RIBEIRO; M. T. CURADO</b> .....	51
<i>Teoria da decisão aplicada à gestão dos planos de segurança na construção</i> <b>A. SOEIRO; C. REIS</b> .....	59

<i>A noção de qualidade em edifícios</i> <b>Fernando M. A. HENRIQUES</b> .....	65
<i>A evolução da construção no sentido da sustentabilidade. Contribuição para uma estratégia nacional</i> <b>A. Reaes PINTO; M. Marques INÁCIO</b> .....	73
<i>Sistema de garantia da qualidade em obras públicas de edificações</i> <b>R. R. GUIDUGLI FILHO; P. R. P. ANDERY; Abdias M. GOMES</b> .....	81
<i>Coordenação de segurança e saúde no trabalho da construção - Algumas reflexões</i> <b>L. M. Alves DIAS</b> .....	89
<i>Proposta de metodologia para sistema de gestão da qualidade - SGQ, em órgão de execução de obras militares</i> <b>Donaldson R. SOARES; Rosa M. SPOSTO</b> .....	97
<i>Subsídios para o microplanejamento: A gestão do serviço de armação com base no conhecimento da produtividade da mão-de-obra</i> <b>L. O. C. de ARAÚJO; U. E. L. de SOUZA</b> .....	105
<i>A relação entre o cliente e a indústria da construção civil</i> <b>Adriana GARCIA; Fernando BRANCO</b> .....	113
<i>A organização das empresas prestadoras de serviço em função das exigências das construtoras</i> <b>A. C. LORDSLEEM JR.; M. M. S. B. BARROS</b> .....	121
<i>Um modelo para integração da indústria da construção civil</i> <b>J. F. M. MICALI; J. A. L. SIQUEIRA; J. C. ANDRÉ</b> .....	129
<i>Modelagem gerencial de sistemas de manutenção predial em edificações históricas</i> <b>Marcius H. P. da ROCHA; E. L. QUALHARINI</b> .....	137
<i>Directrizes para organização dos subempreiteiros no canteiro de obras</i> <b>S. M. B. SERRA; L. S. FRANCO</b> .....	145
<i>Considerações sobre métodos gerenciais e construtivos em obras de pequeno porte</i> <b>M. SANTIAGO; E. L. QUALHARINI</b> .....	153
<i>Estudo da rotatividade da mão-de-obra com base no modelo dos factores</i> <b>U. E. L. de SOUZA; L. O. C. de ARAÚJO</b> .....	161

<i>Inovação na gestão: Uma perspectiva situacional</i> <b>M. T. CURADO; F. L. RIBEIRO</b> .....	169
<i>Métodos de programação linear no planeamento das sub-empregadas</i> <b>J. Cardoso TEIXEIRA; J. Pedro COUTO</b> .....	175
<i>A gestão da qualidade como instrumento de gestão na construção - Contributo do ensino superior de engenharia civil</i> <b>L. F. L. TAVARES; A. O. CAMELO</b> .....	183
<i>Avaliação do desperdício de materiais nos canteiros de obras: componentes para o assentamento de alvenaria</i> <b>U. E. L. de SOUZA; A. C. de ANDRADE; J. C. PALIARI; V. AGOPYAN</b> .....	191
<i>Aplicação de métodos e técnicas de ensino em um treinamento para operários da construção civil</i> <b>Tatiana G. do AMARAL</b> .....	199
<i>Elaboração e aplicação de um programa de treinamento para trabalhadores da indústria da construção civil</i> <b>Tatiana G. do AMARAL</b> .....	207
<i>Medições e cadernos de encargos - Apresentação de uma metodologia e ferramenta para a sua elaboração</i> <b>Hipólito de SOUSA; J. Amorim FARIA; Susana MATOS</b> .....	215
<i>Factores de risco que afectam o desempenho financeiro da construção em Moçambique</i> <b>D. BALOI; A. PRICE; G. KULULANGA; A. SATAR</b> .....	223
<i>Gestão de risco num projecto de construção</i> <b>Teresa de LEMOS; David EATON; Martin BETTS; L. Tadeu de ALMEIDA</b> .....	231
<i>Análise comparativa das dinâmicas construtivas e do mercado imobiliário habitacional em Trás-os-Montes e Alto Douro</i> <b>A. PAIVA; L. RAMOS; E. P. RODRIGUES</b> .....	239
<i>Factores de risco e a sua análise em empreendimentos de parceria pública e privada</i> <b>F. L. RIBEIRO</b> .....	247
<i>O planeamento e controlo de custos durante a concepção de edifícios</i> <b>F. L. RIBEIRO</b> .....	255

XIV

*Modelo para a avaliação do desempenho estrutural e económico de pavimentos aligeirados realizados com elementos pré-fabricados - pré-esforçados*  
**R. S. CAMPOSINHOS; A. Serra NEVES** .....263

*Análise de custos de infraestruturização de terrenos destinados à construção de habitação*  
**J. C. LANZINHA** .....271

**TEMA 2 - Tecnologias de Informação**

Comunicações

*MATTEC - Sistema de apoio à decisão na reabilitação de construções*  
**José M. CATARINO; Victor C. SILVA; Pedro V. PAULO** .....281

*Criação de uma base de dados de produtos de construção. Estrutura e utilização*  
**Helena CORVACHO; Pedro PINHO; Miguel MONTEIRO; Sónia SILVA** .....289

*Intervenientes e fluxos de informação no processo construtivo*  
**J. Moreira da COSTA; Miguel GONÇALVES; Alberto LEMOS** .....297

*Sistemas baseados em conhecimento na engenharia civil*  
**F. FARINHA; E. Alves PORTELA** .....305

*Contribuição dos SIG na gestão e planeamento dos sistemas públicos de distribuição de água e de drenagem de águas residuais*  
**Carla Vaz PAULO; Pedro V. PAULO** .....313

*O E-Marketplace para a indústria da construção*  
**Pedro V. PAULO; F. A. BRANCO** .....321

*O portal para a construção: construlink.com*  
**Pedro V. PAULO; F. A. BRANCO; F. L. RIBEIRO; J. de BRITO** .....329

*Cooperação internacional entre centros virtuais de referência e informação em construção civil*  
**Marcus H. P. da ROCHA; E. L. QUALHARINI** .....337

*Avaliação do espaço urbano edificado com recurso a modelos formais e tecnologias de informação*  
**E. Natividade JESUS; J. Coutinho RODRIGUES** .....343

*Programa de cooperação acadêmica: Técnicas de visualização aplicadas à engenharia da construção*

**P. G. HENRIQUES; A. Z. SAMPAIO; N. FÉLIX** .....351

*Realidade virtual e o projecto de construção*

**P. G. HENRIQUES; A. Z. SAMPAIO; M. H. BRAZ** .....357

### **TEMA 3 - Inovação Tecnológica**

#### **Comunicações**

*Implementação de inovações tecnológicas em empresas construtoras: Como vencer esse desafio?*

**M. M. S. B. BARROS** .....367

*Identificação de fatores que interferem no processo de inovação tecnológica na construção civil brasileira*

**R. TOLEDO; A. E. JÜNGLES** .....375

*Como pode a redução do peso da construção contribuir para a redução do impacto ambiental?*

**P. MENDONÇA; L. BRAGANÇA** .....383

*Influência de temperaturas elevadas no desempenho de colagens com resinas epoxídicas*

**J. B. AGUIAR; T. J. PIMENTA** .....391

*Análise das propriedades e comportamento do concreto leve*

**M. I. BARRIENTOS; L. C. MORADO; F. R. V. TOZZINI; E. QUALHARINI** .....399

*Execução de revestimentos decorativos monocamada*

**R. M. CRESCENCIO; M. M. S. B. BARROS** .....407

*Construção de elementos estruturais em GRC*

**João FERREIRA; Fernando BRANCO** .....415

*Avaliação do desempenho estrutural de vigas de madeira reforçadas com FRP*

**J. FIORELLI; A. A. DIAS** .....423

*Revestimentos por pintura para edifícios antigos. Exigências funcionais e ensaios preliminares*

**Teresa GONÇALVES; Isabel EUSÉBIO** .....431



*A influência da interface no comportamento de pilares reforçados por encamisamento de betão armado*

**E. S. JÚLIO; F. BRANCO; V. D. SILVA** .....

*Ductilidade em compressão de betões reforçados com fibras de aço*

**Rui D. NEVES; João ALMEIDA** .....

*O uso de ultra-som na avaliação estrutural de peças de madeira*

**F. G. R. OLIVEIRA; J. A. O. CAMPOS; A. SALES** .....

*A formulação do betão auto-compactável reforçado com fibras de aço*

**L. A. P. de OLIVEIRA** .....

*Caracterização experimental do comportamento sísmico dum sistema inovador de estruturas reticuladas pré-moldadas em betão armado*

**J. F. ROMBA; J. M. PROENÇA; J. B. VIEGAS; A. T. VIEIRA** .....

*Um método para determinar a resistência à tracção do betão compactado com cilindros*

**A. Bettencourt RIBEIRO; S. Dessa AGUIAR; Armando CAMELO** .....

*Caracterização microestrutural de concretos de alto desempenho submetidos a tratamentos térmicos*

**E. TOLENTINO; F. S. LAMEIRAS; A. M. GOMES; C. A. R. SILVA;  
W. VASCONCELOS** .....

*Aplicação de cofragem de permeabilidade controlada (CPF) num flutador de lamas de 40 metros de perímetro*

**J. Sousa COUTINHO** .....

*Apresentação de uma gama de argamassas de construção produzidas em fábrica*

**Carlos M. DUARTE; José A. ALVAREZ** .....

*Adições minerais inertes em argamassas*

**Ademir S. GRIGOLI** .....

*Alvenaria racionalizada, por uma construção sustentável no Século XXI*

**M. I. BARRIENTOS; L. C. MORADO; F. R. V. TOZZINI; E. QUALHARINI** .....

*Análise do uso do solo estabilizado na fabricação de tijolos*

**M. I. BARRIENTOS; L. C. MORADO; F. R. V. TOZZINI; E. QUALHARINI** .....

*Resolução das limitações funcionais das construções em alvenaria de pedra tradicional*

**Ana Cristina de FREITAS; Jorge de BRITO** .....

<i>Novas tecnologias na aplicação de terra crua para a construção</i> <b>Patrícia LOURENÇO; Jorge de BRITO; Fernando BRANCO</b> .....	543
<i>Paredes duplas. Concepção e critérios de estanquidade</i> <b>Fernando M. A. HENRIQUES</b> .....	551
<i>Soluções de continuidade em tabuleiros de pontes construídas com vigas pré-fabricadas</i> <b>Eurico B. COSTA; A. Serra NEVES</b> .....	559
<i>Comparação do sistema 100% plástico com o sistema tradicional enquanto solução para as redes colectoras de esgoto sanitário no Brasil</i> <b>O. S. Rezende NETO; C. A. SAUTCHUK; U. E. L. SOUZA</b> .....	567

**VOLUME 2****TEMA 4 - Durabilidade e Desconstrução**

## Comunicações

<i>Fatores intervenientes na durabilidade dos revestimentos cerâmicos de fachada</i> <b>E. F. CAMPANTE; F. H. SABBATINI; J. O. A. PASCHOAL</b> .....	577
<i>Avaliação da durabilidade de uma passarela pênsil em madeira</i> § <b>J. A. O. CAMPOS; F. G. R. OLIVEIRA; A. SALES</b> .....	585
<i>Aspectos de manifestações patológicas em revestimentos com placas pêtreas no Brasil. Alguns estudos de caso</i> <b>E. P. FLAIN; E. B. FRAZÃO; M. H. B. de O. FRASCÁ</b> .....	593
<i>Influência da expansão do barro vermelho pela acção da humidade na degradação de alve-narias de tijolo vazado</i> <b>V. P. FREITAS; P. S. PINTO</b> .....	601
<i>Metodologia de cálculo da vida útil de rebocos exteriores</i> <b>Pedro GASPAS; Jorge de BRITO</b> .....	609
<i>Penetração de íons cloreto em concretos executados com areia muito fina (aspectos de dura-bilidade)</i> <b>Ademir S. GRIGOLI; Paulo HELENE; João G. DJANIKIAN</b> .....	617
<i>Durabilidade de elementos metálicos não estruturais na construção em zonas costeiras</i> <b>Sandra HORTA; Jorge de BRITO</b> .....	625

*Caracterização da ocorrência de patologias em edifícios de habitação em Trás-os-Montes Alto Douro*

**A. PAIVA; J. FAUSTINO; M. M. NASCIMENTO; J. VIEIRA** .....63

*Envelhecimento de produtos de poli(cloreto de vinilo) utilizados em aplicações exteriores, domínio da construção*

**L. Pimentel REAL; Jean-Luc GARDETTE**.....64

*Estruturas de betão sujeitas à acção do fogo. Quantificação da degradação pelo FBTEST*

**F. A. BRANCO; J. R. dos SANTOS** .....64

*Patologias correntes em coberturas planas em Portugal*

**J. Mendes da SILVA; Pedro A. GONÇALVES** .....65

*Degradação precoce de paredes de fachada com correcção exterior das pontes térmicas. Caso de estudo*

**J. Mendes da SILVA; Vitor ABRANTES; Romeu S. VICENTE** .....66

*Durabilidade de betões com agregados leves*

**M. VIEIRA; A. GONÇALVES** .....67

*Modelação do comportamento de edifícios em serviço*

**R. Calejo RODRIGUES** .....68

*Método para classificação de danos e avaliação de estruturas de concreto*

**E. K. CASTRO; J. C. T. S. CLÍMACO; A. A. NEPOMUCENO**.....68

*Carpintarias: Agindo antes da bio-degradação*

**C. D. M. TELES; A. do VALLE** .....69

*Programas de reabilitação de conjuntos habitacionais - Células I e II das casas de rendas económicas do Bairro de Alvalade*

**Teresa V. HEITOR; Alexandra N. ALEGRE** .....70

*Utilização de pilhas de homogeneização para controle de agregados miúdos de resíduos de construção e demolição reciclados*

**S. C. ÂNGULO; L. F. R. MIRANDA; S. M. S. SELMO; V. M. JOHN**.....71

*Divisórias de escritórios: Aspectos de desconstrução e reconstrução*

**C. C. BUCICH; D.M. FRANCO** .....72

*Procedimentos para manutenção e reparo de revestimentos cerâmicos de fachada*

**E. F. CAMPANTE; F. H. SABBATINI; J. O. A. PASCHOAL** .....72

<i>Manutenção em edifícios correntes. Estado actual do conhecimento</i> <b>Inês FLORES; Jorge de BRITO</b> .....	737
<i>Análise e inspecção através de ensaios ultrasonográficos de estrutura de betão sinistrada pelo fogo</i> <b>H. Albertini NETO; A. M. GOMES</b> .....	745
<i>Metodologias de diagnóstico e intervenção na reabilitação de edifícios</i> <b>J. C. LANZINHA; V. P. FREITAS; J. Castro GOMES</b> .....	753
<i>Considerações sobre manutenção e reabilitação predial frente às questões de auto-sustentabilidade</i> <b>Vania DUCAP; André ORIOLLI; Eduardo QUALHARINI</b> .....	761
<i>Argamassas modificadas com polímeros</i> <b>Sofia S. RIBEIRO; Fernando BRANCO; Arlindo GONÇALVES</b> .....	767
<i>O elemento "fachada" em projectos de reconversão / requalificação</i> <b>Henrique R. da SILVA; Teresa HEITOR</b> .....	775
<i>Anomalias em fachadas devidas a deformações dos elementos estruturais</i> <b>Álvaro ARAÚJO; M. Guedes ALMEIDA</b> .....	783
<i>Acções higrotérmicas em fachadas</i> <b>Álvaro ARAÚJO; M. Guedes ALMEIDA</b> .....	791
<i>Algumas causas de patologias em fachadas. Caso de estudo</i> <b>Luis BRAGANÇA; Manuela ALMEIDA; Ricardo MATEUS; Sara LOPES</b> .....	799
<i>Projecto, construção e observação de uma estrutura de contenção ancorada</i> <b>A. T. CARVALHO; V. PIMENTEL; C. S. PEREIRA</b> .....	807
<i>A hidrofugação como protecção da pedra. Aspectos relacionados com a eficácia e sua avaliação</i> <b>A. P. Ferreira PINTO; J. Delgado RODRIGUES</b> .....	815
<i>Influência da largura de colagem na resistência ao corte de ligações aço-betão</i> <b>F. J. G. BRANCO; J. A. NOGUEIRA; A. J. B. TADEU</b> .....	823
<i>Pisos industriais de concreto sujeitos a ambientes ácidos e sulfatados (patologia e dimensionamento)</i> <b>Ademir S. GRIGOLI; João G. DJANIKIAN</b> .....	831

*Edifícios altos, patologia e recuperação de grandes recalques diferenciais*

**Ademir S. GRIGOLI** .....

*Ferramentas de apoio à inspeção de carpintarias civis*

**C. D. M. TELES; A. do VALLE** .....

*Metodologia de inspeção de carpintarias: Uma revisão bibliográfica*

**C. D. M. TELES; A. do VALLE** .....

*Custos e benefícios da demolição selectiva*

**Luís FREIRE; Jorge de BRITO** .....

*Reciclagem e reutilização de subprodutos da demolição pelo uso controlado de explosivos*

**Raul GOMES; Jorge de BRITO** .....

*Viabilidade económica da reciclagem de agregados de betão demolido para fabrico de betão*

**A. P. GONÇALVES; Jorge de BRITO** .....

*Penetração de íons Cl<sup>-</sup> em concretos com agregados convencionais e agregados reciclados*

**Salomon LEVY; Paulo HELENE** .....

*Utilização de inertes cerâmicos reciclados em argamassas e betões*

**A. Sofia PEREIRA; Jorge de BRITO** .....

*Resistência à compressão de betões produzidos com agregados grossos reciclados de betão*

**A. P. GONÇALVES; Jorge de BRITO; J. R. dos SANTOS; F. A. BRANCO**.....

*A problemática da gestão de resíduos da construção em Portugal numa perspectiva Europeia*

**J. Mendes da SILVA; Lilibeth SALINAS** .....

*Contrapiso com entulho de obra: Estudo da viabilidade técnica*

**Mercia BARROS; Rogério TURMINA** .....

*A reciclagem de resíduos na construção civil e seus impactos sobre a saúde humana*

**S. E. ZORDAN** .....

## TEMA 5 - Conforto de Utilização

## Comunicações

- Avaliação pós ocupação das condições de conforto ambiental na vila tecnológica de Ribeirão Preto*  
**A. BASSO**.....937
- O "layering" como estratégia para o aumento da vida útil funcional das construções*  
**Pedro GASPAR** .....945
- Evolução das exigências funcionais da habitação. Um ensaio de aplicação ao parque das Avenidas Novas*  
**Sílvia NEREU; Teresa HEITOR; A. Canha da PIEDADE**.....953
- As novas exigências funcionais e as construções militares*  
**Carlos J. S. PEREIRA; Madalena C. MATOS** .....961
- A organização espacial e o uso da habitação colectiva: A experiência Brasileira e Portuguesa*  
**Tânia Beisl RAMOS; Teresa HEITOR**.....969
- Tendências recentes nas exigências funcionais dos estabelecimentos hospitalares - O bloco operatório*  
**P. R. SILVA; M. C. MATOS**.....977
- O potencial de arrefecimento por radiação nocturna em Lisboa*  
**Daniel AELENEI; A. Canha da PIEDADE; A. RODRIGUES** .....985
- Estratégias de controlo de quebra-sóis móveis em átrios*  
**F. ALMEIDA** .....993
- Conservação energética em edifícios de habitação e o nível de conforto ambiental*  
**Miguel P. AMADO** .....1001
- Exigências de conforto e sustentabilidade na construção em Angola*  
**Filomena CARVALHO; A. Canha da PIEDADE** .....1009
- Blocos cerâmicos aditivados: Estudo da melhoria do desempenho térmico*  
**Cláudio CRUZ; J. Carvalho LUCAS; A. Canha da PIEDADE** .....1017
- Conforto térmico e design passivo em edifícios de escritórios: Um estudo em Lisboa*  
**M. Correia GUEDES** .....1025

*Exigências de comportamento térmico de edifícios: Critérios para o estabelecimento de valores de etiqueta Ni e Nv*

**J. Carlos CRUZ; A. Canha da PIEDADE** ..... 10

*Estudo de novas soluções de isolamento térmico de coberturas*

**L. MATIAS; R. LIMA; C. SANTOS** ..... 10

*Impacto da certificação energética na certificação de edifícios*

**A. Canha da PIEDADE; A. Neves e SOUSA; A. RODRIGUES** ..... 10

*Reabilitação energética (térmica) de edifícios em áreas urbanas consolidadas: Critérios de intervenção em casos específicos*

**J. SANTARITA; A. Canha da PIEDADE** ..... 10

*Ventilação natural em edifícios escolares induzida por colectores solares a ar*

**A. Moret RODRIGUES; A. Canha da PIEDADE; A. Neves e SOUSA** ..... 10

*Caracterização térmica de espaços de ar verticais ventilados em paredes de edifícios*

**A. Moret RODRIGUES; Laura AELENEI; A. Canha da PIEDADE**..... 10

*Avaliação energética de um sistema híbrido radiante-convectivo a dois-tubos, ventiladoconvectivo e paredes radiantes*

**L. RORIZ; R. DUARTE; M. GAMBOA** ..... 10

*Metodologia para escolher soluções construtivas termicamente eficientes*

**M. Guedes ALMEIDA; L. BRAGANÇA; S. Monteiro SILVA** ..... 10

*Um método expedito de previsão do consumo de energia para o condicionamento térmico de ambientes*

**Maurício RORIZ**..... 10

*Condições efectivas de ventilação em edifícios de habitação. Diagnóstico ao nível do projecto*

**M. Helena CORVACHO; A. Rui FINTEIRO** ..... 11

*Deficiências de ventilação na origem de manifestação de humidades em edifícios: Um caso de estudo*

**A. Canha da PIEDADE; A. Moret RODRIGUES** ..... 11

*Caracterização de barreiras pára-vapor e sua aplicação*

**P. S. PINTO; V. P. FREITAS** ..... 11

<i>Determinação de condensações internas em paredes curvas, submetidas a transferências de calor e de vapor de água em regime permanente</i> N. SIMÕES; A. TADEU; F. J. BRANCO .....	1129
<i>Determinação de condensações internas em elementos bidimensionais via bem, usando o Método de Glaser</i> A. TADEU; N. SIMÕES; F. J. BRANCO .....	1137
<i>Modelação da variação da humidade relativa no interior dos edifícios</i> Nuno M. M. RAMOS; Vasco P. de FREITAS .....	1145
<i>Humidades de condensação em edifícios: Um caso de estudo</i> A. Moret RODRIGUES; A. Neves e SOUSA; M. Glória GOMES .....	1153
<i>Pontes térmicas em edifícios: Um caso de estudo por simulação numérica</i> A. Neves e SOUSA; A. Moret RODRIGUES; A. Canha da PIEDADE .....	1161
<i>Programação orientada por objectos aplicada à avaliação do comportamento acústico de edifícios</i> S. ALMEIDA; A. OSÓRIO; J. FAUSTINO; P. MELO-PINTO; A. PAIVA .....	1169
<i>Cálculo e medição de tempos de reverberação no interior de um compartimento rectangular</i> Julieta ANTÓNIO; Luís GODINHO; António TADEU .....	1177
<i>Comportamento de barreiras acústicas em espaços semi-confinados*</i> Luís GODINHO; Julieta ANTÓNIO; António TADEU .....	1185
<i>Absorção sonora em painéis ranhurados - Abordagem experimental</i> Diogo MATEUS; Julieta ANTÓNIO; António TADEU .....	1193
<i>Cálculo do isolamento sonoro entre túneis pelo método dos elementos de fronteira</i> Paulo SANTOS; António TADEU .....	1201
<i>Importância da rigidez de um elemento circular cilíndrico na propagação do som</i> Andreia PEREIRA; António TADEU .....	1209



## INFLUÊNCIA DE TEMPERATURAS ELEVADAS NO DESEMPENHO DE COLAGENS COM RESINAS EPOXÍDICAS



**J. B. AGUIAR**  
Prof. Eng.º Civil  
UM  
Guimarães



**T. J. PIMENTA**  
Eng.ª Civil  
EngiPortugal  
Maia

### SUMÁRIO

A resistência térmica das resinas epoxídicas é baixa, tal como acontece com a generalidade dos polímeros. Ensaíram-se colagens argamassa hidráulica/argamassa hidráulica e argamassa hidráulica/chapa de aço. Após a colagem expuseram-se os provetes a temperaturas entre 20 e 200 °C. A aderência foi determinada através de ensaios de flexão. Os resultados mostram que a partir de 100 °C há redução da aderência.

### 1. INTRODUÇÃO

Os polímeros podem utilizar-se em trabalhos de reparação e em colagens de variados materiais. Para estes trabalhos, os polímeros que mais se utilizam são as resinas epoxídicas. Este tipo de resinas são também as que se utilizam há mais tempo em trabalhos de construção civil. Apresentam muitas vantagens relativamente a outros polímeros [1]. Uma das vantagens é a sua elevada aderência a variados materiais, como argamassas e betões [2, 3], cerâmicos, vidro, metais e madeira [4]. No entanto, apresentam algumas propriedades negativas, por exemplo o comportamento térmico [5].

As resinas epoxídicas são polímeros termoendurecíveis, ou seja depois de polimerizadas ou curadas não podem ser amolecidas e alterar a sua forma. Comparando com outros materiais de construção, as resinas epoxídicas têm um elevado coeficiente de dilatação térmica [4]. Esta diferença causa tensões na interface quando há variações de temperatura. A resistência térmica

das resinas epoxídicas é baixa. A diminuição da aderência quando se submetem as resinas epoxídicas a temperaturas elevadas é bem conhecida. Por esse motivo, normalmente fixa-se um limite baixo (cerca dos 50 °C) para a sua utilização em reparações e colagens [6].

No nosso estudo utilizámos dois tipos de resinas epoxídicas para efectuar colagens argamassa endurecida/argamassa endurecida, argamassa endurecida/argamassa fresca e argamassa endurecida/chapa de aço. Sete dias após as colagens expuseram-se os provetes a temperaturas entre 20 e 200 °C. Após esta exposição que durou sete dias, os provetes foram ensaiados à flexão. Os resultados dos ensaios mostram a influência das temperaturas elevadas na aderência de resinas epoxídicas aos materiais utilizados neste trabalho.

## 2. ENSAIOS

### 2.1 Preparação dos provetes

Utilizaram-se provetes de argamassa prismáticos com 4x4x16 cm<sup>3</sup>, fabricados de acordo com [7]. Utilizou-se cimento do tipo I, classe 42,5, com o qual se preparou uma argamassa normal. O seu traço, em massa, foi 1:3:0.5 e utilizou-se areia normal. A mistura e a compactação efectuaram-se igualmente de acordo com a norma [7].

Os provetes permaneceram nos moldes 24 horas. Depois da desmoldagem conservaram-se dentro de água a 20 °C, até ao dia dos ensaios. Para as colagens argamassa endurecida/argamassa endurecida e argamassa endurecida/argamassa fresca utilizaram-se as metades dos provetes que resultaram dos ensaios de flexão três pontos (Fig.1), efectuados 28 dias após o fabrico da argamassa. A cola aplicou-se nas superfícies de rotura da argamassa. Estas superfícies são boas para colar porque têm elevada rugosidade. Para as colagens argamassa endurecida/chapa de aço utilizámos provetes inteiros.

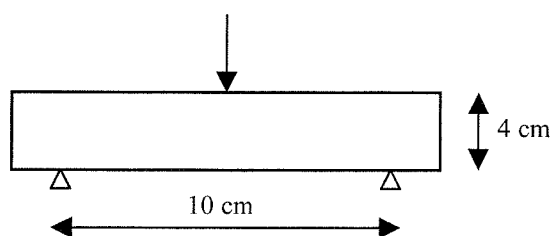


Figura 1: Ensaio de flexão três pontos.

### 2.2 Realização das colagens

As duas resinas epoxídicas utilizadas possuem as propriedades mecânicas referidas na Tabela 1. Ambas são fornecidas em dois componentes, um designado por resina ou base e o outro designado por endurecedor. As proporções dos componentes na mistura, indicadas pelos fabricantes, foram rigorosamente respeitadas. Para a Resina 1 as proporções, em massa, são de 44 partes de base para 6 partes de endurecedor. Quanto à Resina 2 as proporções, também em

massa, são de 47,15 partes de base para 2,85 partes de endurecedor. Procedeu-se à mistura com uma espátula até se obter uma cor homogénea.

Tabela 1 - Propriedades mecânicas das resinas epoxídicas.

Identificação	Resistência à compressão (MPa)	Resistência à flexão (MPa)
Resina 1	90	45
Resina 2	100	90

Tal como já referimos, efectuámos três tipos de colagens: argamassa endurecida/argamassa endurecida (Fig. 2), argamassa endurecida/argamassa fresca (Fig. 3) e argamassa endurecida/chapa de aço (Fig. 4). Foram utilizadas chapas de aço com 1,5 mm de espessura. Para se obterem boas colagens é necessário prestar especial atenção à preparação das superfícies. No nosso caso, não foi necessário efectuar qualquer preparação especial nos dois primeiros tipos de colagem. Como as superfícies a colar se apresentavam rugosas apenas foi necessário retirar partículas soltas e pó. Para o efeito varremos as superfícies com um jacto de ar comprimido.

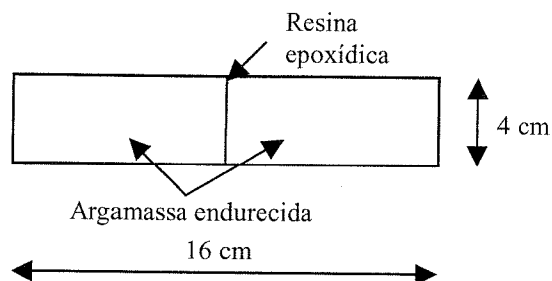


Figura 2: Provete argamassa endurecida/argamassa endurecida.

A preparação de superfícies para as colagens argamassa endurecida/chapa de aço foi mais difícil. A superfície da argamassa de cimento foi esfregada com uma escova de aço para eliminar a leitada de cimento e abrir os poros em contacto com o exterior. Em seguida, retirámos o pó e as partículas soltas com um jacto de ar comprimido. A superfície de aço foi limpa com um pano embebido em álcool para eliminar gorduras, sujidades e produtos de oxidação. O álcool foi suficiente para obter uma superfície bem preparada para a colagem.

Depois da preparação das superfícies, colocámos resina epoxídica nas superfícies a colar. A resina epoxídica foi colocada com o cuidado necessário para obter uma boa molhagem. Para facilitar a aplicação do adesivo, colocaram-se as superfícies de colagem na horizontal. A cola foi aplicada nos dois materiais a unir, excepto nas colagens argamassa endurecida/argamassa fresca. Depois do tempo de espera recomendado pelo fabricante procedeu-se à colagem dos dois materiais. Para obter uma boa penetração da resina epoxídica nos poros, colocámos por cima um peso de cerca de 1 Kg.

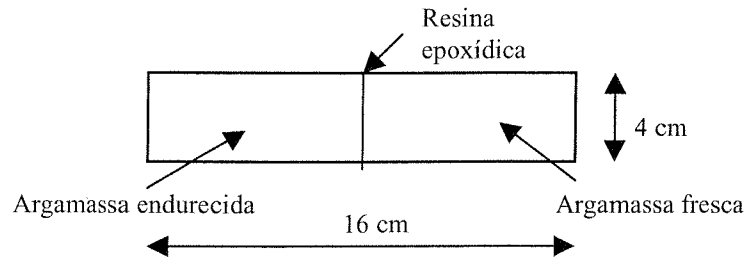


Figura 3: Provete argamassa endurecida/argamassa fresca.

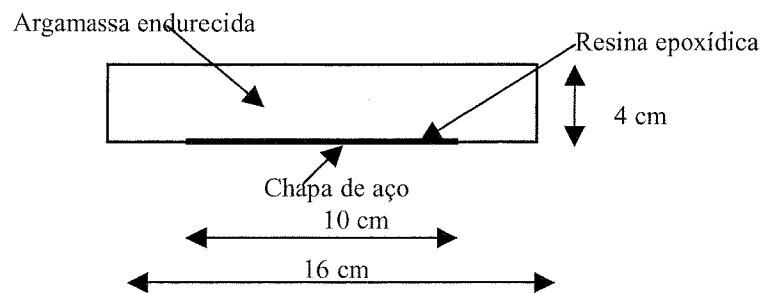


Figura 4: Provete argamassa endurecida/chapa de aço.

Nas colagens argamassa endurecida/argamassa fresca, após a aplicação da resina epoxídica, colocámos a metade de provete de argamassa endurecida no molde. A argamassa fresca foi confeccionada de acordo com [7] e colocada no molde com cuidado para não afectar a camada de cola. A argamassa fresca foi colocada no molde antes da cola epoxídica endurecer. De seguida compactámos tal como é referido em [7].

Os provetes colados conservaram-se no laboratório fora de água, durante sete dias. De seguida foram submetidos a diferentes temperaturas ambiente: 20, 50, 100, 150 ou 200 °C. Cada provete foi colocado dentro de uma estufa, onde uma das temperaturas acima indicadas foi mantida constante durante sete dias. Pelo menos três provetes de cada tipo de colagem e de cada resina epoxídica foram submetidos a uma dada temperatura. No final efectuámos os ensaios de flexão à temperatura de 20 °C.

### 3. RESULTADOS

Em primeiro lugar vamos apresentar os resultados dos ensaios de flexão efectuados com os provetes de argamassa antes de colados (Tabela 2). As resistências à flexão mencionadas na Tabela 2 correspondem à média de 15 resultados.

Para a análise da aderência é importante registar, para além da carga de rotura dos provetes, o tipo de rotura. Os resultados dos ensaios apresentam-se nas figuras 5 a 7. A tensão de aderência para cada temperatura é a média das resistências à flexão de três provetes. Nas figuras 5 a 7 representa-se o limite entre roturas na argamassa e roturas adesivas calculado, para cada

colagem, como sendo a média das três roturas pela argamassa com menores tensões de rotura, para provetes submetidos a 100 °C. As roturas dos provetes reforçados com chapa de aço ocorreram na sua maioria da forma que se pode observar na figura 8.

Tabela 2: Resistência à flexão da argamassa antes das colagens.

Destino do provete	Resistência à flexão (MPa)	Coefficiente de variação (%)
Argamassa endurecida/argamassa endurecida - Resina 1	5.67	4.90
Argamassa endurecida/argamassa endurecida - Resina 2	6.48	3.54
Argamassa endurecida/argamassa fresca - Resina 1	6.17	6.49
Argamassa endurecida/argamassa fresca - Resina 2	6.17	6.08

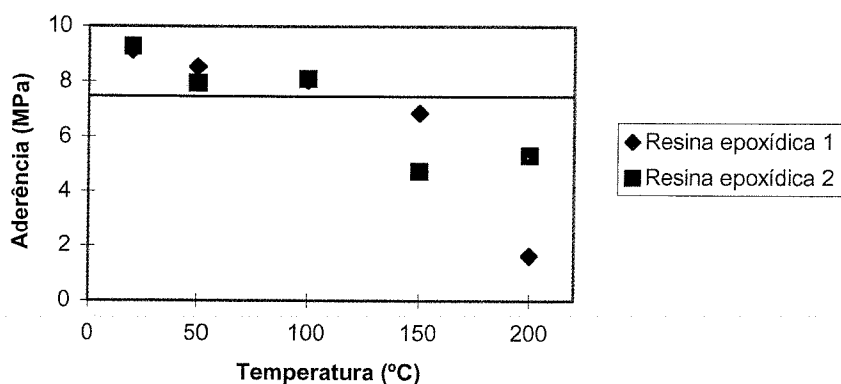


Figura 5: Variação da aderência com a temperatura em colagens argamassa endurecida/argamassa endurecida.

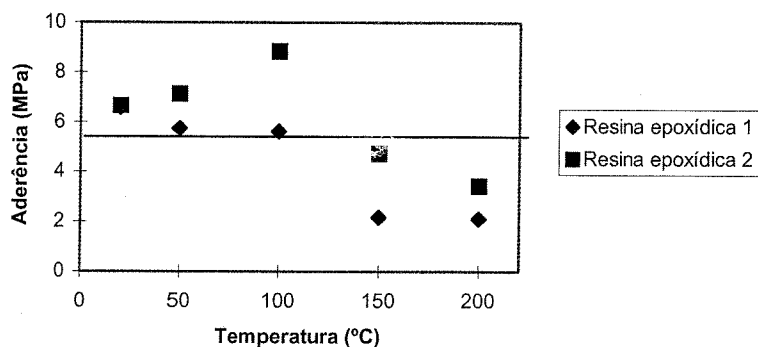


Figura 6: Variação da aderência com a temperatura em colagens argamassa endurecida/argamassa fresca.

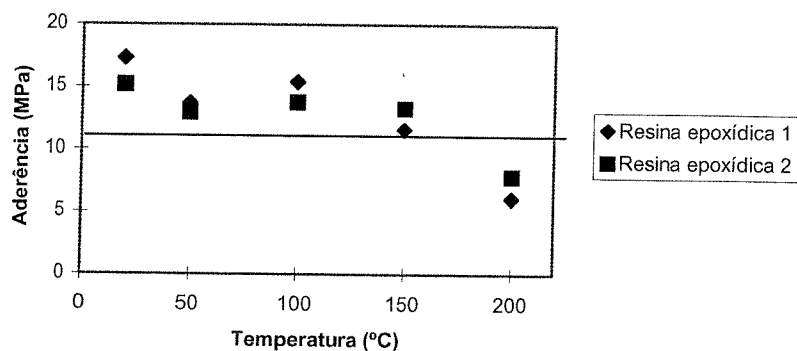


Figura 7: Variação da aderência com a temperatura em colagens argamassa endurecida/chapa de aço.

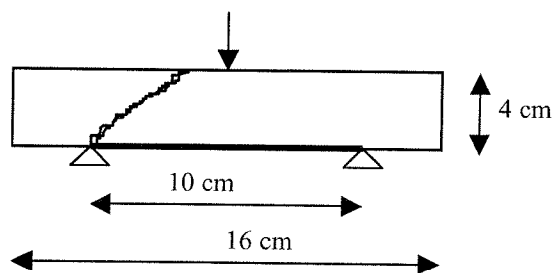


Figura 8: Ruptura na argamassa de um provete argamassa endurecida/chapa de aço.

#### 4. CONCLUSÕES

As resistências térmicas das colagens com resinas epoxídicas, definidas como as temperaturas mais elevadas que elas suportam mantendo a ruptura na argamassa, variam entre 100 e 150 °C. As resistências térmicas dependem dos materiais colados. Os resultados mostraram que as resistências térmicas das colagens argamassa endurecida/chapa de aço são superiores às das restantes colagens. As duas resinas epoxídicas apresentaram resistência térmica muito semelhante para cada tipo de colagem..

Os valores de resistência térmica obtidos não são muito elevados. A resistência ao fogo das colagens com resinas epoxídicas não será, igualmente muito elevada. Devem utilizar-se sistemas de protecção quando se aplicam estas colas em locais com elevadas temperaturas ou em construções com risco elevado de incêndio.

#### 5. REFERÊNCIAS

- [1] Mendis, P. - *Commercial applications and property requirements for epoxies in*

- construction*. Repair and rehabilitation of concrete structures, ACI Seminar Course Manual 16, 1987, pp. 241-247.
- [2] Aguiar, J. B. - *Adhesion between repair mortars and concrete*. 4th International Conference on Inspection, Appraisal, Repairs & Maintenance of Buildings & Structures, CI-Premier, Hong-Kong, 28-30 March, 1995, pp. 1-5.
- [3] Aguiar, J. B. - *Essais d'adhérence des époxydes au béton hydraulique*. Materials and Structures, 26, RILEM, 1993, pp. 90-97.
- [4] American Concrete Institute - *Use of epoxy compounds with concrete*. Committee 503, 1990.
- [5] Kinloch A. J. - *Durability of structural adhesives*. Applied Science Publishers, London, 1983.
- [6] Laboratoire Central des Ponts et Chaussées - *Choix et application des produits de réparation et de protection des ouvrages en béton*. Guide technique, Paris, 1996.
- [7] CEN, European Committee for Standardisation - *EN 196-1, Methods of testing cement; Determination of strength*. 1987.