



LABORATÓRIO NACIONAL  
DE ENGENHARIA CIVIL



cnme  
2016

# 10º Congresso Nacional de Mecânica Experimental

Lisboa • LNEC • 12 a 14 de outubro de 2016

**LIVRO DE RESUMOS**

**EDITORES**

Carlos Pina, Jorge Gomes, Lara Pereira, Jorge Patrício, Mariana Carvalho,  
Paulo Morais, Simona Fontul, Teresa Gonçalves, Teresa Reis

### Aviso Legal

A qualidade científica e os conteúdos das comunicações são da inteira responsabilidade dos respetivos autores. O editor não aceita qualquer responsabilidade pela informação contida nas comunicações inseridas na presente publicação.

Nos termos legais em vigor, é expressamente proibida a reprodução total ou parcial desta publicação, no seu todo ou em parte, não podendo ser reproduzida ou transmitida por qualquer forma ou processo eletrónico, mecânico ou outros, incluindo cópia, sem autorização expressa do editor.

Copyright © LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL, I. P.  
Divisão de Divulgação Científica e Técnica  
AV DO BRASIL 101 • 1700-066 LISBOA  
e-e: [livraria@lnec.pt](mailto:livraria@lnec.pt)  
[www.lnec.pt](http://www.lnec.pt)

Editor: LNEC

Coleção: Reuniões Nacionais e Internacionais

Série: RNI 97

1ª edição: 2016

Tiragem: 120 exemplares

Descritores: Análise experimental de tensões / Mecânica aplicada / Congresso / PT  
Descriptors: Experimental stress analysis / Applied mechanics / Congress / PT

CDU 539.3/.4(063)(469)  
ISBN 978-972-49-2287-4

PREF

A me  
para  
de n  
deser  
carac  
tem  
verif  
o co  
Expe  
fóru  
área  
apli  
div  
Est  
de  
e  
re  
Es  
A  
C

## PREFÁCIO

A mecânica experimental tem-se assumido ao longo dos anos como uma área decisiva para o desenvolvimento científico e tecnológico, em particular, para o projeto e construção de novos produtos, componentes e estruturas, tendo-se assistido a um importante desenvolvimento e aperfeiçoamento de técnicas e procedimentos experimentais para caracterização dos materiais e do comportamento de estruturas. A análise experimental tem vindo, também, crescentemente a ser aplicada como uma base física para a verificação e validação de modelos numéricos e analíticos que visam simular e prever o comportamento de materiais e estruturas. O 10º Congresso Nacional de Mecânica Experimental – CNME2016 – surge, à semelhança dos encontros anteriores, como um fórum privilegiado de divulgação e discussão dos mais recentes avanços e tendências na área da Análise Experimental de Tensões e da Mecânica Experimental no domínio das aplicações a problemas de Engenharia, mas também na investigação fundamental nos diversos ramos da Ciência, nomeadamente na biologia, materiais, medicina, entre outros. Este ciclo de conferências teve início em 1986, com a realização do 1º Encontro Nacional de Análise Experimental de Tensões no LNEC, tendo-se seguido mais 8 encontros nacionais e 2 internacionais (10<sup>th</sup> e 15<sup>th</sup> International Conference on Experimental Mechanics) realizados em Portugal.

Este evento comemora os 30 anos deste ciclo de conferências sempre sob a égide da Associação Portuguesa de Análise Experimental de Tensões (APAET). Nesta edição do CNME2016 foram abordados os seguintes temas:

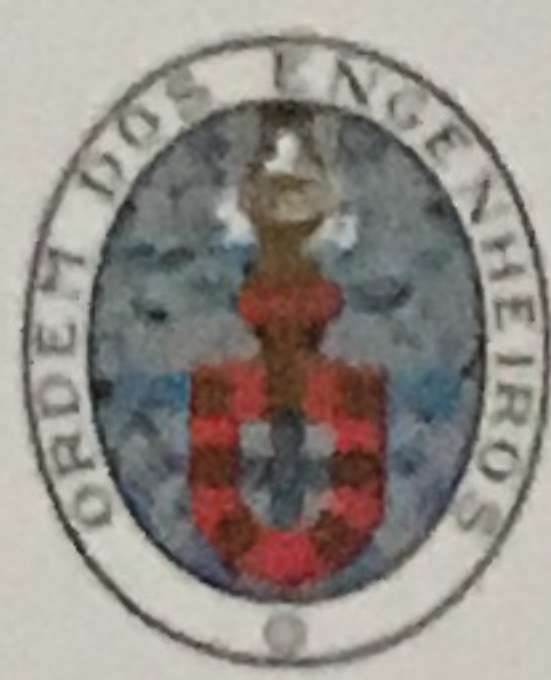
- Análise experimental e numérica em infraestruturas de transportes
- Desafios e Oportunidades na Experimentação em Hidráulica e Ambiente
- Experimentação em Termofluidos
- Métodos Experimentais em Dinâmica de Estruturas e Engenharia Sísmica
- Acústica e Vibrações
- Biomecânica e Biomateriais
- Caracterização de Materiais
- Comportamento de Estruturas
- Dinâmica de Estruturas
- Geotécnica e Geologia
- Mecânica de Fluidos
- Métodos Computacionais e Simulação Numérica
- Monitorização Estrutural
- Nanotecnologia
- Tribologia

Neste suporte digital estão incluídos os artigos que, após terem sido sujeitos a um processo de revisão, foram aprovados pela Comissão Científica para apresentação no CNME2016.

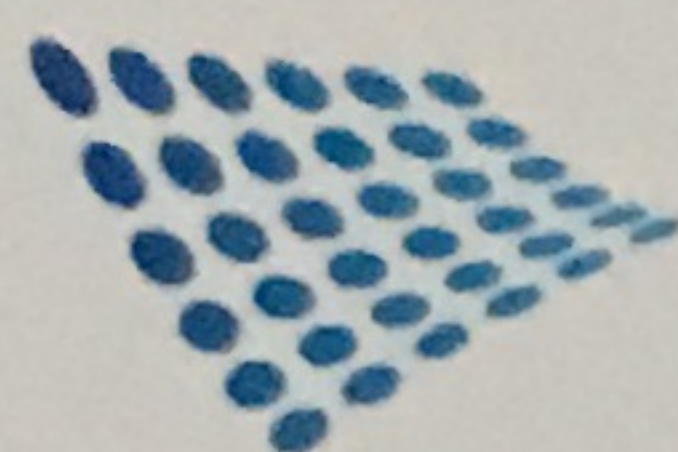
Uma palavra final de agradecimento a todos os que permitiram a realização do congresso, com votos de um seminário proveitoso para a comunidade técnica e científica.

## COMISSÃO CIENTÍFICA

- A. Torres Marques (FEUP)  
Abílio de Jesus (FEUP)  
Aldina Santiago (FCTUC)  
Alexandre Costa (ISEP)  
Alfredo Campos Costa (LNEC)  
Álvaro Cunha (FEUP)  
Álvaro Ribeiro (LNEC)  
António Arêde (FEUP)  
António Batista (LNEC)  
António Bettencourt (LNEC)  
António Gomes Correia (UM)  
Carlos Chastre Rodrigues (UNL)  
Cristina Costa (IPTomar)  
Cristina Oliveira (IPSetúbal)  
Daniel Cardoso Vaz (UNL)  
Eduardo Fortunato (LNEC)  
Elsa Caetano (FEUP)  
Elsa Pereira (LNEC)  
Elza Fonseca (IPB)  
Francisco Taveira Pinto (FEUP)  
Graça Vasconcelos (UM)  
Humberto Varum (FEUP)  
J.C. Reis Campos (FMDUP)  
João Estêvão (UALg)  
João G. Ferreira (IST)  
João Lanzinha (UBI)  
João Palma (LNEC)  
João Viegas (LNEC)  
Joaquim Barros (UM)  
Joaquim Infante Barbosa (ISEL)  
Joaquim Silva Gomes (FEUP)
- Jorge de Brito (IST)  
Jorge Saldanha Matos (IST)  
José Falcão de Melo (LNEC)  
José M. Cirne (FCTUC)  
José Muralha (LNEC)  
Julieta António (FCTUC)  
Júlio Montalvão (IST)  
Laura Caldeira (LNEC)  
Luís Simões da Silva (FCTUC)  
Maria Rosário Veiga (LNEC)  
Mário Santos (LNEG)  
Mário Vaz (FEUP)  
Marques da Silva (LNEC)  
Miguel Matos Neves (IST)  
Nuno Nunes (IPSetúbal)  
Óscar Ferreira (UALg)  
Paulo Bártolo (IPL)  
Paulo Fernandes (IST)  
Paulo Flores (UM)  
Paulo Lourenço (UM)  
Paulo Mendes (ISEL)  
Paulo Piloto (IPB)  
Paulo Tavares de Castro (FEUP)  
Paulo Vila Real (UA)  
Pedro Delgado (IPVianaCastelo)  
Rogério Mota (LNEC)  
Rui Calçada (FEUP)  
Rui Viegas (LNEC)  
Teresa Freitas (IST)  
Victor Neto (UA)



ORDEM  
DOS ENGENHEIROS  
REGIÃO SUL



instrutech**SOLUTIONS**  
your reference partner



**MRA**  
GRUPO ÁLAVA



25 ANOS  
1990-2015

**eurolab**  
Portugal

ISBN 978-972-49-2287-4



9 789724 922874

AV DO BRASIL 101 • 1700-066 LISBOA • PORTUGAL  
tel. (+351) 21 844 30 00 • fax (+351) 21 844 30 11  
lnec@lnec.pt [www.lnec.pt](http://www.lnec.pt)

# INFLUÊNCIA DA VELOCIDADE DE AVANÇO NA CORROSÃO DA LIGA DE ALUMÍNIO AA6082-T6 SOLDADA POR FRICÇÃO LINEAR

*TN Toniato*  
*Instituto Federal do Espírito Santo*

*JE Ribeiro*  
*LAETA, INEGI, Instituto Politécnico de Bragança*

*ACF Silva*  
*INEGI, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto*

*PMGP Moreira*  
*INEGI, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto*



## RESUMO

O presente trabalho apresenta o estudo do comportamento do fenómeno de corrosão em amostras soldadas pelo processo Fricção Linear, onde a velocidade de rotação foi mantida constante, tendo-se variado a velocidade de avanço. Um dos principais objetivos deste trabalho foi o estudo da corrosão neste tipo de ligações soldadas, para isso realizaram-se dois ensaios de corrosão em meios diferentes: água do mar e solução de ácido sulfúrico. A taxa de corrosão foi medida a partir da perda de massa de provetes soldados que foram mergulhados nas duas soluções. A perda de massa foi mais significativa nos provetes que estavam mergulhados na solução de ácido sulfúrico do que na água do mar. Os resultados obtidos permitiram verificar que com o aumento da velocidade de avanço ocorreu um aumento da taxa de corrosão e de dureza no cordão de soldadura.

Palavras-chave: Corrosão / Ligas de alumínio / Soldadura / Fricção Linear

## 1. INTRODUÇÃO

Os métodos mais comuns de soldadura utilizam uma fonte de calor para promover a ligação entre os materiais, porém esse calor gera mudanças na microestrutura do metal base, alterando assim suas propriedades mecânicas. Uma das principais vantagens das ligas de Alumínio é a sua resistência à corrosão, porém essa resistência depende do meio envolvente (Vereecken, 1994) e de possíveis alterações microestruturais decorrentes do processo de soldadura (Rao, 2004). No entanto, tratamentos térmicos pós-soldadura com exposições de tempo e temperatura similares aos submetidos durante a soldadura podem representar métodos eficazes para homogeneizar a microestrutura sensibilizada e aumentar a resistência à corrosão.

## 2. DESCRIÇÃO

O ensaio experimental realizado do âmbito deste trabalho foi efetuado em duas fases distintas. A primeira fase correspondeu à preparação dos provetes soldados utilizando a técnica de soldadura *Friction Stir Welding* (FSW) e na segunda implementou-se o ensaio de corrosão em dois meios diferentes: água do mar e solução de ácido sulfúrico. Neste trabalho foram realizados três provetes onde se variou somente a velocidade de avanço da soldadura. Foram colocadas um conjunto de amostras em diferentes ambientes corrosivos de acordo com o grau de severidade corrosiva, assim, optou-se por ambientes marítimos, submergindo três amostras em água do mar e ambientes industriais mergulhando três outras amostras numa solução de ácido sulfúrico. Os ensaios decorreram durante cerca de três meses (94 dias para a água do mar e 70 dias para o meio ácido) a uma temperatura ambiente média de 20°C. Os resultados obtidos nos diferentes ensaios realizados no âmbito deste trabalho focaram-se na taxa de corrosão. Foram realizadas pesagens semanais numa balança de precisão para avaliar a perda de massa provocada pela corrosão das amostras. Na Fig. 1 pode-se observar a perda de massa ocorrida no ensaio na água do mar.

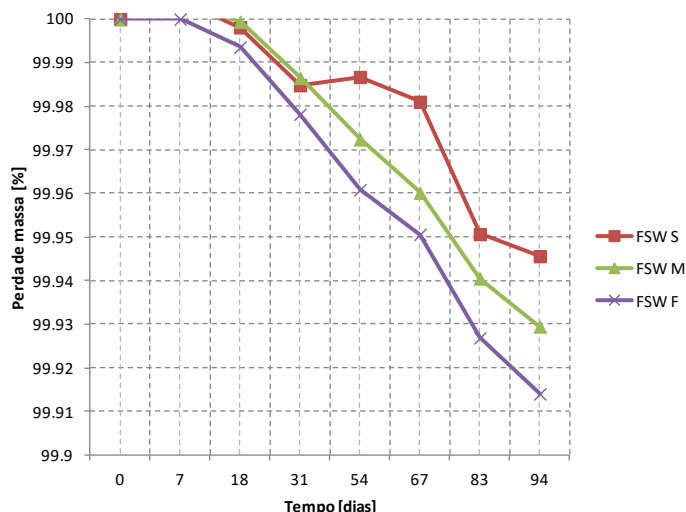


Fig.1 – Perda de massa no ensaio de corrosão numa solução na água do mar.

## 3. CONCLUSÕES

A corrosão na solução de ácido sulfúrico foi muito mais intensa, já que é um meio mais agressivo, menor pH do que a provocada pela água do mar. No primeiro caso a perda de massa rondou os 10% enquanto no segundo caso foi inferior a 0.5%. Na amostra soldada com maior velocidade de avanço ocorreu uma maior taxa de corrosão e maior valor de microdureza no cordão de soldadura.

## 4. REFERÊNCIAS

- Rao, K., "Pitting Corrosion of Heat-Treatable Aluminium Alloys and Welds: A Review", Trans. Indian Inst. Met. 57: 593-610, 2004..
- Vereecken, J., Corrosion Control of Aluminium - Forms of Corrosion and Prevention, TALAT Lectures 5103, European Aluminium Association, 1994..