



O TEMA em questão: investigação

**Livro de resumos da 1ª Conferência do
Centro de Tecnologia Mecânica e Automação**

Aveiro, 11 de junho de 2018



universidade de aveiro
theoria poiesis praxis



TEMA

Centro de Tecnologia Mecânica e Automação

O TEMA tem procurado a excelência através da investigação e inovação de vanguarda desde 1996. Com base no seu capital humano, equipamentos e laboratórios, o TEMA está especialmente alinhado com dois desafios sociais, procurando contribuir para uma indústria sustentável e para o bem-estar das pessoas. As Soluções de fabrico sustentável estão focadas no desenvolvimento e na inovação em engenharia e tecnologias de produção, com aplicações industriais subsequentes. Pretende-se aumentar a produtividade, melhorar a qualidade dos produtos e reduzir o desperdício nos processos de produção. A estratégia sobre Tecnologias para o bem-estar visa aumentar a qualidade de vida da sociedade por meio de sistemas de engenharia, focando as pessoas e as suas necessidades. As contribuições reunidas neste livro de atas refletem precisamente o interesse e motivação em fazer a investigação de e para as pessoas. Esta 1ª conferência dedicada a tão importantes temáticas é com certeza um marco na estratégia de continuidade rumo à excelência da investigação promovida pelos Investigadores do TEMA.

Aveiro, 11 de junho de 2018

O Diretor

António Bastos Pereira



tema

universidade de aveiro
centro de tecnologia mecânica e automação

O TEMA em questão: Investigação
Livro de resumos

O TEMA em questão: Investigação
11 de junho de 2018

Título: O TEMA em questão: Investigação

❖ **Editores:**

- António Bastos
- Robertt Valente
- António Completo
- Margarida Coelho
- Paula Marques
- Fernando Neto

❖ **Comissões:**

➤ **Comissão organizadora:**

- António Pereira
- Bárbara Gabriel
- Raul Simões
- Victor Costa

➤ **Comissão científica:**

- Duncan Fagg
- Mónica Oliveira
- Jorge Bandeira
- João Paulo Davim

❖ **Edição Gráfica:**

- Bárbara Gabriel
- Raul Simões

❖ **Editora:**

- UA Editora

Universidade de Aveiro

1ª edição – Junho 2018

ISBN: 978-972-789-541-0

Com o apoio dos projetos:

UID/SEM/00481/2013 – FCT

CENTRO-01-0145-FEDER-022083

mais
CENTRO
Programa Operacional Regional do Centro

PORTUGAL
2020

FCT
Fundação para a Ciência e a Tecnologia

UNIÃO EUROPEIA
Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional

Conteúdo

Soluções de Manufatura Sustentáveis	7
<i>Modelação numérica e simulação de processos de soldadura por fricção em estruturas para aeronáutica</i>	8
<i>O Método das Células Finitas (FCM) como alternativa para a modelação de meios descontínuos</i>	9
<i>Multifunctional lightweight cellular metal filled structures for improved automotive crashworthiness</i>	10
<i>Numerical studies on the mechanical behaviour of cellular metals for automotive applications</i>	11
<i>Fabrico por maquinagem do espaçador da prótese do joelho:</i>	12
<i>Gamificação da Análise de Usabilidade de Nanotecnologia</i>	13
<i>Material Parameters Identification for Plasticity Models: FEMU vs VFM</i>	14
<i>Design Optimization of a new Heterogeneous Mechanical Test – Numerical Approach and Experimental Validation</i>	15
<i>De Resíduo a Novos Produtos Poliméricos</i>	16
Tecnologias para a Qualidade de Vida	17
<i>Desenvolvimento de scaffolds anisotrópicos de PCL e gelatina para a regeneração de cartilagem</i>	18
<i>Estimulação elétrica usando tecnologias capacitivas</i>	19
<i>Levitação magnética na geração autónoma de energia</i>	20
<i>Adsorption Heat Pumps for Domestic Water Heating and Central Heating</i>	21
<i>Natural refrigerant heat pumps</i>	22
<i>Artificial Neural Network Modelling of Solar Thermal Hybrid Façade</i>	23
<i>Graphene Oxide Macrostructures for the removal of Heavy Metals in Contaminated Waters</i>	24

<i>Phase Change Materials</i>	25
<i>Limitações ao Potencial Eólico em Cabo Verde</i>	26
<i>Melhor mobilidade, menos emissões: Sistema Inteligente de Gestão das Emissões em Interseções (SIGEI)</i>	27
<i>Impact of the interaction between motor vehicles and bicycles on route selection, traffic performance, emissions and safety</i>	28
<i>Diversificar a potencialidade da microsimulação de tráfego no processo de escolha de rotas: Incorporação de Critérios Energético-Ambientais</i>	29
<i>Mecânica Computacional Avançada</i>	30
<i>Multiobjective bilevel equilibrium model for traffic assignment</i>	31
<i>Ecoindicador de integração de impactes de tráfego rodoviário</i>	32
<i>Influência do tempo de viagem nos custos ambientais</i>	33
<i>Real Time Information in Public Transport</i>	34
<i>Higher Education Enhancement Tool (HEAT)</i>	35
<i>The role of ANN on a smart energy consumption control</i>	36
Posters	37
Artigos Completos	41
<i>Influência do tempo de viagem nos custos ambientais</i>	42
<i>Prediction of performance of turning process of Ti-6Al-4V alloy for different feed rates</i>	47
<i>Artificial Neural Network Modelling of Solar Thermal Hybrid Façade – Short Review</i> ..	51

Soluções de Manufatura Sustentáveis

Modelação numérica e simulação de processos de soldadura por fricção em estruturas para aeronáutica

Robertt A. F. Valente¹

¹ GRIDS Research Group

Centro de Tecnologia Mecânica e Automação (TEMA)
Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade de Aveiro

Resumo — Os painéis de fuselagens para a indústria aeronáutica são constituídos por cascas reforçadas, sujeitas a solicitações complexas em condições de serviço. Os carregamentos típicos, nessas circunstâncias, são cargas compressivas e/ou de corte, que conduzem a instabilidades estruturais. O comportamento mecânico dos painéis deve assim ser corretamente previsto quanto ao início da encurvadura bem como após o ultrapassar dessa carga limite, incluindo deformações de carácter permanente decorrentes de não linearidades do material.

Aos painéis em alumínio curvos ou planos propriamente ditos (*skin*) juntam-se elementos de reforço (*stringer*), ligados aos primeiros tipicamente por rebites, e conferindo rigidez longitudinal à estrutura final. No entanto, com vista ao aumento do desempenho estrutural, cada vez são mais utilizados painéis reforçados obtidos de forma integral através de processos tecnológicos de extrusão. Esses painéis, designados por *Integrally Stiffened Panels* (ISP) podem apresentar uma grande variedade de formas para a sua secção recta, sem a necessidade de serem efetuadas operações adicionais de ligação entre os elementos de reforço e a própria base, como ocorre no caso dos painéis reforçados clássicos, com reforços unidos por meio de rebites.

Para além da vantagem que daí vem em termos de maior rapidez e menores custos de fabrico, os painéis reforçados integrais (ISP) apresentam melhor desempenho mecânico (cargas limites de encurvadura superiores), menor peso (ausência de elementos extra de ligação), melhor resistência à corrosão (estrutura sem descontinuidades) e, finalmente, melhores características de resistência a pressões internas (estanquidade). Não obstante existirem alguns resultados experimentais sobre estruturas ISP, a sua modelação numérica envolve uma série de fenómenos físicos, o que constitui um desafio em termos de uma abordagem unificada de todas as não-linearidades envolvidas em condições realistas de serviço.

Neste trabalho será mostrado a evolução da investigação no TEMA (2006 – presente) na área da modelação e simulação numérica de painéis reforçados para aplicações na indústria aeronáutica. Serão abordados os seguintes assuntos:

a) estudo do fenómeno de instabilidade estrutural (encurvadura) em painéis reforçados integrais (ISP), incluindo comportamentos elasto-plástico, e conduzindo à otimização da forma da secção recta dos elementos de reforço estrutural;

b) estudo da influência da utilização de processos de soldadura por contacto e atrito (*Friction Stir Welding*, FSW) no comportamento estrutural à compressão de módulos de painéis

integrais reforçados (multi-ISP), obtidos pela junção de painéis individuais;

c) desenvolvimento de modelos de cálculo computacional que permitam relacionar os parâmetros de entrada dos processos de soldadura por fricção (montante) com o comportamento mecânico de uma fuselagem em condições de serviço (jusante).

Esta área de investigação no TEMA assenta numa estreita colaboração entre a Universidade de Aveiro, a Universidade de Salerno (Itália) e a Queen's University Belfast (Irlanda do Norte).

Keywords – modelação 3D; simulação numérica; soldadura por fricção; método dos elementos finitos; estabilidade estrutural; fuselagens

TÓPICOS

Este trabalho enquadra-se no tópico 1 (“Soluções de Manufatura Sustentáveis”), subtópicos (a) (“Processos de Fabrico & Simulação”) e (c) (“Fabrico para a Economia Circular”).

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos à Fundação para a Ciência e a Tecnologia pelo apoio financeiro através do projeto de investigação PTDC/EME-PME/113835/2009 (“Numerical simulation and design of extruded integrally stiffened panels (ISP) joined by friction stir welding (FSW) for aeronautic applications”) e dos projetos estratégicos UID/EMS/00481/2013-FCT e CENTRO-01-0145-FEDER-022083.

O Método das Células Finitas (FCM) como alternativa para a modelação de meios descontínuos

Robertt A. F. Valente¹

¹GRIDS Research Group

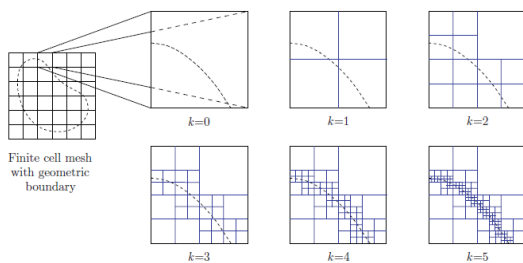
Centro de Tecnologia Mecânica e Automação (TEMA)

Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade de Aveiro

Resumo — O Método das Células Finitas (*Finite Cell Method*, FCM) pode ser interpretado como uma variação do Método dos Elementos Finitos (*Finite Element Method*, FEM) clássico, na qual deixa-se de impor uma relação direta entre a geometria a ser discretizada e a malha de elementos (células) do modelo matemático.

De uma forma conceptual, a potencialidade do FCM pode ser vista na Fig. 1 [1], onde um contorno genérico é sucessivamente modelado através de malhas não conformes, adaptativas e de resolução (k) sucessivamente crescente. Este procedimento recursivo de refinamento apenas onde é necessário (deixando as zonas envolventes com menos células) é uma das grandes potencialidades do método, nomeadamente na modelação de meios descontínuos, com menor esforço computacional.

Figura 1. Refinamento adaptativo por células finitas em 2D



Neste trabalho irá ser mostrada a primeira versão do código de modelação e simulação numérica FCM-UA [2], *software* desenvolvido no TEMA, baseado no Método das Células Finitas e vocacionado não apenas para aplicações e projetos em cálculo estrutural, mas também para fins pedagógicos na área do ensino em Mecânica Computacional e Simulação de Processos Tecnológicos (Fig. 2).

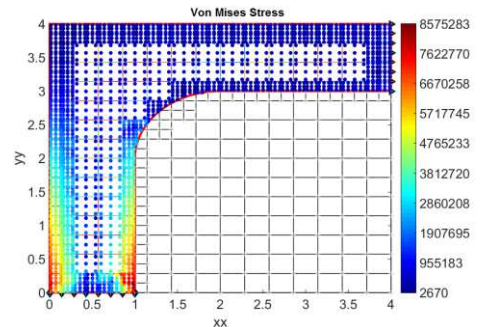


Figura 2. Exemplo da interface com o utilizador no código FCM-UA

Serão apresentados exemplos de aplicação em regime linear e não linear de material (plasticidade), bem como na área da Mecânica da Fratura.

Keywords – método das células finitas; comportamento mecânico de materiais descontínuos; concentração de tensões; desenvolvimento de software

TÓPICOS

Este trabalho enquadra-se nos tópicos “Soluções de Manufatura Sustentáveis - Processos de Fabrico & Simulação” e “Tecnologias para a Qualidade de Vida - Tecnologias Multi-escala e Dispositivos para a Medicina, Ambiente & Energia”.

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos à Fundação para a Ciência e a Tecnologia pelo apoio financeiro através dos projetos estratégicos UID/EMS/00481/2013-FCT e CENTRO-01-0145-FEDER-022083.

REFERÊNCIAS

- [1] D Schillinger, *The p- and B-spline versions of the geometrically nonlinear Finite Cell Method and hierarchical refinement strategies for adaptive isogeometric and embedded domain analysis*, PhD Thesis, Technische Universität München, 2012
- M. Carvalho, *Exploratory analysis of the Finite Cell Method in structural applications*, MSc Dissertation, Universidade de Aveiro, 2017.

Multifunctional lightweight cellular metal filled structures for improved automotive crashworthiness

(Manufacturing processes & Simulation)

Isabel Duarte^{1,*}, João Dias-de-Oliveira¹

Department of Mechanical Engineering
University of Aveiro, TEMA
Aveiro, Portugal
*isabel.duarte@ua.pt

Matej Vesenjak², Zoran Ren²

²Faculty of Mechanical Engineering
University of Maribor

Maribor, Slovenia
matej.vesenjak@um.si Lovre

Krstulović-Opara³

³Faculty of Elec. Eng., Mech. Eng. and Naval
Architecture
University of Split
Split, Croatia
Lovre.Krstulovic-Opara@fesb.hr

Abstract — Cellular metals have started to be used as fillers of thin-walled structures [1] or cores of sandwich panels [2] for assembling the body vehicle structure. In these composite structures, the thin metal sheets and thin-walled profiles ensure the high mechanical strength, while the cellular metal core or filler mainly contribute to a better crashworthiness performance. Their uses as crash energy absorbers are very limited mainly due to their unpredictable crush response and high cost to bond the cellular metals and the profiles. We have been focusing on the development of cost-effective solutions and testing thin-walled structures made of aluminum alloys filled with cellular metals (e.g. closed-cell and open-cell foam [3,4], hybrid foam [4], advanced pore morphology foam [5]), studying their deformation modes, static and dynamic crush response and energy absorption characteristics using mechanical tests supported by infrared thermography. We have already performed many studies to develop high performance fillers (e.g. aluminium foams reinforced with carbon nanotubes [6,7]), multifunctional filled structures [8–10] and cost-effective processes to achieve a strong bonding between the filler and the inner wall of the thin-walled structures, without any initial damage. Results have demonstrated that some of these filled structures, in particular the *in-situ* foam filled tubes (FFTs) made of aluminum alloys, ensure a high ductility and a stable and controllable crashworthiness behavior. They deform under compressive and bending loads without formation of cracks and abrupt failure, with a possibility to predict their mechanical response by controlling the wall thickness of thin-walled structures [10]. The *in-situ* FFTs are fabricated through a cost-effective powder metallurgy method, where the joining between the foam filler and the inner tube wall is achieved during the formation of closed-cell foam, resulting in a good metallic interface. No joining step is needed, which makes them very competitive. An overview of the main results obtained in this applicative research field is given.

Keywords—cellular metals; foam filled structures; mechanical behaviour; energy absorption

REFERENCES

- [1] Lehmhus D, Busse M, Herrmann AS, Kayvantash K. Structural materials and processes in transportation. Weinheim: Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA; 2013.
- [2] J. Banhart, H.-W. Seeliger, “Aluminium Foam Sandwich Panels: Manufacture, Metallurgy and Applications”, *Adv. Eng. Mater.*, vol. 10, pp. 793-802, 2008.
- [3] I. Duarte, L. Krstulović-Opara, M. Vesenjak, “Characterisation of aluminium alloy tubes filled with aluminium integral-skin foam under axial compressive loads”, *Compos. Struct.*, vol. 121, pp. 154–162, 2015.
- [4] I. Duarte, M. Vesenjak, L. Krstulović-Opara, Z. Ren, “Crush performance of multifunctional hybrid foams based on an aluminium alloy open-cell foam skeleton”, *Polym Test.* 2018, vol. 67, pp.246-256.
- [5] I. Duarte, M. Vesenjak, L. Krstulović-Opara, Z. Ren, “Compressive performance evaluation of APM (Advanced Pore Morphology) foam filled tubes”, *Compos. Struct.*, vol. 134, pp. 409–420, 2015.
- [6] I. Duarte, E. Ventura, S. Olhero, J.M.F. Ferreira, “An effective approach to reinforced closed-cell Al-alloy foams with multiwalled carbon nanotubes”, *Carbon*, vol. 95, pp. 589-600, 2015.
- [7] I. Duarte, J.M.F. Ferreira, “Composite and nanocomposite metal foams. Review”, *Materials*, Vol. 9 (2), Article number 79, 2016.
- [8] I. Duarte, M. Vesenjak, L. Krstulović-Opara, Z. Ren, “Static and dynamic axial crush performance of in-situ foam-filled tubes”, *Compos. Struct.*, vol. 124, pp. 128-139, 2015.
- [9] I. Duarte, M. Vesenjak, L. Krstulović-Opara, I. Anžel, JMF Ferreira, “Manufacturing and bending behaviour of in situ foam-filled aluminium alloy tubes”, *Mater. Design*, vol. 66, pp. 532-544, 2015.
- [10] I. Duarte, L. Krstulović-Opara, M. Vesenjak, “Axial crush behaviour of the aluminium alloy in-situ foam filled tubes with very low wall thickness”, *Compos. Struct.*, vol. 192, pp. 184-192, 2018.

Numerical studies on the mechanical behaviour of cellular metals for automotive applications

(Manufacturing processes & Simulation)

João Dias-de-Oliveira^{1*}, José Aquino¹, Isabel Duarte¹

¹ TEMA, Department of Mechanical Engineering
University of Aveiro,
Aveiro, Portugal
*jalex@ua.pt

Abstract— Cellular metals have become one of the most promising lightweight multifunctional materials to be used in large-scale within vast industrial and commercial sectors for various functions, namely impact energy absorption, thermal and sound insulation, light-weight construction, encompassing several applications requiring multi-functionality [1]. In the automotive industry, new cost-effective lightweight energy absorbing structures based on cellular metals have been developed and tested to simultaneously reduce the weight of the automotive bodies and to improve their crashworthiness [2–5]. These crash absorber structures are usually sandwich panels with a core of cellular metals [2] or thin-walled hollow structures filled with cellular metals [3–5], in which the cellular metals contribute to the crashworthiness behaviour of the resulting composite structures. The mechanical response, the deformation and failure modes, and energy absorption characteristics of these cellular structures under static and dynamic loading conditions have extensively been studied to describe, understand and predict the performance of such composite structures and their individual components. The optimization of the crashworthiness behaviour of these structures has been performed using analytical, numerical and experimental approaches in order to optimize the structure topology, so as to maximize their crashworthiness behaviour. Taking this into consideration, the authors have focused on the development of numerical and analytical methodologies [6–8] to predict macroscopic mechanical responses of cellular metals with regular and irregular cellular structures for a variety of loading conditions, achieving their structure-properties relationships. The geometric characteristics of these cellular metals are estimated by micro-computed tomography or by using unit-cells. This paper presents the main findings of a first level in this approach, with analytical and numerical studies that have been performed to describe the effective elastic properties of metal foams by using Kelvin and Weaire-Phelan structures to represent both open and closed-cell representative unit-cells. The open and closed-cell geometries were modelled using different homogenization methods [6–8] – far field method with single freedom constraints and asymptotic expansion homogenization method with periodic boundary conditions. Results have demonstrated [9–10] that the far field methods provided more precise predictions, while the asymptotic expansion homogenization method provided more information on the behaviour of the unit-cells.

Keywords—metal foams; homogenization; representative unit-cells; Kelvin structure; Weaire-phelan structure

REFERENCES

- [1] F. García-Moreno, “Commercial Applications of Metal Foams: Their Properties and Production. Review”, *Materials* (Basel), 2016, vol. 9(2), 85. Published online 2016 Jan 29. doi: 10.3390/ma9020085.
- [2] J. Banhart, H.-W. Seeliger, “Aluminium Foam Sandwich Panels: Manufacture, Metallurgy and Applications”, *Adv. Eng. Mater.*, vol. 10, pp. 793-802, 2008.
- [3] I. Duarte, M. Vesjenjak, L. Krstulović-Opara, Z. Ren, “Static and dynamic axial crush performance of in-situ foam-filled tubes”, *Compos. Struct.*, vol. 124, pp. 128-139, 2015.
- [4] I. Duarte, M. Vesjenjak, L. Krstulović-Opara, I. Anžel, JMF Ferreira, “Manufacturing and bending behaviour of in situ foam-filled aluminium alloy tubes”, *Mater. Design*, vol. 66, pp. 532-544, 2015.
- [5] I. Duarte, L. Krstulović-Opara, M. Vesjenjak, “Axial crush behaviour of the aluminium alloy in-situ foam filled tubes with very low wall thickness”, *Compos. Struct.*, vol. 192, pp. 184-192, 2018.
- [6] J. A. Oliveira, *Modelação Micromecânica do Comportamento de Materiais Compósitos de Matriz de Alumínio*. Master Dissertation on Mechanical Engineering, Universidade de Aveiro, Portugal, 2006.
- [7] J. Pinho-da Cruz, J. A. Oliveira, F. Teixeira-Dias, “Asymptotic homogenisation in linear elasticity. Part I: Mathematical formulation and finite element modelling”, *Comput. Mater. Sci.*, vol. 45, pp. 1073–1080, 2009.
- [8] J. A. Oliveira, J. Pinho-da Cruz, F. Teixeira-Dias. Asymptotic homogenisation in linear elasticity. Part II: Finite element procedures and multiscale applications”, *Comput. Mater. Sci.*, vol. 45, pp. 1081–1096, 2009.
- [9] J. Aquino, *Methods for the prediction of effective properties of metal foams*. Master Dissertation on Mechanical Engineering, Universidade de Aveiro, Portugal, 2016.
- [10] J. Aquino, I. Duarte, J. Dias-de-Oliveira, “Modelling and effective properties prediction of metal foams”, *Ciencia e Tecnologia dos Materiais*, 2018, <https://doi.org/10.1016/j.stmat.2018.01.004>

Fabrico por maquinagem do espaçador da prótese do joelho: Caracterização morfológica da superfície de polietileno por processamento digital de imagens

Francisco Lopes¹, Ana Horovistiz¹, António Completo¹ e J. Paulo Davim¹

¹TEMA, Department of Mechanical Engineering, University of Aveiro, 3810-193 Aveiro, Portugal

Resumo— A anatomia da articulação do joelho apresenta uma complexidade de funcionamento e de composição, envolvendo movimentos compostos de rotação e deslizamento na superfície articular fémur/tíbia, com formas de superfícies complexas. A articulação artificial é geralmente composta por um componente femoral, um espaçador, um prato tibial e um componente patelar. O espaçador é o componente que é mais suscetível ao desgaste [1], dado o material de que habitualmente é feito: polietileno de ultra alto peso molecular (UHMWPE). Uma das formas de se aumentar a vida útil do implante é utilizar novos materiais [2] ou geometrias [3], outra é personalizar a prótese ao paciente [4]. O processo de fabrico que melhor se adapta à execução de séries singulares personalizadas, com custos mais reduzidos e com resposta relativamente rápida na obtenção do produto final, é a maquinagem a alta velocidade. A maquinagem de superfícies complexas, como as do espaçador, com requisitos dimensionais e de acabamento superficial elevados pode conduzir a tempos de maquinagem longos, se este processo não for previamente otimizado. Logo é essencial conhecer, nas superfícies e materiais a maquinar, a sequência de operações, o comportamento de várias estratégias para as trajetórias da ferramenta de corte e os respetivos parâmetros a usar. As simulações em CAM são essenciais para experimentar as múltiplas estratégias e modificar os parâmetros de maquinagem, fazendo uso dos modelos virtuais dos implantes. Após a simulação das trajetórias é necessário verificar experimentalmente os resultados, nomeadamente, em termos de acabamento superficial, uma vez que, superfícies com valores de rugosidade baixos evitam operações de acabamento adicionais, além do que quanto melhor for a qualidade superficial menor será o coeficiente de atrito e o desgaste, aumentando a longevidade e o desempenho [5]. Neste aspeto, a extração de informações morfológicas da superfície pode ser obtida por microscopia suportada por processamento digital de imagem e estereologia [6]. Essa abordagem assume um papel fundamental na compreensão dos padrões gerados pelos diferentes parâmetros de corte, pois trabalha com amostragens estatísticas e está perfeitamente ligada aos novos conceitos da microscopia digital. Desta forma, neste trabalho, a atenção incidiu sobre as cavidades femorais do espaçador (superfícies funcionais) que foram modeladas com uma forma toroidal e incluídas numa peça-teste. Simularam-se em CAM duas trajetórias com diferentes incrementos laterais. A maquinagem da peça-teste foi executada numa máquina CNC com uma fresa de topo esférico. O material maquinado nos testes foi um UHMWPE. A influência dos

parâmetros de corte das superfícies funcionais foi estudada pela inspeção dos padrões morfológicos da superfície do polímero, obtidos por técnicas de processamento digital de imagens, ao longo da cavidade do espaçador. A qualidade superficial foi avaliada comparando a homogeneidade da textura superficial com os valores de rugosidade obtidos para as cavidades das peças-teste.

Palavras-chave: fabrico de próteses do joelho; maquinagem de superfícies complexas; parâmetros de corte; caracterização por processamento digital de imagens

TÓPICO

1) a.: Soluções de Manufatura Sustentáveis – Processos de Fabrico & Simulação

REFERÊNCIAS

- [1] Popa, M., Na W., Descartes, S., Trunfio-Sfarghiu, A.M., “Role of surface industrial finishing process of joint implant UHMWPE on their tribological behavior” *Appl Mech Mater*, (2014), 658, 465-470.
- [2] Grupp, T. M., Utzschneider, S., Schroder, C., Schwiesau, J., Fritz, B., Maas, A., Blomer, W. & Jansson, V., “Biotribology of alternative bearing materials for unicompartmental knee arthroplasty” *Acta Biomater*, (2010), 6, 3601-3610.
- [3] Willing, R. & KIM, I. “Three dimensional shape optimization of total knee replacements for reduced wear”, *Struct Multidiscipl Optim*, (2009), 38, 405-414.
- [4] Moayedfar, M., Abdul-Rani, A. M., Kumar, D., “An Integrated Approach Utilising Imaging and Computer Aided Design of MR Images for Customized Medical knee Implants Production” *JMIHI*, (2015), 5, 1839-1842.
- [5] Gupta, D., Almouahed, S., Lahuuc, C., Arzel, M., Jezequel, M., Hamitouche, C., “In-vivo polyethylene wear and knee prosthesis longevity estimation”, *ITAB*, (2010), 10th IEEE International Conference on, 3-5 Nov. 2010, 1-4.
- [6] Horovistiz, A., Laranjeira, S., Davim, J.P., “Influence of sliding velocity on the tribological behavior of PA66GF30 and PA66+MoS₂: An analysis of morphology of sliding surface by digital image processing” *J.P. Polym. Bull.*, in press.

Gamificação da Análise de Usabilidade de Nanotecnologia

Bárbara Gabriel*¹ & Victor Neto¹

¹ Centro de Tecnologia Mecânica e Automação, Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade de Aveiro
3810-193 AVEIRO, PORTUGAL

*barbara.gabriel@ua.pt & vneto@ua.pt

Resumo: Existe ainda uma série de constrangimentos para a aplicação efetiva e pragmática de todo o potencial da nanotecnologia que é necessário ultrapassar [1]. Para este fim, tem-se vindo a desenvolver uma plataforma, designada por “Nanotechnology Usability (NTU) tool” [2], que tem como objetivo fornecer mais informação, sustentabilidade económica, ambiental e social de produtos baseados em nanotecnologia e, assim, mais próxima do utilizador final. A ferramenta NTU procura sistematizar a recolha de informação relativa às matérias-primas, modos de produção, requisitos funcionais do produto e da aplicação, e interpretar os dados avaliando os custos económicos e energéticos de produção, fatores ecológicos e sociais (saúde, higiene e segurança no trabalho) e a adequação do produto às características desejadas, assim como a sua relação com os produtos concorrentes disponíveis comercialmente. Sistematizada esta informação, é possível classificar cada um dos vetores relevantes de tomada de decisão e, conseqüentemente, determinar de forma fundamentada o potencial do produto. Feito o desenvolvimento da plataforma, importa promover a sua utilização correta e assertiva de modo a que esta possa efetivamente contribuir para a integração de produtos de base nanotecnológica no mercado. Uma forma de promover a utilização da ferramenta é através da formação. Neste sentido, a gamificação (do termo inglês “gamification”) [3] é um método que pode ser usado para alcançar os objetivos da formação usando elementos jogáveis para despertar interesse, aumentar a participação, desenvolver a criatividade e a autonomia, promover o diálogo e colocar os formandos a resolver situações-problema. Nesta comunicação será apresentado o modelo de análise NTU e uma breve introdução à sua gamificação.

Palavras-chave: Nanotecnologia; NTU; gamificação.

TÓPICO

O presente trabalho enquadra-se de forma especial no tópico “Soluções de Manufatura Sustentáveis” e subtópico “Processos de Fabrico & Simulação”.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho teve o apoio do TEMA através do projeto UID/EMS/00481/2013 e do projeto CENTRO-01-0145-FEDER-022083, financiado pela FCT/MEC através de fundos nacionais e com o cofinanciamento do FEDER, em parceria com o programa PT2020 e Compete 2020.

REFERÊNCIAS

- [1] Directorate-General for Research and Innovation, “Nanotechnology: the invisible giant tackling Europe’s future challenges,” European Commission, Belgium, 2013.
- [2] B. Gabriel, Support procedure for the application of nanoengineering on the development of eco-efficient manufacturing processes, Tese de Doutoramento, Universidade de Aveiro, 2017.
- [3] D. Dicheva, C. Dichev, G. Agre & G. Angelova, “Gamification in Education: A Systematic Mapping Study”, Journal of Educational Technology & Society, 18,3 (2015) 75-88.

Material Parameters Identification for Plasticity Models: FEMU vs VFM

J.M.P. Martins, A. Andrade-Campos¹

¹ Mechanical Engineering Department, University of Aveiro
TEMA, GRIDS Research Unit,
Campus Universitário de Santiago, Aveiro, Portugal.
joao.martins52@ua.pt; gilac@ua.pt

S. Thuillier²

² Univ. Bretagne Sud,
FRE CNRS 3744, IRDL,
F-56100 Lorient, France
sandrine.thuillier@univ-ubs.fr

Abstract— The identification of material parameters, for a given constitutive model, can be seen as the first step before any practical application. In the last years, the field of material parameters identification received an important boost with the development of full-field measurement techniques, such as Digital Image Correlation [1-3]. These techniques enable the use of heterogeneous displacement/strain fields, which contain more information than the classical homogeneous tests. Consequently, different techniques have been developed to extract material parameters from full-field measurements [5-7]. In this study, two of these techniques are addressed, the Finite Element Model Updating (FEMU) and the Virtual Fields Method (VFM). The main idea behind FEMU is to update the parameters of a constitutive model implemented in a finite element model until both numerical and experimental results match, whereas VFM makes use of the Principle of Virtual Work and does not require any finite element simulation. Though both techniques proved their feasibility in linear and non-linear constitutive models, it is rather difficult to rank their robustness in plasticity. The purpose of this work is to perform a comparative study in the case of elastoplastic models. Details concerning the implementation of each strategy are presented. Moreover, a dedicated code for VFM within a large strain framework is developed. The reconstruction of the stress field is performed through a user subroutine. A heterogeneous tensile test is considered to compare FEMU and VFM strategies.

Keywords — *Plasticity; constitutive model; parameter identification; inverse problem; full field measurements*

ACKNOWLEDGMENT

The authors gratefully acknowledge the financial support of the Portuguese Foundation for Science and Technology (FCT) under the project P2020-PTDC/EMS-TEC/6400/2014 (POCI-01-0145-FEDER-016876) by UE/FEDER through the program COMPETE 2020. The authors also would like to acknowledge the Région Bretagne (France) for its financial support. J.M.P. Martins is also grateful to the FCT for the PhD grant SFRH/BD/117432/2016.

TOPIC

1) c.: Sustainable Manufacturing Solutions – Manufacturing processes & Simulation”

REFERENCES

- [1] S. Avril et al., *Exp. Mech.*, 48, pp.381–402 (2008).
- [2] J.-H. Kim et al., *Int. J. Solids Struct.*, 50, pp.3829–3842 (2013).
- [3] S. Cooreman et al., *Exp. Mech.*, 48, pp.421-433 (2008).
- [4] H. Haddadi and S. Belhabib, *Int. J. Mech. Sci.*, 62, pp.47-62 (2012).
- [5] M. Rossi et al., *Int. J. Solids Struct.*, 97-98, pp.322-335 (2016).
- [6] F. Pierron and M. Grédiac, *The virtual field method – Extracting constitutive mechanical parameters from full-field deformation measurements*, Springer, New York, 2012.
- [7] A. Marek et al., *Comput. Mech.*, 60, pp.409-431 (2017)
- [8] M. A. Crisfield, *Non-linear Finite Element Analysis of Solids and Structures*, vol.1, John Wiley & Sons, New York, 1991.

Design Optimization of a new Heterogeneous Mechanical Test – Numerical Approach and Experimental Validation

J. Aquino, A. Andrade-Campos¹

J.M.P. Martins, S. Thuillier²

¹Mechanical Engineering Department, University of Aveiro
TEMA, GRIDS Research Unit,
Campus Universitário de Santiago, Aveiro, Portugal.
jmra@ua.pt; gilac@ua.pt

²Univ. Bretagne Sud,
FRE CNRS 3744, IRDL,
F-56100 Lorient, France
joao.martins52@ua.pt; sandrine.thuillier@univ-ubs.fr

Abstract— Standard material parameters identification strategies generally use an extensive number of classical tests for collecting the required experimental data. However, a great effort has been made recently by the scientific and industrial communities to support this experimental database on heterogeneous tests [1]. These tests can provide richer information on the material behavior allowing the identification of a more complete set of material parameters. This is a result of the recent development of full-field measurements techniques, like digital image correlation (DIC), that can capture the heterogeneous deformation fields on the specimen surface during the test [2]. Recently, new specimen geometries were designed to enhance the richness of the strain field and capture supplementary strain states. The butterfly specimen is an example of these new geometries, designed through a numerical optimization procedure where an indicator capable of evaluating the heterogeneity and the richness of strain information [4-7]. However, no experimental validation was yet performed. The aim of this work is to present the numerical methodology used for specimen design and experimentally validate the heterogeneous butterfly mechanical test in the parameter identification framework. For this aim, DIC technique and a Finite Element Model Up-date inverse strategy are used together for the parameter identification of a DC04 steel, as well as the calculation of the indicator. The experimental tests are carried out in a universal testing machine with the ARAMIS measuring system to provide the strain states on the specimen surface. The identification strategy is accomplished with the data obtained from the experimental tests and the results are compared to a reference numerical solution.

Keywords — *Mechanical test; Specimen design; Plasticity; constitutive model; parameter identification; full field measurements*

ACKNOWLEDGMENT

The authors gratefully acknowledge the financial support of the Portuguese Foundation for Science and Technology (FCT) under the project P2020-PTDC/EMS-TEC/6400/2014 (POCI-01-0145-FEDER-016876) by UE/FEDER through the program COMPETE 2020. The authors also would like to acknowledge the Région Bretagne (France) for its financial support. J.M.P. Martins is also

grateful to the FCT for the PhD grant SFRH/BD/117432/2016.

TOPIC

1) c.: Sustainable Manufacturing Solutions – Manufacturing processes & Simulation”

REFERENCES

- [1] T. Pottier, P. Vacher, F. Toussaint, H. Louche, and T. Coudert. “Out-of-plane Testing Procedure for Inverse Identification Purpose: Application in Sheet Metal Plasticity,” in *Experimental Mechanics*, 52(7):951–963, 2012.
- [2] S. Avril, M. Bonnet, A. S. Bretelle, M. Grédiac, F. Hild, P. Lenny, F. Latourte, D. Lemosse, S. Pagano, E. Pagnacco, and F. Pierron. “Overview of identification methods of mechanical parameters based on full-field measurements,” in *Experimental Mechanics*, 48(4):381–402, 2008.
- [3] P. A. Prates, A. F. G. Pereira, N. A. Sakharova, M. C. Oliveira, and J. V. Fernandes. “Inverse Strategies for Identifying the Parameters of Constitutive Laws of Metal Sheets,” in *Advances in Materials Science and Engineering*, 2016 (Article ID 4152963):18, 2016.
- [4] N. Souto, A. Andrade-Campos, and S. Thuillier. “Mechanical design of a heterogeneous test for material parameters identification,” in *International Journal of Material Forming*, 10(3):353–367, 2017.
- [5] N. Souto. “Computational design of a mechanical test for material characterization by inverse analysis,” PhD thesis, University of Aveiro, 2015.
- [6] N. Souto, A. Andrade-Campos, and S. Thuillier. “A numerical methodology to design heterogeneous mechanical tests,” in *International Journal of Mechanical Sciences*, 107:264–276, 2016.
- [7] A. Andrade-Campos. “Development of an optimization framework for parameter identification and shape optimization problems in engineering,” in *International Journal of Manufacturing, Materials, and Mechanical Engineering* 1:57-79, 2011.
- [8] K. Levenberg. “A method for the solution of certain problems in least squares,” in *Quarterly of Applied Mathematics*, 2(2):164–168, 1944.

De Resíduo a Novos Produtos Poliméricos

Transformação de Plástico Reciclado em Produtos Impressos e Espumas

Tiago Gomes¹, Mylene Cadete², António Ramalho¹, João Dias-de-Oliveira¹, Victor Neto*¹

¹ Centro de Tecnologia Mecânica e Automação, Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade de Aveiro

² Departamento de Química, Universidade de Aveiro

3810-193 AVEIRO, PORTUGAL

*vneto@ua.pt

Resumo: Uma economia circular é, por princípio, regenerativa e restaurativa. Tem como objetivo manter, intemporalmente, produtos, componentes e materiais no mais alto nível de utilidade e valor. Isto significa que um produto, após a sua utilização, não é descartado para um aterro ou para incineração. Significa que, após o seu tempo de vida útil, o produto continua o seu ciclo de vida para ser reparado ou transformado, dando origem a um produto regenerado ou a matérias primas que vão constituir um novo produto. Com isto mantêm-se estes produtos, componentes e materiais num círculo fechado de utilidade económica, sem aumento exponencial da necessidade de novas matérias-primas, nem desperdício de materiais para aterros. Os plásticos, na sua maioria de génese sintética, apesar de serem uma matéria-prima passível de reciclagem, são um dos mais significativos resíduos encontrados no meio ambiente. O Fórum Económico Mundial estima que atualmente somente 10% do plástico produzido é efetivamente reciclado para a produção de novos produtos, sendo que a sua maioria tem como destino o aterro, a dispersão para o meio ambiente ou a incineração. [1, 2, 3]

É neste contexto que se tem realizado investigação com o fim de desenvolver produtos de valor acrescentado baseados em polímeros reciclados. Polímeros secundários, nomeadamente ABS, PLA e PET, por vezes aditivado com nanopartículas e outros aditivos, têm sido processados e caracterizados por diferentes processos e técnicas para o fabrico de protótipos. Na presente comunicação será apresentado trabalho de transformação de ABS e PLA secundário em produtos obtidos por fabrico por filamento fundido (fabrico aditivo), assim como uma segunda linha de investigação que tem como objetivo produzir espuma polimérica a partir de PET secundário.

O trabalho a apresentar tem o objetivo de criação de conhecimento com vista a integrar estes materiais poliméricos secundários em cadeias de economia circular sustentáveis, mas também alimentar modelos constitutivos que se associarão aos objetivos da digitalização do fabrico, incluindo processos de design generativo, assim como criar linhas de referência para alimentar as diferentes vertentes de Design for eXcellence.

Palavras-chave: *Polímeros, Matéria-Prima Secundária; Processos de fabrico; FFF; Espumas.*

TÓPICO

O presente trabalho enquadra-se de forma especial no tópico “Soluções de Manufatura Sustentáveis” e subtópico “Fabrico para a Economia Circular”.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o fornecimento da matéria-prima secundária à empresa LifePoly, Lda. (Oiã, Oliveira do Bairro). Reconhece-se também aqui as valiosas sugestões e orientações do Professor Doutor João Coutinho (CICECO, Universidade de Aveiro) na criação de espuma de PET, e da Professora Doutora Paula Vilarinho (CICECO, Universidade de Aveiro) na discussão e orientação acerca da incorporação de nanopartículas nos polímeros. Este trabalho teve também o apoio do TEMA através do projeto UID/EMS/00481/2013 e do projeto CENTRO-01-0145-FEDER-022083, financiado pela FCT/MEC através de fundos nacionais e com o cofinanciamento do FEDER, em parceria com o programa PT2020 e Compete 2020.

REFERÊNCIAS

- [9] B. Su, A. Heshmati, Y. Geng and X. Yu, "A review of the circular economy in China: moving from rhetoric to implementation," *Journal of Cleaner Production*, vol. 42, pp. 215-227, 2013.
- [10] M. S. Andersen, "An introductory note on the environmental economics of the circular economy," *Sustainability Science*, vol. 2, no. 1, pp. 133-140, 2007.
- [11] A. Tukker, "Product services for a resource-efficient and circular economy – a review," *Journal of Cleaner Production*, vol. 97, pp. 76-91, 2015.

Tecnologias para a Qualidade de Vida

Desenvolvimento de scaffolds anisotrópicos de PCL e gelatina para a regeneração de cartilagem

Ângela Semitela¹, André F. Girão¹, Carla Fernandes¹, Paula A.A.P. Marques¹ and António Completo¹
¹ TEMA, Department of Mechanical Engineering, University of Aveiro, Aveiro, Portugal.

Resumo— Um dos maiores desafios da engenharia de tecidos de cartilagem é a dificuldade de imitar o ambiente bioquímico e biomecânico da cartilagem nativa. Até à data, várias estratégias de engenharia de tecidos de cartilagem conseguiram desenvolver cartilagem artificial com propriedades bioquímicas semelhantes às do tecido nativo [1]. No entanto as propriedades mecânicas da cartilagem *in-vitro* permanecem inferiores às da nativa. Uma das principais limitações da cartilagem artificial é que esta não exhibe as variações zonais da cartilagem nativa [2-3]. A organização das fibras de colagénio em forma de arcada ao longo da profundidade da cartilagem nativa é importante e deve ser replicada na cartilagem artificial para tornar se mecanicamente funcional [2-3]. As condições de cultura que têm impacto sobre a síntese de colagénio e sua organização fibrilar incluem os *scaffolds* e a estimulação mecânica. Alguns investigadores sugerem o uso de *scaffolds* fibrosos anisotrópicos, a fim de proporcionar um arquétipo para organizar a nova matriz extracelular depositada. A utilização da técnica de electrofiação para o desenvolvimento de *scaffolds* fibrosos para a engenharia de tecidos da cartilagem já foi reportada, visto que as matrizes de nanofibras poliméricas alinhadas produzidas mimetizam a topografia da matriz extracelular da cartilagem nativa e funcionam como suporte para organizar a deposição de nova matriz extracelular produzida por células nelas semeadas [4]. Alguns investigadores sugerem que a aplicação de estímulos mecânicos variáveis em profundidade que estimulem de forma diferenciada a síntese de matriz extracelular e logo uma diferente orientação fibrilar em profundidade [5]. A policaprolactona (PCL) é um poliéster sintético, biocompatível e biodegradável que apresenta elevada resistência mecânica e é facilmente processável. As matrizes de nanofibras de PCL mimetizam topograficamente a matriz extracelular no tecido cartilágneo. No entanto, a hidrofobicidade inerente deste material pode prevenir a adesão, migração, proliferação e diferenciação celular. A combinação de PCL com polímeros naturais tem sido utilizada para obter propriedades mecânicas e biológicas complementares, uma vez que os polímeros naturais possuem uma superfície hidrofílica e recetores reconhecíveis pelas células. A gelatina é um polímero natural derivado do colagénio, que constitui maioritariamente a matriz extracelular da cartilagem [6]. Assim sendo, neste trabalho foi explorada a combinação de estimulação mecânica com a utilização de *scaffolds* fibrosos anisotrópicos de PCL e gelatina produzidos por electrofiação, envolvidos numa estrutura porosa de óxido de grafeno (GO) e colagénio, para estimular a proliferação celular e produção de matriz extracelular cartilágnea. Várias arquiteturas foram desenvolvidas. As propriedades topográficas, mecânicas e a capacidade de absorção de água dos *scaffolds* foram analisadas e, posteriormente a biocompatibilidade dos mesmos foi investigada utilizando células progenitoras da cartilagem articular. A estimulação mecânica das células semeadas nos *scaffolds* por compressão cíclica foi efetuada com recurso um biorreator desenvolvido e patenteado pela equipa [7]. Os resultados obtidos demonstraram que estas estruturas permitem não só a adesão,

mas também a proliferação celular, uma vez que se verificou um aumento de cerca de 20% da viabilidade celular ao longo do período de cultura. A estimulação mecânica aplicada gerou uma resposta positiva das células, nomeadamente um incremento de cerca de 10% na viabilidade celular em comparação com os valores estáticos e indícios de produção de elementos da matriz extracelular da cartilagem.

Palavras-chave: *engenharia de tecidos da cartilagem, scaffolds electrofiados, anisotropia, PCL, gelatina, biocompatibilidade*

TÓPICO

2) a.: Tecnologias para a Qualidade de Vida – Tecnologias Multi-escala e Dispositivos para a Medicina, Ambiente & Energia

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi financiado pelo Programa COMPETE-FEDER, Programa Operacional Competitividade e Internacionalização através do projeto POCI-01-0145-FEDER-016574 e pela Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT) pelo projeto PTDC/EMS-TEC/3263/2014.

REFERÊNCIAS

- [1] Johnstone B, Alini M, Cucchiari M, Dodge GR, Eglin D, Guilak F, Madry H, Mata A, Mauck RL, Semino CE, Stoddart MJ. Tissue engineering for articular cartilage repair – the state of the art. *European Cells and Materials* (2013) 25: 248-267.
- [2] Meng Q, An S, Damion, RA, Jin Z, Wilcox R, Fisher J, Jones A. The effect of collagen fibril orientation on the biphasic mechanics of articular cartilage. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials* (2017) 65: 439-453.
- [3] McLeod MA, Wilusz RE, Guilak F. Depth-dependent anisotropy of the micromechanical properties of the extracellular and pericellular matrices of articular cartilage evaluated via atomic force microscopy. *Journal of Biomechanics* (2013) 46(3): 586-592.
- [4] Armiento AR, Stoddart MJ, Alini M, Eglin D. Biomaterials for articular cartilage tissue engineering: Learning from biology. *Acta Biomaterialia* (2018) 65: 1-20.
- [5] Khoshgoftar M, van Donkelaar CC, Ito K. Mechanical stimulation to stimulate formation of a physiological collagen architecture in tissue engineered cartilage: a numerical study. *Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering* (2011) 14(2): 135–144.
- [6] Zheng R, Duan H, Xue J, Liu Y, Zhao S, Zhu Y, Liu Y, He A, Zhang W, Liu W, Cao Y, Zhou G. The influence of Gelatin/PCL ratio and 3-D construct shape of electrospun membranes on cartilage regeneration. *Biomaterials* (2014) 35(1):152-164.
- [7] Completo A, Mendes A. Bioreactor de estímulo para caracterização biomecânica de engenharia de tecidos (2013) PATENTE DE INVENÇÃO NACIONAL Nº 106827.

Estimulação elétrica usando tecnologias capacitivas

Marco P. Soares dos Santos¹, J. Coutinho¹, A. Ramos¹, Jorge A. F. Ferreira¹

¹ Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade de Aveiro, Aveiro, Portugal.

Resumo— Uma tendência crescente tem sido observada ao longo da última década na incidência da cirurgia de substituição de articulações ósseas, principalmente em pacientes com idade inferior a 65 anos. A revisão a 10 anos de tais articulações artificiais está estimada entre 5 a 20% [1]. Os recentes avanços na tecnologia ortopédica já permitem o design de implantes com geometrias customizadas e até o uso de estruturas com múltiplos materiais. Um grande impacto foi alcançado com as modificações (bio)químicas da superfície dos implantes. Estas metodologias apresentam limitações significativas na personalização da integração osso-implante. Promissora é a metodologia baseada na entrega personalizada de estímulos biofísicos em estruturas ósseas [2,3]. Releia-se a estimulação elétrica e/ou magnética, que tem sido usada como terapia numa grande gama de aplicações, tais como ortopédicas, neuronais, oftalmológicas, entre outras. O principal objetivo deste estudo é apresentar 3 novas configurações de estimuladores capacitivos e sua potencialidade para a entrega de estímulos elétricos em células ósseas MC3T3 *in vitro*.

Foram analisadas as seguintes 3 configurações: (1) padrão listrado coplanar; (2) padrão interdigitado coplanar; e (3) padrão circular coplanar [3,4]. Foram modelados numericamente e analisados usando COMSOL 5.2. Modelos biofísicos foram desenvolvidos com 8 domínios: 3 “elétrodos” (1 mm espessura), “caixa de Petri” (0.5 mm espessura), “substrato” (0.5 mm espessura), “ar”, “meio celular” (10 e 20 μm de espessura) e “meio fisiológico” (1 mm espessura). Todos estes domínios foram definidos como homogêneos e isotrópicos, e modelados como malhas 3D de elementos lineares tetraédricos de 2ª ordem (Método Delaunay). Foi realizado o refinamento da malha, assim como o dimensionamento do domínio “ar” por análise de convergência (2% de erro como critério de paragem). Foi imposta a condição de Neumann homogênea às fronteiras internas. As fronteiras externas foram eletricamente isoladas. Os campos elétricos foram simulados usando a interface “Magnetic and Electric Fields” para a resolução das equações de Maxwell no domínio da frequência. As simulações foram realizadas aplicando nos elétrodos excitações sinusoidais de baixa e alta frequência (14 Hz e 60 kHz), com 10 V de amplitude [3,4].

A dinâmica e distribuição do campo elétrico ao longo do meio celular foi analisado e sistematicamente comparado. Similares dinâmicas, magnitudes e distribuições foram observadas nos 3 estimuladores (Figs. 1a-f). A excitação de baixa frequência entrega campos elétricos de maior magnitude às células: estímulos sinusoidais com 0.3 V/mm de magnitude para excitações de 14 Hz (Figs. 1a-c), e 0.27 V/mm para 60 kHz (Figs. 1d-f). Uma maior heterogeneidade é obtida para a estimulação de baixa frequência. De fato, o estímulo não se anula sobre o elétrodo-cátodo na estimulação de alta frequência. A maior magnitude do estímulo é encontrada sobre o elétrodo-ânodo. Há ainda a realçar a insignificante influência do estado de confluência na variação do estímulo elétrico. Finalmente, há ainda a considerar que a replicabilidade dos parâmetros dos estímulos, para estimuladores

com um número maior de elétrodos, é apenas garantida para análises de baixa frequência (com elétrodos de 1 mm de espessura). A diminuição da espessura dos elétrodos (0.1 mm) garante a replicabilidade dos estímulos tanto para baixas como para altas frequências. Estes resultados mostram que estes estimuladores podem entregar estímulos considerados osteogénicos. Podem ainda ser aplicados em terapias de estimulação personalizadas, uma vez que o tipo, magnitude e frequência podem ser variados de acordo com especificações médicas.

Keywords—Dispositivo médico, implante, osso, campo elétrico

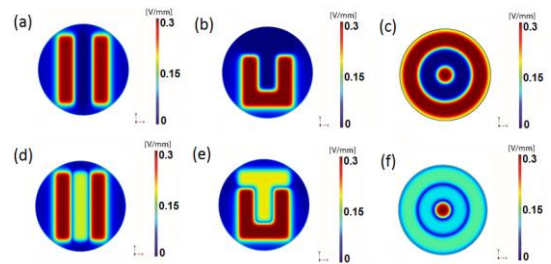


Fig. 1: Estímulo de campo elétrico para 14 Hz (a-c) e 60 kHz (d-f).

TÓPICO

2. Tecnologias para a Qualidade de Vida – b) Tecnologias Multi-escala e Dispositivos para a Medicina, Ambiente & Energia

REFERÊNCIAS

- [1] M. Soares dos Santos et al., “Instrumented hip joint replacements, femoral replacements and femoral fracture stabilizers”, *Expert Rev. Med. Devices*, vol. 11, pp. 617-63, Nov. 2014.
- [2] M. Soares dos Santos, J. Ferreira, A. Ramos, J. Simões, “Active Orthopaedic Implants: Towards Optimality”, *J. Franklin Inst.*, vol. 352, pp. 813-834, March 2015.
- [3] M. Soares dos Santos et al., “New cosurface capacitive stimulators for the development of active osseointegrative implantable devices”, *Sci. Rep.*, vol 6, 30231, Jul 2016.
- [4] J. Coutinho, “Estudo comparativo de atuadores capacitivos para implantes ativos”, Tese de Mestrado em Engenharia Mecânica, Universidade de Aveiro, 2017.

Levitação magnética na geração autónoma de energia

P. Carneiro¹, Marco P. Soares dos Santos¹, Jorge A. F. Ferreira¹

¹ Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade de Aveiro, Aveiro, Portugal

Resumo— Os geradores com arquitetura em levitação magnética têm grande potencial para converter energia cinética em energia elétrica, garantindo reduzida manutenção e longo período de geração autónoma de energia. A eficiência é máxima quando este é colocado no seu regime de ressonância, o que implica que a sua implementação tenha em conta a excitação exterior a que está sujeito (normalmente são desenvolvidos para operar a baixas frequências). É difícil cumprir este requisito uma vez que se podem verificar grandes variações na frequência e forma de onda da excitação exterior, tornando-se desafiante maximizar a eficiência destes geradores. Neste artigo, pela primeira vez, é apresentado uma revisão bibliográfica sobre este tipo de geradores eletromagnéticos.

A configuração de base é composta por uma estrutura cilíndrica oca que incorpora 3 ímanes permanentes, dois fixos nas extremidades e um em levitação magnética. Um enrolamento com múltiplas camadas é instalado na superfície exterior da estrutura [1]. Das várias configurações que foram analisadas, observou-se que já foram propostas variações na geometria da estrutura (circular, retangular), número de ímanes em levitação (até 3), número de enrolamentos (até 5), e geometria dos ímanes (esféricos, cilíndricos, paralelepípedos e em anel). Também já se consideraram sistemas de guiamento dos ímanes em levitação, e até a inserção de elementos de armazenamento de energia mecânica.

Os principais modelos desenvolvidos para modelar o processo de transdução de energia foram desenvolvidos por: Mann e Sims [2], e Berdy, Valentino e Peroulis [4], quanto à modelação analítica; Soares dos Santos *et al.* [1], quanto à modelação semi-analítica; Saravia, Ramirez e Gatti [3], e Saha *et al.* [5], quanto à modelação híbrida (FEM e analítica).

O modelo proposto por Mann e Sims [2] inclui equações mecânicas e elétricas (estáticas e dinâmicas) modeladas de acordo com as equações de Duffing. A força de repulsão magnética é obtida de forma empírica e os resultados foram descritos recorrendo a uma função polinomial de terceira ordem. Não são indicadas informações acerca do campo magnético do íman em levitação (mas é admitido como constante). A resposta do sistema para excitações harmónicas foram obtidas analiticamente e foram comparadas com ensaios experimentais. Já Berdy, Valentino e Peroulis [4] recorrem a ímanes paralelepipedais. Tanto o campo e forças magnéticas, a tensão e corrente induzidas e as forças de atrito foram analisadas numa forma puramente analítica. Soares dos Santos *et al.* [1] desenvolveram um modelo semi-analítico no qual o campo magnético gerado pelos ímanes foi determinado em todos os pontos do espaço cartesiano (*thin coil model*). A força magnética de repulsão foi obtida entre diferentes ímanes usando o modelo de Craik. As forças de atrito mecânicas foram modeladas

segundo o modelo de Karnopp. Os resultados teóricos confirmam os experimentais com erros inferiores a 15% e com taxas de correlações superiores a 86%. Outra abordagem foi realizada por Saravia, Ramirez e Gatti [3], que estudam a evolução da força de repulsão magnética e do fluxo magnético do íman em levitação recorrendo a um modelo FEM não linear. É feita uma análise híbrida recorrendo a uma aproximação numérica-analítica sobre as componentes eletromagnéticas. Por sua vez, Saha, O'Donnell e McCloskey [5] apresentam 4 possíveis configurações do gerador. Aqui, as forças magnéticas e o campo magnético são examinadas recorrendo a uma análise FEM. O modelo é validado com os protótipos reais numa tentativa de analisar a resposta em frequência e a tensão gerada com o enrolamento em vazio.

Keywords—levitação magnética, *energy harvesting*, gerador electromagnético

TÓPICO

Tecnologias para a Qualidade de Vida – Tecnologias Multi-escala e Dispositivos para a Medicina, Ambiente & Energia.

REFERÊNCIAS

- [1] M. P. Soares dos Santos, J. A. F. Ferreira, J. A. O. Simões, R. Pascoal, J. Torrão, X. Xue, E. P. Furlani, “Magnetic levitation-based electromagnetic energy harvesting: a semi-analytical non-linear model for energy transduction”, *Sci. Rep.*, vol. 6, pp. 18579, Janeiro 2016.
- [2] B. P. Mann, N. D. Sims, “Energy harvesting from the nonlinear oscillations of magnetic levitation”, *J. Sound Vib.*, vol. 319, pp. 515-530, Julho 2008.
- [3] C. M. Saravia, J. M. Ramirez, C.D. Gatti, “A hybrid numerical-analytical approach for modeling levitation based vibration energy harvesters”, *Sensor Actuat. A: Phys.*, vol. 257, pp. 20-29, 2017.
- [4] D. F. Berdy, D. J. Valentino, D. Peroulis, “Design and optimization of a magnetically sprung block magnet vibration energy harvester”, *Sensor Actuat. A: Phys.*, vol. A218, pp. 69-79, Julho 2014.
- [5] C. R. Saha, T. O'Donnell, N. Wang, P. McCloskey, “Electromagnetic generator for harvesting energy from human motion”, *Sensor Actuat. A: Phys.*, vol. 147, pp. 248-253, Março 2008.

Adsorption Heat Pumps for Domestic Water Heating and Central Heating

João Dias¹

¹ Mechanical Engineering Department
University of Aveiro
Aveiro, Portugal
joaomdias@ua.pt

Vítor Costa¹

¹ Mechanical Engineering Department
University of Aveiro
Aveiro, Portugal
v.costa@ua.pt

Abstract— Nowadays, almost 50% of Europe’s energy consumption is channeled to heat and cold production. More than 35% of the overall consumption is used by the building sector alone, from which 75% is employed on domestic hot water production and room heating [1]. Heat pumps are solid solutions for water and space heating in industrial and residential buildings. Adsorption heat pumps (AHPs) have attracted the heating market’s attention over the last years due to their low environmental impact, which reaffirms the need for more research in this area. Compared to the conventional vapor compression heat pumps, which rely on high global warming potential (GWP) refrigerants (HFCs and HCFCs), AHPs work with natural refrigerants that have zero GWP such as water and ammonia [2]. Moreover, contrary to the vapor compression heat pumps that run on electrical energy, AHPs can make use of waste heat and renewable energies like solar and geothermal energies [3]. When driven by a renewable energy source, AHPs output heat is considered 100% renewable. In addition, AHPs work with natural refrigerants and produce low noise levels, which represents an advantage for urban areas and housing installations. From a literature review, it is concluded that there are very few AHP systems for heating applications such as domestic water heating and central heating. Even for the reported systems, detailed information that allows an external or newer researcher to simulate the system and validate his physical model is missing. Furthermore, dynamic models that allow the simulation of a complete AHP system could not be found in the literature. A system level study that simultaneously considers the bed specifications and the operational parameters of an AHP system is lacking, representing a major gap in the scientific knowledge [4]. Building a bridge between academic researches on AHPs and industrial and commercial requirements for domestic water heating and central heating would lead to better prototypes and faster ready to market product development. In order to build this bridge, there are several issues that need to be addressed, which are discussed in this paper. In order to build better prototypes, physical models of a complete AHP system need to be developed and validated. Regarding the adsorbent material regeneration, several options can be considered depending on the application and the system requirements. Lastly, achieving suitable heating power using solely an AHP system is still challenging and many parametric studies still need to be performed in order to reach an AHP system’s best performance coefficients under several operation conditions. Preliminary results show that, for each application, a balance between the coefficient of performance (COP) and the specific heating power (SHP) must be reached. Longer cycles provide higher COP whereas faster cycles result in higher SHP. For a cycle with a duration of 54.1 min the COP and SHP values are 1.42 and 249 W/kg, respectively. On the other hand, for a faster cycle with 13.5 min the COP and SHP values are 1.26 and 297 W/kg, respectively.

Keywords— Adsorption heat pump; heating applications; system’s performance; adsorption heating; physical model.

TOPIC

This paper fits the topic 2) a.: Technologies for the Wellbeing – Multiscale technologies and devices for medicine, environment and energy.

Acknowledgment

The present study was developed in the scope of the **Smart Green Homes Project** [POCI-01-0247-FEDER-007678], a co-promotion between **Bosch Termotecnia S.A.** and the **University of Aveiro**. It is financed by Portugal 2020 under the Competitiveness and Internationalization Operational Program, and by the European Regional Development Fund.

Cofinanciado por:



REFERENCES

- [1] J. M. Pinheiro, S. Salústio, J. Rocha, A. A. Valente, and C. M. Silva, “Analysis of equilibrium and kinetic parameters of water adsorption heating systems for different porous metal/metalloid oxide adsorbents,” *Appl. Therm. Eng.*, vol. 100, pp. 215–226, 2016.
- [2] B. Dawoud, “On the development of an innovative gas-fired heating appliance based on a zeolite-water adsorption heat pump: System description and seasonal gas utilization efficiency,” *Appl. Therm. Eng.*, vol. 72, no. 2, pp. 323–330, 2014.
- [3] H. Demir, M. Mobeidi, and S. Ülkü, “A review on adsorption heat pump: Problems and solutions,” *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 12, no. 9, pp. 2381–2403, 2008.
- [4] A. Pesaran, H. Lee, Y. Hwang, R. Radermacher, and H. H. Chun, “Review article: Numerical simulation of adsorption heat pumps,” *Energy*, vol. 100, pp. 310–320, 2016.

Natural refrigerant heat pumps

A research for improving energy performance

Francisco Bispo Lamas¹

¹ Departamento de Engenharia Mecânica
Universidade de Aveiro
Aveiro, Portugal
francisco.lamas@ua.pt

Vitor Costa¹

¹ Departamento de Engenharia Mecânica
Universidade de Aveiro
Aveiro, Portugal
vitor.costa@ua.pt

Abstract—Vapor compression cycles have been widely used in refrigeration and air-conditioning systems. Owing to their high efficiency, these cycles have also been successfully employed in heat pumps heaters, for space heating and domestic hot water preparation. As a key element in the decarbonization of heating and cooling sector, the use of heat pump systems is gradually increasing worldwide. However, it is in the European Union where the most notorious growth has been registered. European Directives on the energy performance of buildings, and on the promotion of the use of renewable energy and products related to energy production, have been driving forces for technological development and improvement of the energy performance of such equipment. Nevertheless, recent environmental restrictions over the commonly used fluorinated refrigerants forced a paradigm shift in the design and conception of new equipment. Natural fluids such as hydrocarbons (HC, mainly propane - R290), ammonia (NH₃) and carbon dioxide (CO₂), among other low global warming potential refrigerants, have been tested and implemented in vapor compression systems, detaining yet, some safety or efficiency issues. The research on this subject has been a topic of interest, where the improvement of the energy performance is the key element. However, a big main question remains: how to improve the energy performance of natural refrigerant heat pumps regarding conventional synthetic refrigerant equipment, without losing the commercial competitiveness? This problem triggers an additional perspective on the design and analysis of performant natural refrigerant heat pumps. For this reason, it is important to identify the essential design parameters, to perform parametric analyses and implement optimization processes, providing answers for the desired improvement through the CO₂ gas cooler model or the cycle configuration, or whilst the HC charge is reduced, or even controlling the exergy destruction. Particularly for heat pumps using HC as refrigerant, the amount of the handled flammable fluid is a major concern. A high ratio of heat transfer area to the heat exchanger volume and a high subcooling degree have been identified as crucial parameters to the charge minimization and the energy efficiency improvement. Contrasting with the high flammability from the HC and the toxicity from NH₃, CO₂ arises as a

competitive environmental-friendly alternative, inasmuch as it is incorporated in a transcritical vapor compression cycle. However, the discharge at supercritical conditions imposes drastic changes in the fluid thermophysical properties, inhibiting the use of classic engineering approaches (which would lead to over-estimations on the capacity or on the thermal efficiency) and demanding the use of accurate numerical gas cooler models. The upper pressure value and the refrigerant temperature at the gas cooler outlet have been identified as critical parameters on the optimization of the overall energy performance, which have also a direct impact over the gas cooler thermal efficiency. Owing the greater pressure difference on the transcritical cycle, the expansion losses result on a high contribution to the total irreversibility percentage and consequently, on a large exergy destruction, increasing the feasibility for work recovery or other cycle's modifications.

Keywords—Heat pumps; vapor compression cycle; comfort heating; sanitary hot water production; transcritical CO₂ cycle; propane

TOPIC

2) a.: Technologies for the Wellbeing – Multiscale technologies and devices for medicine, environment and energy.

ACKNOWLEDGMENT

The present study was developed in the scope of the **Smart Green Homes Project** [POCI-01-0247-FEDER-007678], a co-promotion between **Bosch Termotecnologia S.A.** and the **University of Aveiro**. It is financed by Portugal 2020 under the Competitiveness and Internationalization Operational Program, and by the European Regional Development Fund.

Cofinanciado por:



Artificial Neural Network Modelling of Solar Thermal Hybrid Façade

Luís Filipe Martins^{1*}

¹ Mechanical Engineering Department, University of Aveiro, Aveiro, Portugal

*lfmartins@ua.pt

Fernando Neto^{1,2}

¹ Mechanical Engineering Department, University of Aveiro, Aveiro, Portugal

² TEMA, Centro de Tecnologia Mecânica e Automação, University of Aveiro, Portugal

TOPIC

- 2) Technologies for the Wellbeing
 - a. Multiscale technologies and devices for medicine, environment and energy;

References

- [1] S. A. Kalogirou, "Applications of artificial neural-networks for energy systems," *Appl. Energy*, vol. 67, no. 1–2, pp. 17–35, 2000.
- [2] S. Lalot, "Identification of the time parameters of solar collectors using artificial neural networks," in *Proceedings of Eurosun*, 2000, no. 2, pp. 1–6.
- [3] A. E. Ruano, E. M. Crispim, E. Z. E. Conceição, and M. M. J. R. Lúcio, "Prediction of building's temperature using neural networks models," *Energy Build.*, vol. 38, no. 6, pp. 682–694, 2006.

Abstract— Climate change and sustainable development are some of the 21st century greater challenges. Renewable energies technology has reached a point where it becomes affordable to produce on-site the energy necessary to fulfill the needs. This producer-consumer paradigm can become a synonym of sustainability (supply-to-demand matching), energy efficiency (closer production and consumption means less energy transport losses) and security of supply (production is endogenous). It should be noted that the cost of renewable energy is becoming increasingly lower (the cost of energy obtained from renewable sources is easily calculated and relates to the return on investment made in the system and its maintenance) and the uncertainties in the fluctuation of energy costs have a low degree of instability and will depend mostly on the maintenance of the system. This approach leads to a better environment with less air and noise pollution resulting in greener cities. In this work it is intended to demonstrate the potential offered by a hybrid solar thermal façade which heats air and water, cools air and may also be used for passive ventilation. The façade can be used in several contexts, such as: industrial processes with lower enthalpy requirement, commercial buildings, hospital and hotels. The economic/financial analysis of the solution is a rather important factor that may decide the viability of such a façade in a determinate location. To provide such information a model of the façade will be created using an Artificial Neural Network (ANN). The use of artificial neural networks in various applications related with renewable energies, energy management in buildings and thermal systems analysis has been increasing significantly over the years [1]–[3]. This technique has, however, a different approach when compared with others as it uses and depends on data collected previously from a working prototype or a simulated system. This data should characterize the system behavior/performance during a rather large period and will be used afterwards to train the network which will then replicate the façade's working behavior.

Keywords—Artificial Neural Networks; System Modelling; Solar Thermal; Renewable Energy

Graphene Oxide Macrostructures for the removal of Heavy Metals in Contaminated Waters

Ana Bessa^{1,2}, Bruno Henriques², Gil Gonçalves¹, Maria Eduarda Pereira², Paula Marques¹

¹ TEMA-NRD, Mechanical Engineering Department, University of Aveiro, 3810-193 Aveiro, Portugal

² CESAM & Department of Chemistry, University of Aveiro, 3810-193 Aveiro, Portugal

Abstract — It's estimated that by 2050 the demand for drinking water will rise from 30 to 85%.

The main threats to human health from heavy metals are associated with exposure to lead, cadmium, mercury and arsenic ions designed by potential toxic elements (PTEs). These metals have been extensively studied and their effects on human health regularly reviewed by international bodies such as the WHO (World Health Organization).

Precipitation, oxidation-reduction, membrane filtration, ion exchange, and photo degradation are some of the conventional methods available to remove contaminants from water [1]. Because of its simplicity, versatility and efficiency, adsorption is a very attractive, and the most popular water treatment process [2]. A classical adsorbent is activated carbon, the most relevant from an industrial point of view [3]. Nevertheless, its production cost is elevated and presents a high cost of regeneration.

So the development of more efficient and economical technologies becomes imperative. The growing development of nanotechnology and advances in the development of three-dimensional (3D) structures of graphene-based materials has shown that these materials have a high potential in remediation.

Our team [4] studied the possibility of the chemically functionalization of the surface of 3D graphene oxide (GO) structures, in order to increase its sorption capacity or enhance its affinity for a specific pollutant. In particular, we modified the surface of 3DGO with nitrogen functional groups from ammonia (3DGON) increasing its removal efficiency for Hg(II) up to 95% in ultra-pure water with 24 hours contact time. These results were obtained with only (10 mg L⁻¹) of this material, to achieve a residual concentration of Hg(II) in solution very close to 1 µg L⁻¹, which is the European guideline value for drinking water.

Following the improvement of that graphene-based macrostructures we are developing new graphene-based materials with enhanced performance for Hg removal. Different 3DGO surface functionalization is being explored. The common feature of the functional groups under study is the presence of nitrogen. A new composition was already developed showing great affinity for Hg removal from different waters (ultra-pure water, tap water, river water and seawater), at realistic conditions (initial concentration of Hg in water of 50 µg L⁻¹). It was found that 10 mg

L⁻¹ of material can remove up to 98% of Hg from ultra-pure water in just 2 hours of contact time.

Our aim consists in the optimization of GO-based macrostructures, chemically manipulated to increase their removal efficiency and selectivity towards the PTEs, test the efficiency of these materials in real water (river and sea water) and develop a prototype able to be customized for a specific contaminated water.

Keywords—water; heavy metals; adsorption; activated carbon; nanotechnology; three-dimensional graphene-based structures

ACKNOWLEDGMENT

The authors thank to FCT for the PhD grant SFRH/BD/110478/2015, and IF/00917/2013/CP1162/CT0016 and TEMA (UID/EMS/00481/2013).

TOPIC

Technologies for the Wellbeing - Multiscale technologies and devices for medicine, environment and energy

REFERENCES

- [1] Yu, B., Zhang, X., Xie, J., Wu, R., Liu, X., Li, H., Chen, F., Yang, H., Ming, Z., Yang, S.-T., Magnetic graphene sponge for the removal of methylene blue, *Appl. Surf. Sci.*, 351, 765, 2015.
- [2] Cobas, M., Sanroman, M.A., Pazos, M., Box-Behnken methodology for Cr (VI) and leather dyes removal by an eco-friendly biosorbent: *F. vesiculosus*, *Bioresour Technol.*, 160, 166, 2014.
- [3] Bansal, R.C., Goyal, M., *Activated Carbon Adsorption*, 2005.
- [4] Henriques, B., Gonçalves, G., Emami, N., Pereira, E., Vila, M., Marques, P.A., Optimized graphene oxide foam with enhanced performance and high selectivity for mercury removal from water, *J Hazard Mater.*, 453, 301, 2016.

Phase Change Materials

Thermal characteristics - an application oriented parametrization

Bruno Daniel Cordeiro Pereira^{1*}

¹ Departamento de Engenharia Mecânica
Universidade de Aveiro
Aveiro, Portugal
*bdcp@ua.pt

Fernando Neto¹

¹ Departamento de Engenharia Mecânica
Universidade de Aveiro
Aveiro, Portugal
fneto@ua.pt.

Abstract— The use of renewable energies has been rising steadily for the last few years. The efforts from around the globe to reduce emissions further reinforces this trend. Renewable energy production is intermittent, leading to the necessity for a way to bridge the gap between production and demand. For this, energy storage systems play a vital role[1]. Thermal energy storage (TES) where energy is stored as thermal energy, be it at high or low temperatures functions similarly for all applications: there is a charging phase, where energy is stored and discharging stage where energy is recovered. These steps can occur simultaneously or separately. TES systems can increase the efficient use of thermal equipment, taking advantage of its ability to shift power loads from high-peak to off-peak times. Thermal energy storages can be Sensible heat storages (SHSs), where the produced energy is stored by means of rising the temperature of the storage material and latent heat thermal energy storages (LHTES) where energy storage happens by the change in state of the storage material phase. The materials used in these systems are called phase change materials (PCM). The development of a LHTES system is influenced by several factors, as the use of PCMs creates several challenges:

- PCMs need high values of latent heat densities, this being an important factor to the amount of energy that the PCM is theoretically able to store. Lower values require higher volumes of material to store the same energy. Moreover, the material should also have a high specific heat, to increase the sensible heat stored, augmenting the total energy stored in the material.
- One of the main questions regarding the thermal storage capacity of PCMs is related to the low thermal conductivity of these materials, which limits the amount of heat that can be stored in a volume of PCM. This characteristic limits the response time of the heat transfer for these systems, as low thermal transfer coefficient can lead to low heat transfer[2].
- The thermal characteristics of the PCM heat transfer vary during melting/freezing, as heat transfer coefficients between solid and liquid phase are distinct, as well as the main heat transfer process (conduction and convection) is different in each phase. These characteristics are also linked to the moving boundary separating the solid phase from liquid phase.
- Problems with PCMs arise in regards with their long-term stability,

due to thermal cycling, with deterioration of its thermal characteristics, or with corrosion between PCM and container. This situation can limit the use of some PCMs. The use of PCMs in TES are currently hindered by these limitations. To improve PCM use, there is a need to answer several questions:

- What are the essential properties for a given application?
- How to efficiently characterize PCM materials and their performance when applied to a given LHTES system?
- How can we combine all PCM characteristics for a better performance?

To tackle these questions the author proposes the creation of a tool for simulation of PCM systems and optimisation of the PCM characteristics.

Keywords— Energy storage; LHTES; Phase change materials; PCM parametrization.

ACKNOWLEDGMENT

The present study was developed in the scope of the **Smart Green Homes Project** [POCI-01-0247-FEDER-007678], a co-promotion between **Bosch Termotecnologia S.A.** and the **University of Aveiro**. It is financed by Portugal 2020 under the Competitiveness and Internationalization Operational Program, and by the European Regional Development Fund.



TOPIC

- [1] A. Sharma, V. V. Tyagi, C. R. Chen, and D. Buddhi, "Review on thermal energy storage with phase change materials and applications," *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 13, no. 2, pp. 318–345, Feb. 2009.
- [2] N. Sarier and E. Onder, "Organic phase change materials and their textile applications: An overview," *Thermochim. Acta*, vol. 540, pp. 7–60, 2012.

Limitações ao Potencial Eólico em Cabo Verde

Jorge Tavares^{1*}, Fernando Neto^{1,2}

^{1*} Departamento de Energia Mecânica,
Universidade de Aveiro, Portugal, Programa
Doutoral em Sistemas Energéticos e Alterações
Climáticas
jorgemendestavares@ua.pt

² Centro de Tecnologia Mecânica e Automação
(TEMA), Departamento de Energia Mecânica,
Universidade de Aveiro, Portugal.

Resumo— A penetração de energias provenientes de fontes intermitentes na rede elétrica, globalmente, tem um impacto positivo sobre o meio ambiente e a economia. Porém, impõe vários desafios operacionais ao sistema, principalmente para garantir a estabilidade de frequência e de tensão. Neste contexto, pretende-se neste trabalho, fazer uma análise sobre as limitações da penetração das energias renováveis, particularmente a proveniente dos recursos eólicos, no sistema elétrico de Cabo Verde. Cabo Verde possui um potencial renovável excepcional, porém, ainda 79,5% de toda a energia produzida provém das Centrais Térmicas, contribuindo para a emissão de CO₂eq para a atmosfera. Segundo o Plano Energético Renovável de Cabo Verde (2011)¹, até 2020 serão instalados mais de 100MW de potência renovável através de um plano de investimento superior a €240M (duzentos e quarenta milhões de Euros). Por conseguinte, serão evitados mais de €30M (trinta milhões de Euros) de importações, o equivalente a mais de 60 milhões de litros de Fuel-óleo ou gasóleo e mais de 200.000 toneladas de emissões de CO₂eq. A vulnerabilidade para a instalação de sistemas de produção de energias renováveis, o comportamento da rede elétrica e os efeitos sobre a economia são aspetos a serem explorados neste trabalho.

Palavras-chave: energia renovável; meio ambiente; economia

TÓPICO

- 2) Tecnologias para a Qualidade de Vida
 - a. Tecnologias Multi-escala e Dispositivos para a Medicina, Ambiente & Energia.

Melhor mobilidade, menos emissões: Sistema Inteligente de Gestão das Emissões em Interseções (SIGEI)

João Teixeira^{1*}, Paulo Fernandes¹, Margarida C. Coelho¹

¹Departamento de Engenharia Mecânica
Centro de Tecnologia e Automação, Universidade de Aveiro, Portugal

Resumo— O crescimento do setor dos transportes tem originado elevados montantes de emissões atmosféricas, representando 25% das emissões de gases com efeito de estufa na União Europeia em 2014 [1]. A utilização dos Sistemas Inteligentes de Transportes (ITS) tem um grande potencial de contribuição para a sustentabilidade do transporte rodoviário [2]. Portanto, é um dos métodos utilizados para mitigar os impactos associados às externalidades do setor dos transportes.

Ao nível das operações em interseções semaforizadas, os ITS tem dado mais relevância ao desempenho do tráfego, segurança rodoviária e comportamento do condutor e menos à análise relativa dos consumos e emissões [3]. É importante referir que a otimização das interseções de modo a dar prioridade aos autocarros urbanos pode resultar num aumento dos níveis de congestionamento do restante tráfego [4].

O conhecimento científico relativo ao uso de ITS nas interseções mostra lacunas ao nível da aplicação de sistemas de informação em tempo real visando a redução de emissões de poluentes e desempenho de tráfego tanto para o transporte individual como para o transporte coletivo.

Assim, o principal objetivo desta investigação consistiu no desenvolvimento de um Sistema Inteligente de Gestão das Emissões em Interseções (SIGEI), que visa a otimização do desempenho de tráfego e emissões de poluentes em interseções semaforizadas. Este protótipo utiliza um critério de prioridade baseado na energia cinética dos veículos, regulando a velocidade do restante tráfego.

Um protótipo do sistema foi desenvolvido e testado no modelo microscópico de tráfego VISSIM. Para a estimativa das emissões de poluentes de veículos ligeiros, comerciais ligeiros, híbridos e autocarros urbanos usou-se a metodologia VSP – Vehicle Specific Power. Assim, o SIGEI foi comparado com um semáforo de temporização fixa e atuado em duas interseções com 4 ramos de entrada e de saída, uma delas com uma via de circulação sem viragens à esquerda nos ramos principais e outra com uma via de circulação e ainda com permissão de viragens à esquerda nos ramos principais. Foi demonstrado que a implementação do SIGEI reduziu as emissões entre 4 a 6% na primeira configuração com volume de tráfego menor que 1500 VPH. No que concerne aos consumos, as reduções cifraram-se em 3% para volumes de tráfego menores que 1500 VPH. Contudo, os consumos aumentaram em 5% quando a intersecção operou no limiar da saturação. Os benefícios do SIGEI foram inexpressivos para a

segunda configuração; as emissões aumentaram entre 1 e 2% e os consumos até 2%.

A inovação deste estudo consiste na aplicação de uma ferramenta ITS que otimiza simultaneamente o desempenho de tráfego e emissões. Como são dadas as condições de prioridade aos veículos de transporte coletivo também contribui para a sustentabilidade da rede viária.

Sistemas Inteligentes dos Transportes, Interseções, Emissões, Desempenho, Otimização, Tráfego

TÓPICO

2. b): Tecnologias Inovadoras para Cidades Inteligentes.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos Projectos Estratégicos UID-EMS-00481-2013-FCT e CENTRO-01-0145-FEDER-022083, e ao projeto MobiWise “From mobile sensing to mobility advising” (P2020 SAICTPAC/0011/2015), cofinanciado pelo COMPETE 2020, Portugal2020, Fundos Europeus Estruturais e de Investimento – FEDER e a fundação para a Ciência e a Tecnologia (FCT).

REFERÊNCIAS

- [5] AEA, Transport indicators tracking progress towards environmental targets in Europe (AEA Relatório N° 34/2016). 2016: Agência Europeia do Ambiente: Copenhaga, Dinamarca.
- [6] ITS JPO, *Intelligent Transportation Systems Benefits, Costs, and Lessons Learned, FHWA-JPO-17-500*, 2017: U.S. Departamento dos Transportes, ITS Joint Program Office: Washington, DC.
- [7] R. Wehbe, Z. Massaad, E. Otayek, Using intelligent transportation systems to enhance pedestrian safety at Beirut signalized intersection, 5^a Conferência Internacional em “Models and Technologies for Intelligent Transportation Systems”. 2017: Napoles, Itália. p. 574-579.
- [8] J. Wahlstedt, *Impacts of Bus Priority in Coordinated Traffic Signals*. Procedia - Social and Behavioral Sciences, 2011. 16: p. 578-587.

Impact of the interaction between motor vehicles and bicycles on route selection, traffic performance, emissions and safety

Ph.D. Mechanical Engineering – Transportation

Behnam Bahmankhah^{1*}, Margarida C. Coelho¹

¹Dept. Mechanical Engineering

Centre for Mechanical Technology and Automation (TEMA)

University of Aveiro – Portugal

*behnam.bahmankhah@ua.pt, margarida.coelho@ua.pt

Abstract— Individual benefits of bicycles along with positive effects on pollutants and environmental issues have led to the increase of cycling rate at urban areas [1]. However, different road users have different criteria and it is important to assess our routes based on their preferences. The study of bicycle-motor vehicle (MV) interaction might be more important than interaction between MVs since cyclists are more vulnerable and potentially exposed to damage of a collision than MVs' drivers [2]. Regarding the probable safety concerns associated with the number of conflicts and impact of volatility driving (hard accelerations/decelerations and aggressive manoeuvres) between MVs and cyclists, roundabouts and intersections with traffic lights and stop-controlled junctions are the critical traffic points [3]. There were several studies focused on impacts of cycling regarding safety concerns, traffic performance and emissions at intersections (about traffic performance-safety: [4], about traffic performance-emissions: [5] and about MVs volatility driving impacts in urban areas [6]). However, there is a lack of research focused on the impacts of cycling in an integrated way. In this thesis the transportation impacts as a result of bicycle-MV interactions selected with route choices modeled using an integrated three-dimensional multi-objective model to achieve all identified goals simultaneously. Minimizing delay, traffic queue and emissions and maximizing the safety are the main objectives of this work at different roads. The thesis main questions are: (i) What are the main criteria in urban transportation network for passengers who are using a motor vehicle or a bicycle? (ii) What are the main factors of driving volatility as a result of bicycle-motor vehicle interactions and their impacts on traffic performance, emissions, and safety? All the necessary traffic data were extracted from the network, then a modeling platform of traffic (VISSIM), emissions (VSP) and safety (SSAM & PC-Crash) were used to evaluate the impacts of volatility on above outputs. The main findings are: (I) The presence of bicycles may dictate a trade-off in the network (II) Dedicated lane for cyclists improves traffic performance, safety and emissions at urban areas (III) bicycle demand variation (9-270 bph) can increase energy impacts up to 7% in the network (IV) Instantaneous decisions can result in volatility driving with impact on cyclist safety.

Keywords— *Traffic Performance; Safety; emissions; Bicycle-vehicle interaction; Volatility driving*

ACKNOWLEDGMENT

The authors acknowledge to the Project @CRUISE (PTDC/EMS-TRA/0383/2014), funded within Project 9471 – RIDTI and supported by European Community Fund FEDER; Strategic Projects UID-EMS-00481-2013-FCT e CENTRO-01-0145-FEDER-022083. The authors also acknowledge to Toyota Caetano Portugal and Órbita Bikes.

TOPIC

2.b.Technologies for the Wellbeing. Innovative technologies for Smart Cities.

REFERENCES

- [9] Twaddle, H., Schendzielorz, T. and Fakler, O., 2014. Bicycles in urban areas: Review of existing methods for modeling behavior. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, (2434), pp.140-146.
- [1] Götschi, T., Garrard, J. and Giles-Corti, B., 2016. Cycling as a part of daily life: a review of health perspectives. Transport Reviews, 36(1), pp.45-71.
- [2] Van Hout, K., 2008. Annex I: Literature search bicycle use and influencing factors in Europe, BYPAD. EIE-programme, 5, p.016.
- [3] Kaplan, S., Nielsen, T.A.S. and Prato, C.G., 2016. Youth walking and cycling: the relationship between active travel and urban form, 95th Transportation Research Board Annual Meeting, Washington D.C., US (No. 16-1809).
- [4] Zhang, Y., Xumei, C.H.E.N., Zhang, X., Guohua, S.O.N.G., Yanzhao, H.A.O. and Lei, Y.U., 2009. Assessing effect of traffic signal control strategies on vehicle emissions. Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology, 9(1), pp.150-155.
- [5] Kamrani, M., Arvin, R. and Khattak, A.J., 2018. Analyzing Highly Volatile Driving Trips Taken by Alternative Fuel Vehicles, 97th Transportation Research Board Annual Meeting, Washington D.C., US (No.18-00980).

Diversificar a potencialidade da microsimulação de tráfego no processo de escolha de rotas: Incorporação de Critérios Energético-Ambientais

Paulo Fernandes^{1*}, Margarida C. Coelho¹

¹ Departamento de Engenharia Mecânica
Centro de Tecnologia e Automação
Universidade de Aveiro, Portugal

*paulo.fernandes@ua.pt, margarida.coelho@ua.pt

Resumo — O fluxo contínuo de informação do tráfego requer sistemas de armazenamento eficazes e capazes de armazenar grandes quantidades de dados, bem como otimizar os recursos dos mesmos. No entanto, os diferentes decisores e utilizadores da rede carecem muitas vezes da informação detalhada e confiável em tempo-real das vulnerabilidades da rede nomeadamente ao nível da identificação dos pontos críticos. Para além disso, a escolha de uma rota específica nem sempre reduz as diferentes externalidades do tráfego rodoviário de forma simultânea. Neste contexto, a utilização de ferramentas microscópicas de simulação do tráfego permite uma avaliação eficaz das escolhas de rotas em diferentes tipos de vias (urbana, rural e autoestrada), sendo ainda bastantes flexíveis na avaliação de variáveis relativos ao tráfego tais como o desempenho, capacidade, emissões, consumos, conflitos rodoviários ou níveis de ruído. Uma das limitações destes modelos é a ausência de uma especificação e quantificação para um dado critério ambiental no processo de escolha de rotas. A maioria das ferramentas comerciais existentes baseiam-se no menor tempo, distância ou ainda um custo definido pelo modelador.

Este estudo pretende incorporar 4 critérios ambientais (emissões de dióxido de carbono – CO₂, monóxido de carbono - CO, óxidos de azoto - NO_x e hidrocarbonetos - HC) durante o processo de escolha de rota num contexto de modelação de tráfego. A contribuição principal deste estudo é dotar os modelos de simulação de tráfego de novos critérios de escolha de rotas durante o processo de modelação e posterior análise. Foi selecionado um par origem-destino (O-D) entre os Jardins de Palácio de Cristal e a Loja do Cidadão, na cidade do Porto onde se consideraram 3 rotas sugeridas pelo *Google Maps* e ainda uma quarta rota que faz o percurso ao longo da zona histórica.

A codificação da rede viária foi feita no modelo microscópico de tráfego VISSIM [1], enquanto que as emissões foram estimadas através de uma metodologia que tem em consideração a dinâmica do veículo segundo-a-segundo (velocidade, aceleração-desaceleração) e ainda o declive da via [2]. Por sua vez, a incorporação dos critérios ambientais foi desenvolvida através de programação em Matlab. Os cenários avaliados consistiram na distribuição dinâmica do tráfego ao longo das rotas segundo os seguintes critérios de minimização: 1) tempo; 2) distância; 3) CO₂,

4) CO, 5) NO_x e 6) HC. Os parâmetros relativos ao desempenho do tráfego (comprimento das filas, número de pára-arrancas, atraso dos veículos) e emissões globais (CO₂) e locais (CO, NO_x e HC) foram comparadas: i) por rota; ii) para todo o domínio de estudo.

Os resultados preliminares mostram diferentes níveis de emissões entre as rotas analisadas. Isto sugere que a aplicação dos critérios energético-ambientais levará a diferenças na distribuição do tráfego ao longo das mesmas.

Palavras-Chave: *Sistemas inteligentes dos transportes, Escolha de rotas, Emissões, Modelação.*

TÓPICO

2) b): Tecnologias Inovadoras para Cidades Inteligentes.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos Projetos Estratégicos UID-EMS-00481-2013-FCT e CENTRO-01-0145-FEDER-022083, e ao projeto MobiWise “From mobile sensing to mobility advising” (P2020 SAICTPAC/0011/2015), cofinanciado pelo COMPETE 2020, Portugal2020, Fundos Europeus Estruturais e de Investimento – FEDER e a Fundação para a Ciência e a Tecnologia (FCT).

REFERÊNCIAS

- [1] PTV AG, PTV VISSIM 9 User Manual. 2016: Planung Transport Verkehr AG, Karlsruhe, Alemanha.
- [2] US EPA, *Methodology for developing modal emission rates for EPA's multi-scale motor vehicle & equipment emission system, EPA 420*. 2002: Preparado pela Universidade do Estado da Carolina do Norte para a Agência da Proteção do Ambiente, Ann Arbor, MI.

Mecânica Computacional Avançada

Para avaliação de lesões cerebrais.

G.J. Migueis^{1*}, F.A.O. Fernandes¹ and R.Alves de Sousa¹

¹ TEMA, Center of Mechanical Technology and Automation
Department of Mechanical Engineering, Universidade de Aveiro
Aveiro, Portugal

Abstract:

A cabeça é uma das partes mais importantes do corpo humano, uma vez que inclui o cérebro, um órgão vital para a vida humana. Dada a importância da cabeça e dos órgãos que nela estão contidos para a vida humana, as lesões que nela ocorrem podem ser bastante graves, levando a incapacidades a longo prazo ou até mesmo à morte. Para melhor entender os mecanismos que as provocam ou desenvolver mecanismos de prevenção e deteção, tem vindo a ser desenvolvidos vários modelos de elementos finitos da cabeça humana [1]. O YEAHM (Yet Another Head Model) [2] é um desses modelos, desenvolvido por membros do TEMA. O YEAHM começou por ser composto pelo crânio, pelo cérebro e por um elemento que agrupava o *falx*, as meninges e o líquido cefalorraquidiano (CSF). Esta primeira versão do YEAHM foi validada através dos resultados de simulações de dois ensaios distintos. O primeiro, denominado de ensaio de Nahum [3], visa a validação dos modelos através da avaliação do gradiente de pressão originado no modelo, aquando do impacto entre um projétil e o crânio. O segundo ensaio é denominado de ensaio de Hardy [4], e visa a validação dos modelos de cabeça por via do movimento do cérebro originados pela aplicação de acelerações rotacionais e tangenciais à cabeça. Esta primeira versão do YEAHM serviu ainda para a avaliação do potencial da cortiça para o desenvolvimento de capacetes de proteção. No entanto, esta versão do YEAHM não está habilitada para a deteção de por exemplo hematomas subdurais, um dos tipos de lesões na cabeça que mais sequelas origina no ser humano e que possui uma taxa de mortalidade considerável. Na sequência desta “limitação”, surgiu uma atualização do YEAHM, com a implementação do seio sagital superior e das veias de ponte. Esta nova versão do modelo será testada também com o ensaio de Nahum, de modo a verificar a influência da presença das veias e das ligações, entre e elas e os restantes elementos do modelo, nos gradientes de pressão originados pelo impacto. De seguida está previsto uma simulação do modelo com o ensaio de Depreitere [5], que visa a avaliação da rutura das veias de ponte e validação do modelo de dano.

Keywords: biomecânica, lesões, elementos finitos, cérebro.

TOPIC

- 2) Technologies for the Wellbeing
 - b. Innovative technologies for Smart Cities.

REFERENCES

- [1] Fábio A.O. Fernandes, Ricardo J. Alves de Sousa, “Head injury predictors in sports trauma - A state-of-the-art review” (2015) Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part H: Journal of Engineering in Medicine, 229 (8), pp. 592-608. DOI: 10.1177/0954411915592906
- [2] Fábio A.O. Fernandes, Dmitri Tchepel, Ricardo J. Alves de Sousa, Mariusz Ptak, (2018) “Development and validation of a new finite element human head model: Yet another head model (YEAHM)”, Engineering Computations, Vol. 35 Issue: 1, pp.477-496, <https://doi.org/10.1108/EC-09-2016-0321>
- [3] Nahum, A.M.,Smith, R.,Ward, C.C.,1977. Intracranial pressure dynamics during head impact. Proceeding of 21st Stapp Car Crash Conference, pp. 339-366
- [4] Zhang, L., Yang,K., Dwarampudi, R., Omori,K., Li,T., Chang,K., Hardy,W.N., Khalil, T.B., King, A.I., 200. Recent advances in brain injury research: a new human head model development and validation. Stapp car crash journal 45, 369-394.
- [5] Depreitere B, VanLierde C., Maene S., Plets C., VanderSloten J., VanAudekercke R., Vander Perre G, Goffin J. 2004. Bicyclerelated head injury: a study of 86 cases. Accid Anal Prev. 36:561–567

Multiobjective bilevel equilibrium model for traffic assignment

Eloísa Macedo¹, Margarida C. Coelho¹, Jorge M. Bandeira¹

¹ Department of Mechanical Engineering
Centre for Mechanical Technology and Automation
University of Aveiro, Portugal
macedo@ua.pt, margarida.coelho@ua.pt, jorgebandeira@ua.pt

Abstract— Traffic assignment is an important step for traffic planning, which predicts the network flow or travellers route choice. By solving a traffic assignment problem (TAP) one can promote a more efficient use of the available roads infrastructure, which is important to enhance sustainability of the transport system. The TAP is usually based on Wardrop's principles of route choice: under user equilibrium, travellers seek to minimize their own travel time, whereas in the system optimum the sum of generalized travel costs within the traffic network are minimized [1]. However, in an era where cities need sustainable mobility systems, it is crucial to study the environmental consequences of a selfish behaviour in a congested network. Moreover, from the government/decision-makers level, it is desired that both the total travel time and total emissions are minimized under a traffic assignment strategy [2]. Multiobjective optimization can be used for minimizing emissions along with total system travel time (see [3,4]). The present work suggests a novel modelling framework to allow traffic analysts to predict vehicle emissions for a given traffic flow on a road network through a multiobjective bilevel optimization model. It uses a volume delay function as objective for the lower level problem (user perspective), and system travel time and especially developed emission functions as objective functions on the upper level (system perspective).

First, new emissions-speed relationships were derived for passenger cars in an urban mode. Emission factor models were developed as quadratic functions with speed as independent variable with coefficients estimated from regressions, highlighting high emissions rates at low speeds, gradually decreasing at the midrange speeds, and again increasing for higher speeds. Then, a multiobjective bilevel optimization model is proposed for traffic assignment under user equilibrium and system optimum. In the lower level of the proposed bilevel model the user equilibrium is modelled to minimize the travel time, while under the upper level, a bi-objective is considered, taking into consideration the total travel time and the total emissions.

Results suggest that the proposed multiobjective bilevel model can reduce the system wide emissions, when compared to a single-objective traffic assignment. The proposed process allows a comprehensive evaluation of impacts and options of route choice decisions. In particular, it allows decision-makers to predict the users routes and resulting traffic volumes in the road network based on minimizing

both the travel time and emissions, which in turn may reveal vulnerabilities that may affect the efficiency of the road network.

Keywords—traffic assignment; user equilibrium; system optimum; emissions; multiobjective bilevel optimization

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors acknowledge the projects: Strategic Project UID-EMS-00481-2013 and CENTRO-01-0145-FEDER-022083 (FCT - Portuguese Science and Technology Foundation), CISMOB (PGI01611, funded by Interreg Europe Programme), @CRUISE (PTDC/EMS-TRA/0383/2014, funded within the Project 9471 Reforçar a Investigação, o Desenvolvimento Tecnológico e a Inovação and supported by the European Community Fund FEDER) and MobiWise (P2020 SAICTPAC/0011/2015, co-funded by COMPETE2020, Portugal2020 - Operational Program for Competitiveness and Internationalization, European Union's ERDF).

TOPIC

2) Technologies for the Wellbeing - Innovative technologies for Smart Cities.

REFERENCES

- [1] S. Peeta, H. Liu, X. He, "Traffic Network Modeling," in: D. Teodorovi (editor) *The Routledge Handbook of Transportation*, Routledge 2015, Chapter 3, pp. 25-41
- [2] O. İ. Kolak, Orhan Feyzioğlu, Ş. İ. Birbil, N. Noyan, and S. Yalçındağ, "Using emission functions in modeling environmentally sustainable traffic assignment policies," *Journal of Industrial & Management Optimization*, vol.9(2), pp. 341-363, 2013
- [3] S. Sharma and T. V. Mathew, "Multiobjective network design for emission and travel-time trade-off for a sustainable large urban transportation network," *Environment and Planning B: Planning and Design*, vol. 38, pp. 520-538, 2011
- [4] J. Y. T. Wang, M. Ehrgott, K. N. Dirks, and A. Gupta, "Bi-objective Network Equilibrium, Traffic Assignment and Road Pricing," *EWGT2014*, 2-4 July 2014, Sevilla, Spain, *Transportation Research Procedia*, vol. 3, pp. 393-402, 2014

Ecoindicador de integração de impactes de tráfego rodoviário

Perspectiva de análise dos custos externos

Mariana Vilaça^{1*}, Carlos Sampaio¹, Jorge Bandeira¹, Paulo Fernandes¹, Margarida C. Coelho¹

¹ Centro de Tecnologia Mecânica e Automação
Departamento de Engenharia Mecânica
Universidade de Aveiro
Aveiro, Portugal

*mvilaca@ua.pt, c.sampaio@ua.pt,
jorgebandeira@ua.pt, paulo.fernandes@ua.pt,
margarida.coelho@ua.pt

Vera Rodrigues², Hélder Relvas², Carlos Borrego²

² CESAM, Departamento de Ambiente e Ordenamento
Universidade de Aveiro
Aveiro, Portugal
Vera.rodrigues@ua.pt, helder.relvas@ua.pt,
cborrego@ua.pt

Resumo— Um dos objetivos chave da União Europeia é promover uma mobilidade eficiente, segura e ambientalmente sustentável onde os sistemas inteligentes de transportes (ITS) apresentam um papel preponderante [1,2]. Em particular, os sistemas de ecomodificação, enquanto sistemas de suporte à decisão na escolha de rotas, permitem a redução de congestionamento, consumos de combustível e emissões bem como a otimização das infraestruturas existentes [3]. No entanto, para integrar as externalidades de tráfego é preciso analisar os custos dos impactes na sociedade e ambiente, mas também a dependência das condições geográficas, modos de transporte e intensidade de tráfego e população exposta [4]. A referência [5] analisa os custos externos do tráfego com base nas melhores práticas e onde relaciona o valor do tempo, a pegada ecológica, o custo do serviço de saúde e valores estatísticos de vida, adaptados a cada país. O principal objetivo desta investigação consiste no desenvolvimento de uma metodologia para um indicador dinâmico, capaz de integrar os impactes sociais e ambientais de tráfego rodoviário. Assim, são avaliados os custos inerentes ao congestionamento, a emissões de gases de efeito de estufa (GEE), ao impacto na saúde da concentração de poluentes na atmosfera, a exposição ao ruído e os acidentes rodoviários, ajustados a contextos locais. A aplicação prática deste indicador a um segmento urbano na cidade de Aveiro revelou que os acidentes rodoviários representam 32% dos custos totais, sendo avaliados em 1,18€/veh (valor em céntimos por veículo por hora). Para além deste, as externalidades com maior impacto foram o ruído de tráfego e as emissões de GEE representando 0,96€/veh (26%) e 0,87€/veh (23%) respetivamente. Esta ferramenta de gestão de tráfego pode ser aplicada em tempo real e traduzida num fator de custos que poderá ser aplicado num sistema inteligente de navegação ou um sistema de atribuição de preços por vias (ex. portagens). A avaliação de impactes ambientais e sociais no tráfego rodoviário tendo em conta o seu custo externo, fornece ao utilizador uma estimativa do impacto económico das suas escolhas de rotas permitindo assim a tomada de decisão mais consciente. A introdução do ruído e dos acidentes rodoviários enquanto impacto do tráfego rodoviário consiste na principal inovação deste trabalho, e representaram no contexto global 58% dos custos externos gerados quando aplicado a um estudo de caso.

Palavras-chave: eco-indicador; impactes de tráfego; custos externos.

TÓPICO

2.b. Tecnologias para a Qualidade de Vida - Tecnologias Inovadoras para Cidades Inteligentes.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem os projetos @CRUISE (PTDC/EMS-TRA/0383/2014, financiado pelo projeto 9471 – Reforçar a Investigação, o Desenvolvimento Tecnológico e a Inovação e apoiado pelo Fundo de Comunidade Europeia FEDER); MobiWise P2020 SAICTPAC/0011/2015 cofinanciado pelo COMPETE2020; CISMOB – PGI01611 financiado pelo Programa Europeu Interreg; Portugal 2020 – Programa Operacional para a competitividade e Internacionalização (POCI), União Europeia ERDF (Fundo de Desenvolvimento Regional Europeu); FCT – Fundação para a Ciência e Tecnologia; TEMA UID-EMS-0048-2013 (FCT); Bolsa de Pós Doutoramento (SFRH/BPD/100703/2014); CENTRO-01-0145-FEDER-022083.

REFERÊNCIAS

- [1] European Commission (EC), "WHITE PAPER - Roadmap to a Single European Transport Area - Towards a competitive and resource efficient transport system", Brussels, March, March 2011.
- [2] United Nations - Economic Commission for Europe, "Intelligent Transport Systems (ITS) for sustainable mobility", Geneva, February 2012.
- [3] S. Pereira, T. Fontes, J. Bandeira, P. Fernandes, M. Coelho "SMARTDECISION: A route choice app based on eco-friendly criteria", 9th Annual Meeting of the Transportation Research Board, 11-15 January, Washington D.C., 2015.
- [4] C. Yeh, "Evaluation methods for external costs for road traffic based on objective territorialization in the metropolis, Cities, 31, pp.76-84, 2013
- [5] C. Koopmans, W. Groot, P. Warffemius, J. Annema, S. Lanser, "Measuring generalized transport costs as an indicator of accessibility changes over time", Transport Policy, 29, 154-159, 20

Influência do tempo de viagem nos custos ambientais

Carlos Sampaio^{1*}, Jorge M. Bandeira¹, Margarida C. Coelho¹

¹Departamento de Engenharia Mecânica
Centro de Tecnologia Mecânica e Automação
Universidade de Aveiro, Portugal

*c.sampaio@ua.pt; jorgebandeira@ua.pt; margarida.coelho@ua.pt

Resumo — Em cidades de média dimensão, a utilização do transporte individual rodoviário é o meio de transporte dominante, e este acarreta impactos do foro ambiental, como por exemplo as emissões de Dióxido de Carbono (CO₂), Óxidos de Azoto (NO_x) e Compostos Orgânicos Voláteis não-metânicos (NMVOC) com o setor dos transportes a contribuir com cerca de 28% das emissões totais de CO₂ [1].

As emissões têm custos económicos para a sociedade/ambiente, que podem ser denominados por custos associados às externalidades dos transportes, ou por custos ambientais. A quantificação dos custos ambientais pode ser utilizada como uma ferramenta de mitigação dos danos que o setor dos transportes rodoviários causa, podendo influenciar a tomada de decisão e ser utilizados como uma ferramenta de ordenamento do território [2]. Estes custos são descritos no *Handbook on External Costs of Transport* [2] para cada país, sendo os valores para Portugal de: 90€/ton. CO₂; 1957€/ton. NO_x; 1048 €/ton. NMVOC.

Com um aumento da população urbana e uma deficitária rede de transportes públicos, a utilização de veículo individual é a o modo de transporte predominante, o que pode levar a elevados níveis de congestionamento em certas horas do dia. O congestionamento provoca um aumento nas emissões e deteriora a qualidade do ar. Chrpa et al. sugere que realizar uma escolha de rota com base em critérios ambientais pode reduzir o tempo de espera dos veículos e as emissões de CO₂ assim como de outros poluentes [3].

Este estudo tem como objetivo estudar a influência que o tempo de viagem tem nos custos ambientais. Para estimar as emissões foi utilizado o modelo COPERT.

Para um caso de estudo considerado, tendo em conta um veículo típico *diesel*, um minuto de espera (considerado uma viagem, que em regime sem congestionamento demora 1 minuto, realizando a viagem a uma velocidade média de 40 km/h, sendo que uma viagem de 2 minutos significaria uma velocidade média de 20 km/h) pode aumentar as emissões de CO₂ em 34%, as emissões de NO_x em 37%, as de NMVOC em 85% e os custos ambientais em 34%. No caso de um veículo a gasolina, as emissões de CO₂ aumentam 40%, as emissões de NO_x diminuem 5% e as emissões de NMVOC aumentam 22%. Os custos ambientais aumentam 38%.

Os resultados demonstram que o tempo de viagem, que tem em conta o comprimento da via e a velocidade média, é um fator importante quando se estudam os impactos ambientais que um

veículo tem no meio ambiente/sociedade. Estes impactos devem ser considerados aquando do planeamento de novas infraestruturas ou numa perspetiva de aplicação de taxas de poluidor-pagador. Ao aplicar este princípio também é possível verificar se compensa, em termos ambientais, optar por um trajeto alternativo.

Palavras-chave: Tempo de viagem; emissões; custos ambientais

TÓPICO

2) b.: Tecnologias Inovadoras para Cidades Inteligentes

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos projetos @CRUISE (PTDC/EMSTR/0383/2014), financiado no âmbito do Projeto 9471 – Reforçar a Investigação, o Desenvolvimento Tecnológico e a Inovação (Projeto 9471 – RIDTI) e participado pelo Fundo Comunitário Europeu FEDER, e no âmbito dos Projetos Estratégicos UID-EMS-00481-2013-FCT e CENTRO-01-0145-FEDER-022083; Projeto PGI01611 INTERREG EUROPE CISMOB financiado pelo Programa Europeu Interreg.

REFERÊNCIAS

- [1] European Environment Agency (EEA). (2017). Statistical pocketbook 2017 - Mobility and Transport - European Commission. Obtido de https://ec.europa.eu/transport/facts-fundings/statistics/pocketbook-2017_en
- [2] Korzhenevych, A., Dehnen, N., Brocker, J., Holtkamp, M., Meier, H., Gibson, G., & Cox, V. (2014). Update of the Handbook on External Costs of Transport. Obtido de https://ec.europa.eu/transport/sites/transport/files/handbook_on_external_costs_of_transport_2014_0.pdf
- [3] Chrpa, L., Magazzeni, D., McCabe, K., McCluskey, T. L., & Vallati, M. (2015). Automated planning for urban traffic control: Strategic vehicle routing to respect air quality limitations. Em *CEUR Workshop Proceedings*. Obtido de [https://kclpure.kcl.ac.uk/portal/en/publications/automated-planning-for-urban-traffic-control\(cc05a23c-1545-4ecd-80a6-f82722fc296d\).html](https://kclpure.kcl.ac.uk/portal/en/publications/automated-planning-for-urban-traffic-control(cc05a23c-1545-4ecd-80a6-f82722fc296d).html)

Real Time Information in Public Transport

Pilot action for adapting communication platforms to regional socioeconomic and demographic contexts

Jorge M. Bandeira^{1*}, Carlos Sampaio¹, Eloisa Macedo¹, Margarida C. Coelho¹

¹ Department of Mechanical Engineering, Centre for Mechanical Technology and Automation
University of Aveiro, Portugal

*jorgebandeira@ua.pt; c.sampaio@ua.pt;macedo@ua.pt; margarida.coelho@ua.pt

Abstract— Providing accurate and real-time information on services is an effective way of encouraging passengers to use public transport. The provided information could indicate for instance, current location of the vehicles, next station/stops and expected arrival times. More advanced applications may also provide information on the occupancy rate of vehicles/coaches and allow the planning of routes and lines interactively in bus stops and intermodal stations. Currently, the majority of the provided real-time information is based on automatic vehicle location (AVL) and Global Positioning Systems (GPS) to estimate approximate arrival times for passengers and traffic system operators.

Innovative applications and information media can be created to facilitate the exchange of information with passengers, namely through dynamic signals at bus stops and stations, internet in PCs/smartphones. The implementation of real-time information is especially useful in CENTRO Region, Portugal, for different reasons: a) current availability of real-time information on public transport is very limited; b) frequency of public transport services is low (waiting time higher than 30 or 60 minutes), which means real-time information could be quite useful to passengers for planning their trips; c) Centro Region has rather high levels of individual transport usage (more than 70% in commuting trips). Therefore, implementation of technology that promotes a modal shift to public transport is very important to carry out a low-carbon mobility policy.

The main objective of the presented pilot-action will be assessing perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance regarding different approaches to disseminate real-time information on public transport services. A prototype will be developed consisting of a bus tracking system for locating the position of a bus on its route in 'real-time'. This information will be transmitted to a central server where the information in real time will be managed and re-transmitted to different platforms and following two different approaches. In the centralized approach, arrival times will be estimated and transmitted to passengers in central locations, such as Public Information Display System (PIDS) at the bus stop. In the decentralized approach, bus location, arrival time, and alerts will be transmitted to passengers throughout smart APIs, websites or call/SMS services.

In a second step, customers and non-customers will be invited to evaluate the dissemination of public transport service through different perspectives. Stated preference-based surveys will assess

both the current passengers perception on the usefulness of different information platforms and also the potential of innovative ICT solutions to attract new potential clients. Revealed preference surveys will assess the level of satisfaction of current users among different presented solutions.

In summary, this pilot-experiment will contribute to demonstrate the benefit of Real-Time Public Information systems and to evaluate the best approach to provide real-time bus information from the citizens perspective. It will also support a more accurate estimation regarding the amount required for a potential financial support from structural funds. The prototype will be tested in different public transportation services of the CENTRO Region, namely in the municipality of Cantanhede and Intermunicipal Community of Coimbra Region. This pilot experiment is an additional action funded under the INTERREG EUROPA CISMOB project. This sub-partnership includes Dep. Mechanical Engineering, the Department of Electronics and Telecommunication of the University of Aveiro and the Stockholm University.

Keywords— Low carbon mobility; real time information systems; ICT, survey.

ACKNOWLEDGMENT

The authors acknowledge the projects: Strategic Project UID-EMS-00481-2013 and CENTRO-01-0145-FEDER-022083 (FCT Portuguese Science and Technology Foundation); CISMOB (PGI01611, funded by Interreg Europe Programme); @CRUISE (PTDC/EMS-TRA/0383/2014, funded within the Project 9471 - Reforçar a Investigação, o Desenvolvimento Tecnológico e a Inovação and supported by the European Community Fund FEDER); MobiWise (P2020 SAICTPAC/0011/2015, co-funded by COMPETE2020, Portugal2020 - Operational Program for Competitiveness and Internationalization, European Union's ERDF (European Regional Development Fund).

TOPIC

2) Technologies for the Wellbeing - b) Innovative technologies for Smart Cities.

Higher Education Enhancement Tool (HEAT)

António Andrade Campos¹, Bárbara Gabriel^{1*}, Gillian Grace Owen Moreira,
João Dias-de-Oliveira¹, Robertt Valente¹, Victor Neto¹

¹TEMA, Universidade de Aveiro, Portugal

*barbara.gabriel@ua.pt

Resumo — Os professores das Instituições de Ensino Superior (IES) são um dos mais importantes fatores de sucesso no processo de ensino/aprendizagem [1-3] com vista à formação de profissionais “T-Shaped” [4], com competências técnico-científicas profundas e competências transversais alargadas. Neste sentido, a integração nesse processo da investigação, do ensino e das necessidades reais da sociedade é fundamental. Em consequência, os docentes devem ser indivíduos com um perfil muito particular e próprio, de maneira que seja alcançável um ensino de excelência. No entanto, em muitas situações existe uma separação entre o que é a excelência do docente no que concerne a sua investigação, e em termos das suas capacidades pedagógicas. Esse modelo comportamental, onde as duas vertentes investigação / pedagogia estão dissociadas (muitas vezes em conflito para o mesmo indivíduo), poderá no passado ter conduzido a bons resultados, mas é discutível se será o mais adequado para a formação e capacitação dos profissionais do século XXI. Tal é o caso, em particular, da formação nos cursos de engenharia em Portugal, onde as competências técnicas de uma forma geral são transmitidas de modo unidirecional (do professor para o estudante), seguindo um modelo clássico centrado no docente. Nesse contexto, as competências transversais não técnicas são relegadas para um segundo plano, em muitos casos com o assumir de que serão adquiridas fora das IES, em ambiente de trabalho. Essa assunção vai, no entanto, em contraciclo com o que o exterior (sociedade em geral e indústria/empresas, em particular) esperam de um estudante recém-graduado em engenharia.

Assumindo que a mudança desse modelo de ensino/aprendizagem faz-se através de uma definição clara dos perfis desejáveis para os professores em cursos de engenharia (em particular para os professores com contacto com estudantes do primeiro ano curricular), é importante analisar o que se passa na realidade desses cursos (e ano letivo), criando modelos de suporte à decisão sobre ações futuras a empreender nesse domínio. Essa estratégia está alinhada com as linhas de ação prioritárias da OCDE [1] e Comissão Europeia [5] no domínio do ensino superior.

Este trabalho tem por objetivo apresentar os primeiros resultados do projeto E3@UA (Excelência no Ensino de Engenharia na Universidade de Aveiro), dinamizado por um grupo de professores da UA com o apoio da sua Reitoria e após a

conclusão da sua fase piloto. Ao longo da fase inicial do projeto (2017) foram desenvolvidas ações de auscultação, discussão conjunta e debate entre os principais atores do processo de ensino/aprendizagem (professores e estudantes), mas também envolvendo elementos das estruturas de decisão e gestão académica. Como resultado, para além de um conjunto de recomendações e ações para implementação nas fases seguintes do projeto, foi criada uma metodologia que poderá ser aplicada na análise de outros cursos, quer na UA quer em outras instituições (Higher Education Enhancement Tool – HEAT).

Palavras-chave — Profissionais “T-Shaped”; Ensino de/em/para engenharia; modelo HEAT; perfil dos docentes.

TÓPICO

Este trabalho enquadra-se de forma transversal em todas as áreas estratégicas do TEMA e de uma forma mais intrínseca no vetor “Tecnologias Inovadoras para Cidades Inteligentes”.

REFERÊNCIAS

- [1] OECD, “Education at a Glance 2012 - OECD indicators”, (https://www.oecd-ilibrary.org/education/education-at-a-glance-2012_eag-2012-en), 2012.
- [2] European Commission, “Renewed EU agenda for higher education - A New Impetus for Higher Education In The Eu”, Brussels, 2017.
- [3] B. Gabriel, A.G. Andrade-Campos, J. Dias-de-Oliveira, R. Valente, V. Neto, “Open think-tank on engineering education – A forum of “face-to-face” debate between stakeholders”, 2nd Int. Conf. Portuguese Society for Engineering Education, Vila Real, Portugal, 19-21 Outubro, 2016.
- [4] W. Ravesteijn, E. De Graaff, O. Kroesen, “Engineering the future: the social necessity of communicative engineers”, European Journal of Engineering Education, 31:1 (2011) 63-71
- [5] European Commission, “Science Education”. (<http://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/en/h2020-section/science-education>), 2017.

The role of ANN on a smart energy consumption control

Yahya Sheikhejad^{1*}, Mónica Oliveira¹, Jorge Ferreira¹, Nelson Martins¹

¹ Centre for Mechanical Technology and Automation (TEMA),

Dept. of Mechanical Engineering, University of Aveiro, Aveiro, Portugal

yahya@ua.pt

Abstract— By means of advanced technology, human achieves a rough but acceptable estimation of available and accessible amount of fossil fuel, which rings the alarm of serious warning that our limited resources are in the steep way of finishing within 50 years. At the same time, the growth of population would make the problem of energy provision more critical and complicated. Two main remedies must be adopted simultaneously to overcome the coming problem of future energy provision as it is increasing drastically year by year. First, promoting a more efficient use of energy, namely by a smart control of the energy consumption per capita and second, by changing the source of energy from fossil fuels to the sustainable ones (solar, wind, water, geothermal, ...). In fact, although changing our energy resources will help, but it will not be enough at all. In other words, intelligent control is a key issue to reduce waste energy by increasing system efficiency.

The artificial neural network (ANN) methodology, as a branch of artificial intelligence (AI), can be employed to anticipate the future behavior of a system to some level of precision. The accuracy of ANN depends on many factors such as the architecture, learning method, number of layer, number of neurons in each layer, method of optimization, etc. A supervised ANN is more popular than an unsupervised and it reinforces the AI paradigm because it can be implemented faster and easier on any platform and has more accurate results when compared to the other NN paradigm as well. Combining multi-objective optimization with a supervised ANN with the goal of energy consumption minimization while minimizing discomfort, it is possible to find the best set-points for the coming moment, e.g. one hour later, in order to minimize monthly energy consumption of a building, taking advantage of its construction characteristics, short term weather forecast and schedule operation profile. Until now, energy reduction efforts for the existing buildings are numerous and mainly include energy efficient technologies for heating, cooling and ventilation systems [1], high-efficiency lighting [2] and equipment, efficient glazing [3], and renewables sources [4] among other alternatives. However, smart control systems are often neglected namely due to the apparent difficulty of integration into existing buildings [5]. In this study, a backpropagation learning algorithm was employed for multilayer perceptron architecture of a supervised ANN such that a gradient descent optimization method is employed in order to reduce the error of the ANN to a minimum level through a flexible efficient Python code. In addition, a sigmoid function was used as an activation function considering both linear/nonlinear normalization methods both for input/output data. The training data to be fed into ANN is provided by the energy modeling results of a typical house. For that purpose, the DesignBuilder® (Ver. 5.2.0.151) / EnergyPlus (Ver. 8.6) package was used. The dry bulb

temperature and humidity ratio as well as occupancy profile of building are considered as input data and building energy consumption in the form of electricity for heating, cooling and domestic hot water were used as the ANN output, table 1.

Table 1: Comparison of simulated and predicted energy consumption

Energy Case No.	Predicted values				Simulated (expected) values			
	Heating	Cooling	Lighting	Total energy	Heating	Cooling	Lighting	Total energy
1	7.405	0.032	8.814	34.712	12.280	0.000	8.900	40.19
2	6.476	0.024	8.819	34.451	10.110	0.000	8.900	38.02
3	7.404	0.029	8.852	35.251	9.700	0.000	8.900	37.61
4	9.615	0.033	8.947	37.535	9.500	0.000	8.900	37.41
5	8.878	0.030	8.971	37.106	9.050	0.000	8.900	36.96

Keywords— Artificial Neural Network, Energy Mamangement, Supervised Control

ACKNOWLEDGMENT

This work is financed by Portugal 2020 through European Regional Development Fund (ERDF), in the frame of Operational Competitiveness and Internationalization Programme (POCI), in the scope of the project Smart Green Homes - BOSCH - POCI-01-0247-FEDER-007678.

TOPIC

2) b.: Technologies for the Wellbeing - Innovative technologies for Smart Cities.

REFERENCES

- [1] Treado, S and Chen, Y., Assessing the Retrofit Potential of Building Control Systems, International High-Performance Buildings Conference at Purdue, July 2012.
- [2] Jinjian Cao, Chul Hun Choi, Fu Zhao, Agent-based modeling of the adoption of high-efficiency lighting in the residential sector, Sustainable Energy Technologies and Assessments 19 (2017) 70–78.
- [3] Linshuang Long, Hong Ye, Discussion of the performance improvement of thermochromic smart glazing applied in passive buildings, Solar Energy 107 (2014) 236–244.
- [4] Michele Fossati, Veridiana Atanasio Scalco, Vinícius Cesar Cadena Linczuk, Roberto Lamberts, Building energy efficiency: An overview of the Brazilian residential labeling scheme, Renewable and Sustainable Energy Reviews 65 (2016) 1216–1231.
- [5] Thomas F. Edgar, Efstratios N. Pistikopoulos, Smart manufacturing and energy systems, Computers and Chemical Engineering, 2017.

Posters

Prediction of turning performance of turning process of Ti-6Al-4V alloy for different feed rates

C. Veiga^{1, 2*}, J. Paulo Davim², A.J.R. Loureiro³

1. Mechanical Department, Coimbra Institute of Engineering, Rua Pedro Nunes - Quinta da Nora, 3030-199 Coimbra, Portugal; 2. Department of Mechanical Engineering, University of Aveiro, Campus Santiago, 3810-193 Aveiro, Portugal; 3. CEMUC, Department of Mechanical Engineering, University of Coimbra, Pólo II, Pinhal de Marrocos, P-3030 788 Coimbra, Portugal.
* Corresponding author: Tel: + 351.964 374147; E-mail: phdveiga@gmail.com / celestino@ua.pt / veiga@isec.pt.

Abstract

Research on the performance of titanium machining can be found in several literatures. This work provides its contribution through 2D simulation with AdvantEdge FEM™ software.

Three simulations of turning process of Ti-6Al-4V alloy with a cemented carbide tool were performed. Results of chip morphology, machining forces, tool tip temperature, and evolution of strain and temperature on the machined surface were obtained and analyzed.

It was found that the chip plastic strain, the magnitude of the machining forces and the tool tip temperature increased substantially with increasing feed rate.

Description

First, a set of steps were completed in order to setup and perform 2D simulations of the turning process of the Ti-6Al-4V alloy with cemented carbide tool, using the AdvantEdge FEM software (Fig. 1). The model of the simulations was based on the cutting speed = 120 m/min, depth of cut = 3.175 mm, feed rates of 0.075, 0.1 and 0.125 [mm/rev], cutting tool with edge radius = 0.005 mm, rake angle = 0° and relief angle = 10°. The main results are shown in figures 2 to 6.

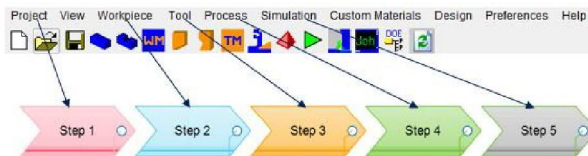


Fig. 1- Steps for setting and running a simulation of turning process with the AdvantEdge™ FEM software.

The tool tip temperature increased with increasing feed rate (Fig. 2). The chips are serrated and their plastic strain increased with increasing feed rate (Fig. 3). The magnitude of cutting and/or thrust forces increased with increasing feed rate (Fig. 4). The distribution or evolution of plastic strain and temperature on the machined surface are similar for different feed rates (Figs. 5 and 6).

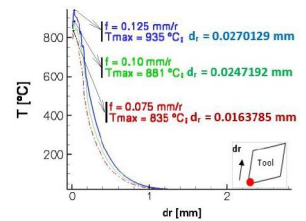


Fig. 2- Evolution of the cutting temperature (T) with the distance from tool tip along the rake face (dx), for different feed rates (f).

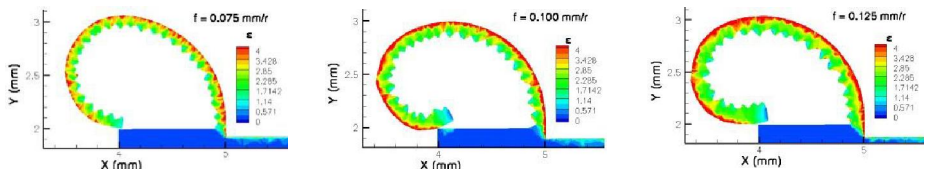


Fig. 3- Chip morphology for different feed rates. Caption: f - feed rate; ε - plastic strain.

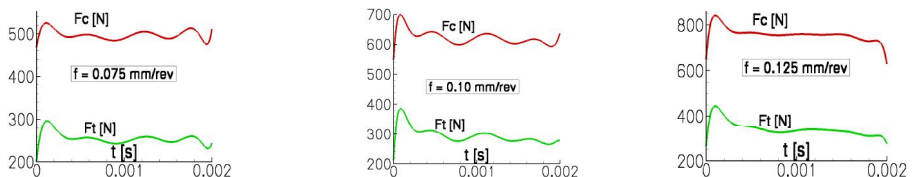


Fig. 4- Evolution of machining forces for different feed rates. Caption: f - feed rate; Fc - cutting force; Ft - thrust force; t - cutting time.

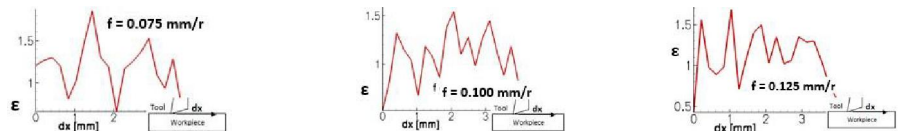


Fig. 5- Evolution of plastic strain (ε) for different feed rates (f), along the distance from the end of cutting (dx), on the machined surface.

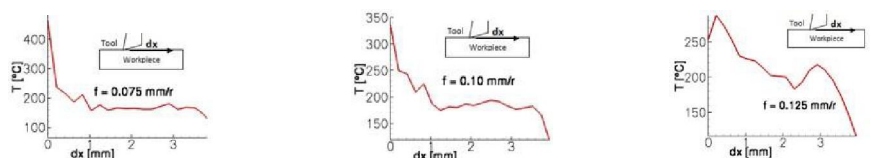


Fig. 6- Evolution of temperature (T) for different feed rates (f), along the distance from the end of cutting (dx), on the machined surface.

Biomimetic engineering of a graphene composite scaffold for repairing the injured spinal cord

André F. Girão^{1,2*}, Joana Sousa¹, María C. Serrano², António Completo¹ and Paula A.A.P. Marques¹

¹TEMA, Department of Mechanical Engineering, University of Aveiro, Portugal

²Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid (ICMM), Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), Madrid, Spain

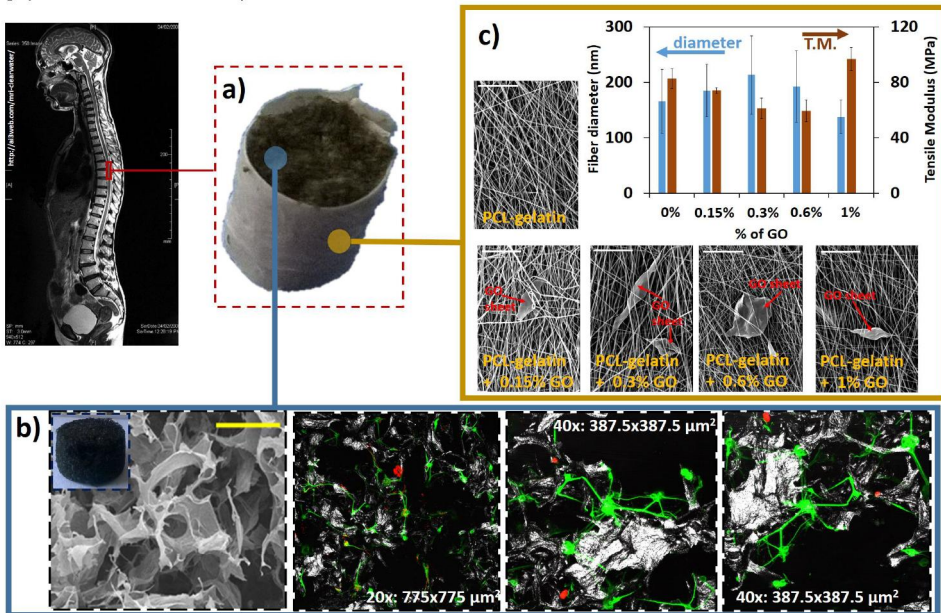
*andregirao@ua.pt

Abstract

Tissue engineering (TE) scaffolds are a very promising approach to assist the currently inefficient palliative and rehabilitation spinal cord injury (SCI) treatments by enabling the recreation of the complex spinal cord microenvironment and consequently the recovery of the lost functionality. Thus, in this work, we propose a 3D TE scaffold able to provide two distinctive zones with complementary porous and fibrous topographies, mimicking the morphology of the grey and white matters, respectively. Preliminary results showed that both components present morphologies that match their native counterparts as well as chemical and mechanical properties capable of enhancing the cell response.

Introduction

SCI is a traumatic pathology that commonly brings lifetime social and physiological disabilities for patients worldwide. Indeed, the loss of autonomic, motor and/or sensory functions below the injury site is usually permanent due to the very reduced ability of the central neural tissue to regenerate after damage, which is unable to prevent the enduring disruption of the nervous signaling pathways between the brain and the peripheral effectors. Thus, in recent years, TE is combining biomaterials, nanofabrication techniques and cell therapies with the purpose of fabricating biomimetic scaffolds capable of providing bioactive features to modulate cell responses towards a complete anatomical and physiological regeneration of the injured area [1]. Some groundbreaking advances in this field deeply rely on the presence of graphene [2], which displays electrical, chemical and mechanical properties suitable for an optimized cell response in neural TE applications. Thus, in this work we propose a 3D scaffold capable of, not only accurately mimicking the complex architecture of the spinal cord, but also boosting the graphene characteristics on the way to modulate cell-material interactions.



References

- [1] Fuhrmann et al., Adv. Healthc. Mater, vol.6, 1601130, 2017.
- [2] Akhavan et al., J. Mater. Chem. B., vol.4, 3169-3190, 2016.
- [3] Girão et al., RSC Adv., vol.6, 49039-49051, 2016.
- [4] Mobarakeh et al., Biomaterials, vol.29, 4532-4539, 2008.
- [5] Li et al., Sci. Rep., vol.3, 1604, 2013.

Acknowledgments

The authors thank to FCT for the PhD grant SFRH/BD/130287/2017 and IF/00917/2013/CP1162/CT0016. Also to TEMA (UID/EMS/00481/2013).

Fig.1. Biomimetic design of a graphene composite scaffold for the regeneration of the spinal cord. **a)** Preliminary concept of the scaffold with a rGO-collagen microporous network surrounded by vertically aligned PCL-gelatin-GO electrospun fibers; **b)** rGO-collagen scaffold: morphological characterization (left image) and cell-material interactions using ENPCs to test the differentiation process into neurons (Map-2: green fluorescence) and glial cells (Vimentin: red fluorescence) after 7 days of culture; **c)** PCL-gelatin-GO electrospun fibers: mechanical and morphological analysis of the electrospun fibers (electrospinning parameters: 10% w/v in THF; 30 kV of voltage; 15 cm of working distance, 1.5 mL/h of flow rate and 1500 RPM) after adding different percentages of GO into the initial PCL-gelatin composite. Scale bars: 150 μ m (b, yellow) and 10 μ m (c, white).

Preliminary Results and Discussion

The concept for the 3D scaffold herein presented includes two distinctive zones with complementary porous and fibrous topographies able to mimic the morphology of the grey and white matters, respectively (Fig.1a). Briefly, the reduced graphene oxide – collagen (rGO-collagen) porous system occupies the core of the scaffold and its fabrication was based in previous reports [3]. Preliminary biocompatibility tests showed that this rGO-collagen microporous network embraces a set of biochemical, mechanical and morphological features able to enhance the differentiation of embryonic neural progenitor cells (ENPCs) preferentially into neurons (Fig. 1b). Complementary, a Polycaprolactone-gelatin-graphene oxide (PCL-gelatin-GO) nanofibrous network was electrospun in order to surround the porous structure and consequently be able to guide the axons onto ascendant and descendent pathways, similarly to the white matter of the spinal cord. The mechanical and topographic analysis of the electrospun mesh (Fig. 1c) confirmed that, independently of the percentage of GO added (0.15%, 0.3%, 0.6% and 1%), the PCL-gelatin-GO nanofibers presented both diameter and tensile modulus compatible with neural TE protocols [4]. Future studies will include the optimization of the conductive properties of the scaffold since an enhanced electrical conductivity could lead not only to better cell adhesion, proliferation and differentiation, but also to the introduction of different electrical stimulation patterns able to modulate the cell response [5].

Nanocellulose-aluminium hybrid foams for multifunctional applications

Susana C. Pinto¹, Isabel Duarte¹, Romeu Vicente² and Paula A.A.P. Marques¹

¹TEMA, Department of Mechanical Engineering

²RISCO, Department of Civil Engineering

University of Aveiro

3810-193 Aveiro, Portugal

scpinto@ua.pt, isabel.duarte@ua.pt, romvic@ua.pt, paulam@ua.pt

Abstract

Hybrid materials represent a current and very promising class of materials for engineering applications. Based on the hybrid material concept, it was developed and tested a new hybrid foam by combining two promising materials, open-cell aluminum (Al) foams and nanocellulose foams. Metallic open-cell foams are suitable to be filled with other types of materials resulting in interesting multifunctional materials. On the other hand, cellulose foams present many interesting characteristics such as biodegradability, biocompatibility, non-toxicity, chemical stability and possible to produce in different shapes. Since cellulose foams have low mechanical properties and are considered of high flammability, therefore the combination of the Al open-cell foam as a mechanical matrix support for the cellulose foam and incorporation of graphene-based materials (GBMs) added to the cellulose foam to provide mechanical strength and fire-retardant characteristics respectively.

The hybrid foams were prepared by impregnating the Al open-cell foams with GBMs-containing bacterial cellulose (BC) precursor solution, creating then the polymeric foam inside Al open-cell foam structure. The BC/GBMs-Al hybrid foams and the individual foams (BC and Al open-cell foams) were fully characterized and special focus was addressed to mechanical, acoustic, thermal and fire-retardancy properties. Results demonstrate that these new hybrid foams are multifunctional because they present enhanced thermal insulation and sound absorption properties as well as fire-retardancy. A novel environmental friendly hybrid solution is presented with potential use for high-end insulation applications.

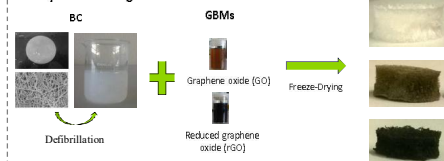
Introduction

During the last decades, cellulose materials have been the topic of a great development, either in the form of films or foams. In fact, cellulose foams show great versatility being used as pollutants absorbers, insulation materials or biomedical devices. However, cellulose materials present low mechanical properties and high flammability, which limits its applications [1,2]. Graphene based materials (GBMs) are widely used as mean of mechanical reinforcement and started to be used as fire-retardants of polymeric materials [3]. For some applications the mechanical strength requirements are high and cellulose/GBMs composites cannot meet the target properties, therefore a strong support matrix to incorporate cellulose/GBMs is need. Metallic open-cell foams present interesting properties such as high internal surface area, non-flammability and recyclability are suitable to be combined with different types of materials [4,5]. This work proposes a new approach to obtain a novel multifunctional hybrid foam resulting from the combination of BC/GBMs (graphene oxide and reduced graphene oxide) inside an Al open-cell foam resulting in a structural sustained novel material that joins the individual features of all the materials present. Hereafter, is first presented the preparation and optimization of BC/GBMs composite foams alone and subsequently the preparation and characterization of the hybrid BC/GBMs Al open-cell foams.

Bacterial cellulose/GBM composite foams

Experimental

Preparation and optimization of the BC/GBMs proportion composition to create a foam by freeze-casting



Results

Morphology

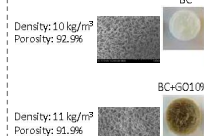


Fig. 1. Morphology of BC and BC+GO10% foams.

Fire-retardancy

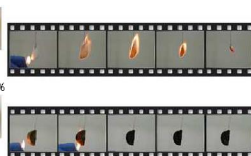


Fig. 2. Fire-retardancy behaviour of BC and BC+GO10% foams.

Thermal conductivity

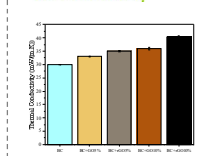


Fig. 3. Thermal conductivity of BC and BC/GBMs composite foams.

Acoustic absorption

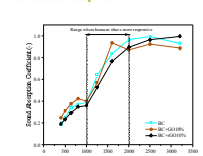


Fig. 4. Sound absorption coefficient of BC and BC/GBMs composite foams.

Deformability and compressive behaviour

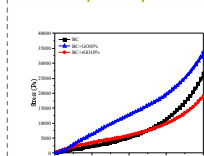


Fig. 5. Stress-strain curve profiles of BC and BC/GBMs composite foams.

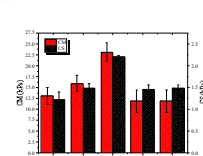
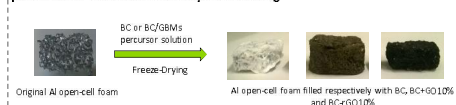


Fig. 6. Compressive modulus (CM) and compressive strength (CS) of BC and BC/GBMs composite foams.

Bacterial cellulose/GBMs-Al open-cell hybrid foams

Experimental

Filling the pores of the open-cell Al foam with the BC/GBMs solution and production of the cellulose foam by freeze-casting



Results

Compressive strength behaviour

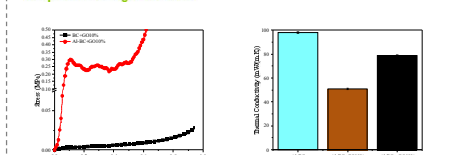


Fig. 7. Comparison between stress-strain curve of BC+GO10% and Al-BC+GO10%.

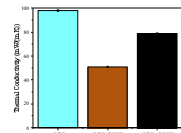


Fig. 8. Compressive strength of Al-BC and Al-BC/GBMs hybrid foams.

Final Remarks

The BC/GBMs nanocomposites present:

- Low density and high porosity;
- Fire-retardancy provided by the incorporation of GBMs;
- Acoustic and thermal insulation properties provided by the cellular structure;
- Although mechanical properties were enhanced by the incorporation of GO, the mechanical strength of the composite is still low. The combination with Al-foam greatly enhanced the mechanical strength, while keeping the lightweight properties;

A novel environmental friendly hybrid solution is presented with potential use for high-end insulation applications.

References

- [1] N. Lavigne and L. Bergstrom, "Nanocellulose-based foams and aerogels: processing, properties, and applications", *J. Mater. Chem. A*, vol. 5, pp. 16105-16117, 2017.
- [2] B. Wicklein, A. Kocjan, G. Salazar-Alvarez, F. Carosio, G. Camino, M. Antonietti and L. Bergström, "Thermally insulating and fire-retardant lightweight anisotropic foams based on nanocellulose and graphene oxide", *Nat. Nanotech.*, vol. 10, pp. 277-283, 2015.
- [3] Z. Sun, X. Li, L. Yu, and Z. Zhang, "Graphene-based flame retardants: a review", *J. Mater. Sci.*, vol. 51, pp. 8271-8295, 2016.
- [4] I. Duarte and J.M.F. Ferreira, "Composite and Nanocomposite Metal Foams", *Materials (Basel)*, vol. 1, pp. 1-34, 2016.
- [5] I. Duarte, M. Vesenjak, I. Krstulović-Opara and Z. Ren (2018) "Crush performance of multifunctional hybrid foam based on an aluminium alloy open-cell foam skeleton", *Polym. Test.*, vol. 67, pp. 246-256, 2018.

Acknowledgments

The present study is financially supported by the Portuguese Foundation for Science and Technology (FCT) under the Scholarship Grant SFRH/BD/111515/2015.

Artigos Completos

Influência do tempo de viagem nos custos ambientais

¹Carlos Sampaio, ¹Jorge M. Bandeira, ¹Margarida C. Coelho

¹Departamento de Engenharia Mecânica
Centro de Tecnologia Mecânica e Automação
Universidade de Aveiro, Portugal

Resumo — Em cidades de média dimensão com baixa densidade populacional, o sistema de transporte públicos tende a ser deficitário, sendo, portanto, a utilização do veículo rodoviário individual o modo de transporte predominante. A utilização deste meio de transporte pode levar a congestionamento a certas horas do dia, implicando um aumento das emissões.

Neste trabalho propôs-se estudar a influência que o congestionamento tem nas emissões e nos custos ambientais. Com este objetivo, num caso de estudo, foi estimado o aumento de emissões/custos que um cenário com congestionamento tem em relação a um cenário sem congestionamento. Foi verificada a emissão de poluentes para um veículo típico a *diesel* e um a gasolina, e para um cenário de congestionamento as emissões de CO₂ aumentaram 32% e 46%, e os custos ambientais 33% e 46%, respetivamente para cada tipo de veículo. Neste estudo foi também possível desenvolver modelos que descrevem os custos ambientais em função do tempo de viagem e da distância percorrida. Foi estimado o custo para as 3 rotas sugeridas para realizar uma certa viagem; conclui-se que uma das rotas implica menores custos ambientais, cerca de 20% menos do que a rota que implica maiores custos ambientais.

Palavras-chave: Tempo de viagem; emissões; custos ambientais.

INTRODUÇÃO

O sistema de transportes, principalmente o transporte rodoviário individual no qual a mobilidade se encontra assente nos centros urbanos de baixa densidade populacional, acarreta vários impactes do foro ambiental, como por exemplo as emissões de Dióxido de Carbono (CO₂), Óxidos de Azoto (NO_x) e Compostos Orgânicos Voláteis não-metânicos (NMVOC), sendo que o setor dos transportes contribui com cerca de 28% das emissões totais de CO₂ na União Europeia [1].

O congestionamento de tráfego rodoviário deteriora a qualidade do ar e faz com as emissões de CO₂ aumentem. De forma a diminuir o congestionamento, alguns mecanismos têm sido implementados e estudados como por exemplo a utilização de vias semaforizadas, no entanto, estes, por norma não têm em conta as emissões provenientes dos veículos que se encontram em espera quando o sinal está

vermelho, nem capacidade para reagirem em tempo real a acontecimentos inesperados como acidentes e obras na via [2]. Chrpá et al., (2015) sugere que é possível diminuir as emissões de poluentes (CO₂ e outros) assim como o tempo de viagem (diminuindo o congestionamento) através de uma escolha de rota com base em critérios ambientais [2]. A utilização de dados de navegação disponíveis em várias plataformas pode ser empregue para quantificar as emissões [3]. Kellner (2016) através de dados de navegação, constatou o impacte que o congestionamento regular (que ocorre a certos momentos do dia em alguns troços da via rodoviária) tem nas emissões de CO₂, tendo concluído que o mesmo pode levar a um aumento das emissões em valores entre os 2,5% e os 50% [3].

Os impactes ambientais podem ser monetizados tendo como princípio que os mesmos causam danos p.e. na saúde humana, o que acarreta também custos hospitalares, podendo estes ser chamados de custos externos do sistema de transportes. Com base neste princípio é possível estimar um fator de custo associado à emissão de poluentes como por exemplo CO₂, NO_x, NMVOC entre outros para cada país tendo em conta as suas especificidades [4].

Este estudo tem como objetivo aferir a influência que o aumento do tempo de viagem para uma mesma via (aumento dos níveis de congestionamento) tem nas emissões de CO₂, NO_x e NMVOC, nos seus custos associados, assim como aferir uma ferramenta simples para estimar os custos ambientais com base na distância e no tempo de viagem.

METODOLOGIA

Foi escolhida uma via da cidade de Aveiro onde costuma existir congestionamento regular, que ocorre normalmente no mesmo período (figura 1) como caso de estudo. Esta via tem cerca de 700 m e foram equacionados dois cenários a serem equiparados (tabela 1), onde será calculada a

diferença entre os dois cenários a nível de emissões e custos ambientais.



Rápido    Lento

Figura 1 - Tráfego típico na Alameda Silva Rocha, Aveiro a uma segunda-feira às 17:50. Adaptado de [5].

Tabela 1 - Cenários equacionados, tempo de viagem e velocidade média respetivos.

Cenário	Tempo de viagem	Velocidade média
Free-flow (C1)	~1 min	40 km/h
Com congestionamento (C2)	~2 min	20 km/h

Estimativa de emissões

As emissões foram estimadas recorrendo ao modelo COPERT4 [6]. Como input foram utilizados os dados da frota portuguesa [7], dados como população, quilómetros percorridos, entre outros, sendo obtido o valor das emissões dos poluentes considerados para diferentes velocidades, e posteriormente modelado um veículo típico *diesel* e gasolina, através da seguinte metodologia:

- Somatório do produto entre a população de cada veículo e a sua quilometragem anual para as velocidades consideradas;

$$vkmt = \sum n_i \times km_i \tag{1}$$

Onde: n = número de veículos, i = tipo de veículo e km = quilómetros percorridos/ano

- Divisão entre as emissões totais e o produto entre a população de cada veículo e a sua quilometragem anual;

$$fe = \frac{\sum poluente e_e \times n_{total}}{vkmt} \tag{2}$$

Onde fe = fator de emissão (g/km); e = poluente.

- Obtenção dos gráficos *fator de emissão vs velocidade* de forma a retirar funções com base em regressão para um veículo típico a *diesel* e a gasolina.

As curvas obtidas para um veículo a *diesel* típico podem ser encontradas na figura 2 sendo que as funções podem ser encontradas na tabela 2.

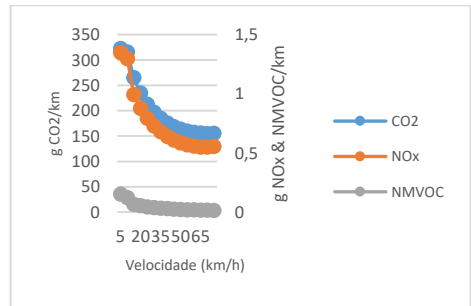


Figura 2 - Curvas obtidas para um veículo diesel típico.

Tabela 2 - Funções para estimar o fator de emissão para cada tipo de tecnologia.

Tecnologia	Fator de emissão (g/km)	Funções	R ²
Diesel	CO ₂	-3,07016*v+312,86	0,87
Diesel	NO _x	-0,01396*v+1,259	0,84
Diesel	NMVOC	-0,00201*v+0,1168	0,72
Gasolina	CO ₂	-4,45404*v+373,48	0,78
Gasolina	NO _x	-0,00406*v+0,4168	0,56
Gasolina	NMVOC	-0,01924*v+1,2441	0,61

Onde v é a velocidade em km/h.

Sendo, portanto, o cálculo das emissões:

$$ET_e = fe \times d \quad (3)$$

Onde ET = emissões e d = distância (km).

Custos ambientais

Os fatores monetários associados aos poluentes encontrados podem ser encontrados na tabela 3.

Tabela 3 - Fatores de custo ambientais para Portugal [4].

Poluente	€/ton
CO ₂	90
NO _x	1957
NMVOC	1048

Sendo o cálculo do custo total associado à via:

$$CA = \sum fm_e \times ET_e \quad (4)$$

Onde CA = Custo ambiental; fm = fator monetário.

RESULTADOS

No que concerne as emissões, no caso de veículo a *diesel* (tabela 4), as emissões de CO₂ aumentaram 32%, as de NO_x cerca de 40% e as de NMVOC cerca de 110%. Enquanto que no caso do veículo a gasolina (tabela 5), as emissões de CO₂ aumentaram 46%, as de NO_x aumentaram 32% e as de NMVOC aumentaram 81%.

Tabela 4 - Emissões obtidas para ambos os cenários para um veículo típico a diesel.

Cenário	g CO ₂	g NO _x	g NMVOC
C1	131,14	0,48	0,03
C2	173,51	0,68	0,05

Tabela 5 - Emissões obtidas para ambos os cenários para um veículo típico a gasolina.

Cenário	g CO ₂	g NO _x	g NMVOC
C1	134,77	0,18	0,33
C2	196,23	0,23	0,59

No caso dos custos ambientais, os mesmos aumentaram cerca de 33% nos veículos a *diesel* e 46% nos veículos a gasolina (tabela 6).

Tabela 6 - Custos ambientais associados a um veículo típico a diesel e a gasolina para o caso de estudo considerado.

Cenário	Diesel (€)	Gasolina (€)
C1	0,01278	0,01282

C2	0,01699	0,01874
-----------	---------	---------

Definiu-se o custo específico (CE) (€/km) como o custo ambiental dado em função do tempo de viagem. Para cálculo do CE recorre-se a curvas de regressão que relacionam o custo ambiental por quilómetro associado ao caso de estudo (figura 1) para vários tempos de viagem da mesma. Esta informação é dada quando se planeia uma viagem p.e. no Google Maps, sendo que com estas curvas seria possível estimar o custo associado a cada viagem dentro do intervalo de tempo de viagem representativo. As curvas obtidas encontram-se na figura 3.

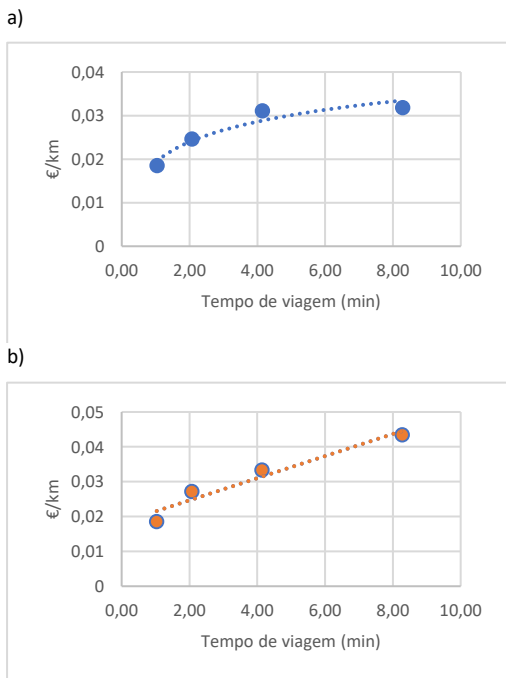


Figura 3 - Curvas obtidas para a) veículo diesel b) veículo gasolina para o caso de estudo da Figura 1.
As funções obtidas são as seguintes:

Diesel:

$$Se 1 < tv < 8, então CE = 0,0067 \ln(tv) + 0,0193 \quad (5)$$

$$R^2 = 0,92$$

Gasolina:

$$Se 1 < tv < 8, então CE = 0,0032 \times tv + 0,0183 \quad (6)$$

$$R^2 = 0,94$$

Onde tv = tempo de viagem (min) e CE = consumo específico (€/km).

Sendo, portanto, o Custo Ambiental (CA):

$$CA = CE \times d \quad (7)$$

A título de exemplo, no caso de um veículo a *diesel* aplicou-se a função (5) para estimar o custo (tabela 7) para a viagem exposta na figura 4.

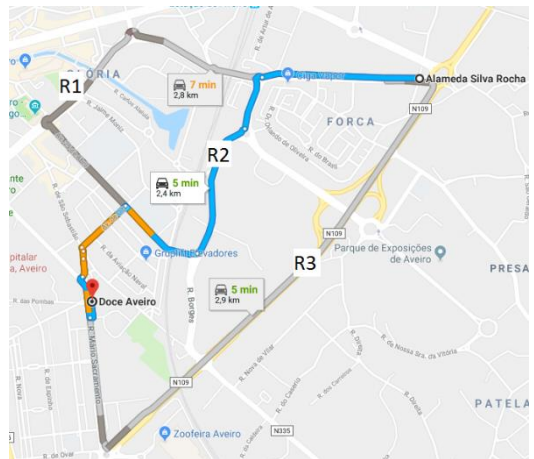


Figura 4 - Rotas sugeridas pelo Google Maps para uma viagem entre a Alameda Silva Rocha e a Doce Aveiro.
Adaptado de [8].

Tabela 7 - Resultados obtidos para um veículo a Diesel para as rotas sugeridas na figura 4.

	R1	R2	R3
tv (min)	7	5	5
d (km)	2,8	2,4	2,9
CE (€/km)	0,0323	0,0301	0,0301
CA (€)	0,0905	0,0722	0,0872

A R2 e a R3 apresentam o mesmo CE, sendo que a R1 apresenta o CE superior. Em termos de CA, a rota com melhor desempenho ambiental é a R2, com um custo ambiental 20% inferior em relação à R1 e 17% inferior em relação à R3.

CONCLUSÕES

O objetivo deste trabalho é quantificar a influência que o aumento do tempo de viagem possui para uma viagem com a mesma distância, fenómeno conhecido como congestionamento, tem nas emissões e nos custos ambientais associados às mesmas.

No caso de estudo considerado (Alameda Silva Rocha – figura 1), compara-se um cenário com congestionamento (C2) e um cenário em *free flow* (C1). No que concerne as emissões, no caso de um veículo *diesel* (tabela 4), as emissões de CO₂ aumentaram 32%, as de NO_x cerca de 40% e as de NMVOC cerca de 110%, sendo que custo ambiental cresce 33%. Enquanto que no caso de um veículo a gasolina (tabela 5), as emissões de CO₂ aumentaram 46%, as de NO_x aumentaram 32% e as de NMVOC aumentaram 81%. Os custos ambientais aumentam cerca de 46%. Os valores de aumento de CO₂ vão de encontro com a literatura, que diz que as emissões de CO₂ podem aumentar entre 2,5% e 50%, devido ao congestionamento [3].

Neste estudo foi também possível desenvolver modelos que permitem descrever o CA para um determinado intervalo de tempo. O modelo para veículos a *diesel* foi aplicado numa viagem onde nos são fornecidas 3 rotas, com o objetivo de estimar qual das três implica menores custos ambientais. A rota com menor CA é a R2, com um custo cerca de 20% inferior em relação à R1 e 17% inferior em relação à R3.

Para trabalhos futuros sugere-se:

- Inclusão das emissões de PM_{2,5} no cálculo dos custos ambientais e nos modelos obtidos.

- Validação e expansão dos modelos.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos projetos estratégicos UID-EMS-00481-2013-FCT; CENTRO-01-0145-FEDER-022083; CISMOB (PGI01611, financiado pelo Interreg Europe Programme); MobiWise (POCI-01-0145-FEDER-031923); @CRUISE (PTDC/EMS-TRA/0383/2014) cofinanciado pelo COMPETE2020, Portugal2020 – Programa Operacional para a Competitividade e Internacionalização, União Europeia FEDER e FCT. J. Bandeira o apoio da FCT para a bolsa SFRH/BPD/100703/2014.

REFERÊNCIAS

- [6] European Environment Agency (EEA). (2017). Statistical pocketbook 2017 - Mobility and Transport - European Commission. Obtido de https://ec.europa.eu/transport/facts-fundings/statistics/pocketbook-2017_en
- [7] Chrupa, L., Magazzeni, D., McCabe, K., McCluskey, T. L., & Vallati, M. (2015). Automated planning for urban traffic control: Strategic vehicle routing to respect air quality limitations. Em *CEUR Workshop Proceedings*. CEUR-WS. Obtido de [https://kclpure.kcl.ac.uk/portal/en/publications/automated-planning-for-urban-traffic-control\(cc05a23c-1545-4ecd-80a6-f82722fc296d\).html](https://kclpure.kcl.ac.uk/portal/en/publications/automated-planning-for-urban-traffic-control(cc05a23c-1545-4ecd-80a6-f82722fc296d).html)
- [8] Kellner, F. (2016). Exploring the impact of traffic congestion on CO₂ emissions in freight distribution networks. *Logistics Research*, 9(1), 21. <https://doi.org/10.1007/s12159-016-0148-5>
- [9] Korzhenevych, A., Dehnen, N., Brocker, J., Holtkamp, M., Meier, H., Gibson, G., & Cox, V. (2014). Update of the Handbook on External Costs of Transport. Obtido de https://ec.europa.eu/transport/sites/transport/files/handbook_on_external_costs_of_transport_2014_0.pdf
- [10] Google Maps. (2018). <https://www.google.pt/maps/@40.6388555,-8.6350021,16.25z/data=!5m1!1e1>
- [11] Emisia. (2016). V4.11.4. <http://www.emisia.com/utilities/copert/versions/>
- [12] Emisia (2015). COPERT countries data. <http://www.emisia.com/utilities/copert-data/>
- [13] Google Maps. (2018). <https://www.google.com/maps/dir/40.6406894,-8.632657/Doce+Aveiro/@40.6374733,-8.6435865,15.25z/data=!4m9!4m8!1m0!1m5!1m1!1s0x0:0x136ce747a3b86a62!2m2!1d-8.6483136!2d40.6326092!3e0>

Prediction of performance of turning process of Ti-6Al-4V alloy for different feed rates

C. Veiga

Department of Mechanical Engineering
Polytechnic Institute of Coimbra, ISEC
Coimbra, Portugal
veiga@isec.pt / phdveiga@gmail.com

C. Veiga, J. Paulo Davim

Department of Mechanical Engineering
University of Aveiro
Aveiro, Portugal
celestino@ua.pt / pdavim@ua.pt

A.J.R. Loureiro

Department of Mechanical Engineering
University of Coimbra
Coimbra, Portugal
altino.loureiro@dem.uc.pt

Abstract - The purpose of this work is to predict and evaluate the performance of titanium machining process, for different feed rates. Three simulations of turning process of Ti-6Al-4V alloy with a cemented carbide tool were performed, using the AdvantEdge FEM™ software. The results of chip morphology, machining forces, tool tip temperature, and evolution of strain and temperature on the machined surface were obtained and analysed. The results agree reasonably with the measured ones found in literatures. The chip plastic strain, the magnitude of the machining forces and the tool tip temperature increased substantially with increasing feed rate.

Keywords - Titanium; Machining; FEM simulation; Feed rate.

INTRODUCTION

Feed rate is a cutting parameter that may influence greatly the machining performance. Its suitable range dependent on the other cutting parameters, tool material and geometry, workpiece material and required surface finish.

The values found in several literatures [1-6], show that the used feed rates for machining titanium alloys locates usually in the range 0.02 mm/rev - 1.00 mm/rev. According to other literature [7], proper feed rate depends on the desired surface finish and can be up to 0.25 mm/rev for roughing out a soft material, or up to 0.10 mm/rev for tougher materials, but for finishing it is required lower values. Recommendations on proper feed rates are in catalogues, reference books and charts, which, however, do not exempt adjustment according to the cutting conditions.

Investigation about performance of machining process under different feed rates is in several literatures [8-12]. However, due to the complexity of the machining processes, there is a lack of available cutting data for every possible

cutting condition. Therefore, this work provides some contribution on this subject. The main conclusions are at the end.

METHODOLOGY

First, a set of steps were completed to setup and perform 2D simulations of the turning process of the Ti-6Al-4V alloy with cemented carbide tool (ISO-K20), using the commercial software AdvantEdge FEM™ (Fig. 1). The simulation's model was based on the cutting speed = 120 m/min, depth of cut = 3.175 mm, feed rates of 0.075, 0.1 and 0.125 [mm/rev], cutting tool with edge radius = 0.005 mm, rake angle = 0° and relief angle = 10°. These parameters are similar to those found in literature to facilitate validation [13].

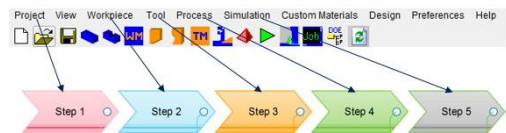


Fig. 1 - Steps for setting and running a simulation of turning process with the AdvantEdge FEM™ software.

RESULT ANALYSIS

The main results are in the figures 2 to 6. The predicted chips for different feed rates show good agreement, in terms of morphology and distribution of plastic strain, with the ones found in literature, for similar cutting conditions (Fig. 2). Increase of feed rate resulted in moderate alteration of chip morphology, especially through the increase of the area with

maximum plastic strain, but for all cases, the morphology is serrated.

According to the results presented in Fig. 3, the evolution of the machining forces components with time seems reasonable when compared with common behavior in literature. The magnitudes of predicted cutting and thrust forces are much larger than the measured ones found in literature. The maximum and average cutting and thrust forces increased with increasing feed rate.

The distribution and magnitude of temperature along the tool rake face agreed well with some description found in literature (Fig. 4). The maximum cutting temperature in the rake face increased with increasing feed rate.

The temperature decreased rapidly with the distance from the root of the chip along the machined surface, but with some fluctuation (Fig. 5).

Change in feed rate shows no relevant influence on the magnitude and distribution of the plastic strain along the machined surface (Fig. 6). The plastic strain reached maximum values close to 3.0, which seems reasonable.

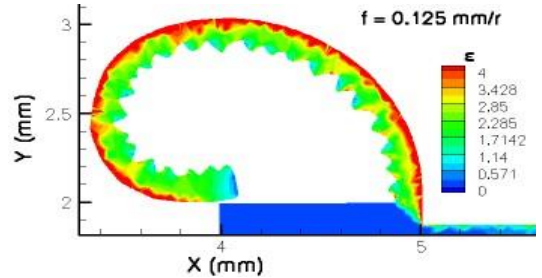
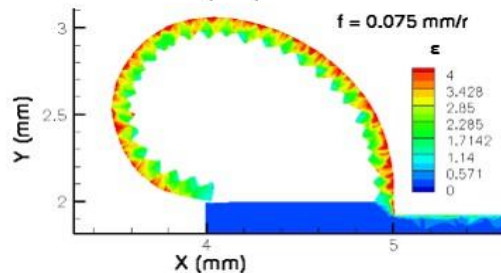
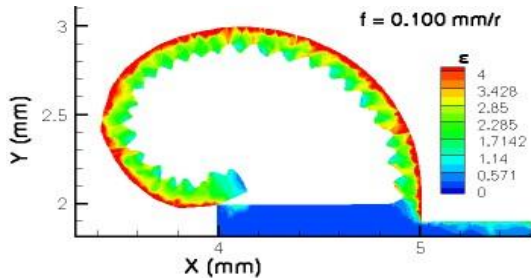
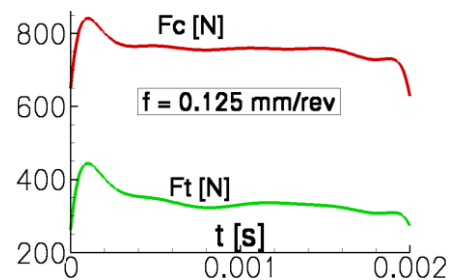
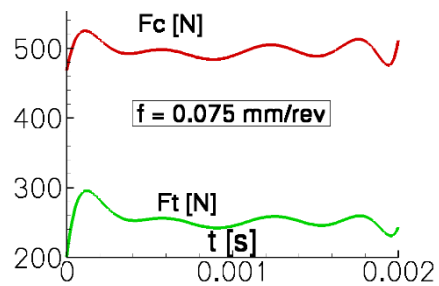


Fig. 2 - Chip morphology for different feed rates. Caption: f - feed rate; ϵ - plastic strain.



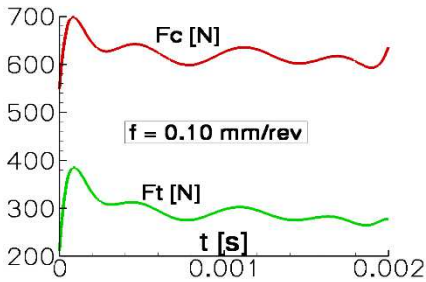


Fig. 3 - Evolution of machining forces for different feed rates. Caption: f - feed rate; F_c - cutting force; F_t - thrust force; t - cutting time.

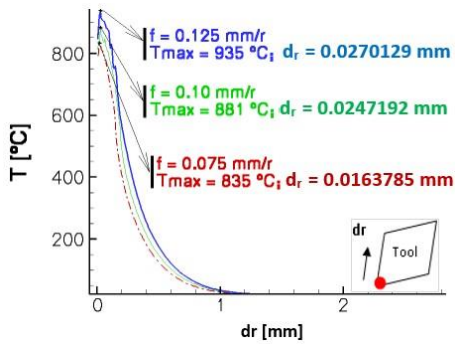


Fig. 4 - Cutting temperature for different feed rates. Caption: T - cutting temperature; f - feed rate; dr - distance from tool tip.

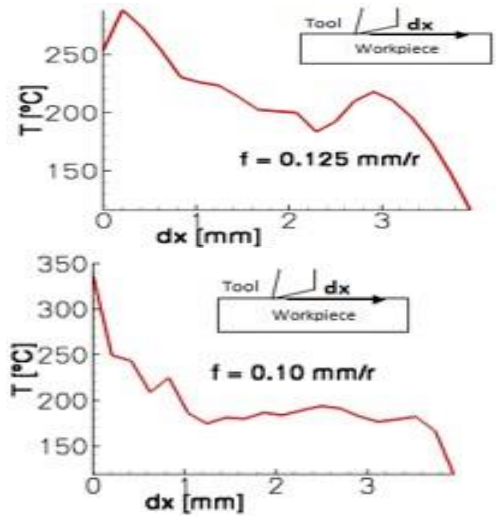
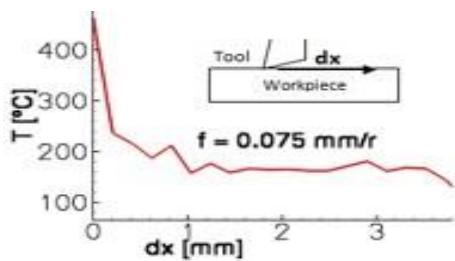
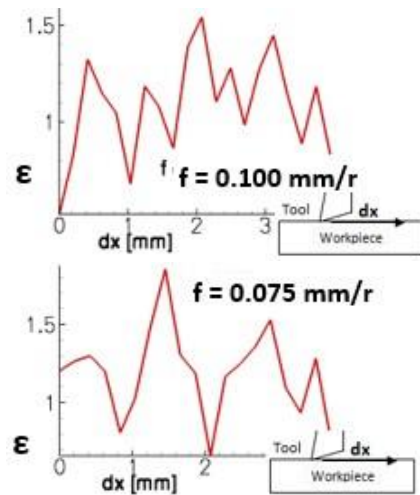


Fig. 5 - Temperature on the machined surface for different feed rates. Caption: T - temperature; f - feed rate; dx - distance from the end of cutting, along the machined surface.



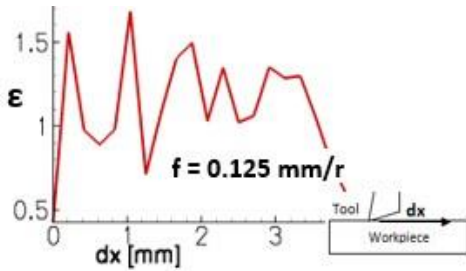


Fig. 6 – Plastic strain on the machined surface for different feed rates. Caption: ϵ – plastic strain; f – feed rate; dx – distance from the end of cutting, along the machined surface.

CONCLUSIONS

The predicted results agree reasonable with the measured ones found in literatures. The chips are serrated and their plastic strain increased with increasing feed rate. The magnitude of cutting and/or thrust forces increased with increasing feed rate. The tool tip temperature increased with increasing feed rate. The distribution or evolution of plastic strain and temperature on the machined surface are similar for different feed rates.

REFERENCES

- [14] SUN, S; BRANDT, M; DARGUSCH, MS - Characteristics of cutting forces and chip formation in machining of titanium alloys. *International Journal of Machine Tools and Manufacture*. Vol. 49, n.º 7-8 (2009b), p. 561-568.
- [15] BARRY, J; BYRNE, G; LENNON, D - Observations on chip formation and acoustic emission in machining Ti-6Al-4V alloy. *International Journal of Machine Tools and Manufacture*. ISSN 0890-6955. Vol. 41, n.º 7 (2001), p. 1055-1070.
- [16] DAYMI, A [et al.] - Effect of the cutting speed on the chip morphology and the cutting forces. *Archives of Computational Materials Science and Surface Engineering*. Vol. 1 (2009).
- [17] HUGHES, JI; SHARMAN, ARC; RIDGWAY, K - The effect of cutting tool material and edge geometry on tool life and workpiece surface integrity. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture*. Vol. 220, n.º 2 (2006), p. 93-107.
- [18] RAMESH, S; KARUNAMOORTHY, L; PALANIKUMAR, K - Fuzzy Modeling and Analysis of Machining Parameters in Machining Titanium Alloy. *Materials and Manufacturing Processes*. Vol. 23, n.º 4 (2008), p. 439-447.
- [19] IBRAHIM, GA; HARON, CHC; GHANI, JA - Progression and wear mechanism of cvd carbide tools in turning Ti-6Al-4V ELI. *International Journal of Mechanical and Materials Engineering*. Vol. 4, n.º 1 (2009b), p. 35-41.
- [20] The Hong Kong Polytechnic University: Machining and Metrology Unit, Metal Cutting Processes 1 – Turning. [Consult. 09-MAR-2015 18:20:23]. Available on internet: <URL: <http://mmu.ic.polyu.edu.hk/handout/0102/0102.htm#9/>>.
- [21] Jagadesh T. and Samuel G L. - Finite Element Modeling for Prediction of Cutting Forces during Micro Turning of Titanium Alloy; 5th International & 26th All India Manufacturing Technology, Design and Research Conference (AIMTDR 2014) December 12th–14th, 2014, IIT Guwahati, Assam, India.
- [22] Chauhan, K. K. and Chauhan, D. K., "Optimization of Machining Parameters of Titanium Alloy for Tool Life". *Journal of Engineering, Computers & Applied Sciences (JEC&AS)* ISSN No: 2319 - 5606 Volume 2, No.6, June 2013.
- [23] Akhyar, G, Che Haron, C.H. and Ghani, J.A., "Application of Taguchi Method in the Optimization of Turning Parameters for Surface Roughness". *International Journal of Science Engineering and Technology* Vol. 1, No. 3, 2008. ISSN: 1985-3785. Available online at: www.ijset.org.
- [24] Sun, F.J., Qu, S.G., Pan, Y.X. et al. *Int J Adv Manuf Technol* (2015) 79: 351. <https://doi.org/10.1007/s00170-014-6717-3>.
- [25] Neelesh Kumar Sahu et al 2018 IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 346 012037.
- [26] T. O'zel,, M. Sima, A.K. Srivastava & B. Kaftanoglu, "Investigations on the effects of multi-layered coated inserts in machiningTi–6Al–4V alloy with experiments and finite element simulations". *CIRP Annals - Manufacturing Technology* 59 (2010) 77–82.

Artificial Neural Network Modelling of Solar Thermal Hybrid Façade – Short Review

Luís Filipe Martins¹

¹ *Mechanical Engineering Department, University of Aveiro, Aveiro, Portugal*

lfmartins@ua.pt

Fernando Neto^{1,2}

¹ *Mechanical Engineering Department, University of Aveiro, Aveiro, Portugal*

² *TEMA, Centro de Tecnologia Mecânica e Automação, University of Aveiro, Portugal*

Abstract— Climate change and sustainable development are some of the 21st century greater challenges. Renewable energies technology has reached a point where it becomes affordable to produce on-site the energy necessary to fulfill the needs. This producer-consumer paradigm can become a synonym of sustainability (supply-to-demand matching), energy efficiency (closer production and consumption means less energy transport losses) and security of supply (production is endogenous). It should be noted that the overall cost of renewable energy utilization is becoming increasingly lower (the cost of energy obtained from renewable sources, like the Sun, is easily calculated and relates, mostly, to the return on investment made in the system and its maintenance). This approach leads to a better environment with less air and noise pollution resulting in greener cities. In this work it is intended to demonstrate the potential offered by a hybrid solar thermal façade which heats air and water, cools air and may also be used for passive ventilation (the air cooling and passive ventilation will not be contemplated by the ANN modeling). The façade can be used in several contexts, such as industrial processes with lower enthalpy requirement, domestic and commercial buildings, service buildings (hospital, schools, hotels), etc. The economic/financial analysis of the solution is a rather important factor that may decide the feasibility of the use of such a façade in a certain location. To provide such information, a model of the façade will be created using an Artificial Neural Network (ANN). The use of artificial neural networks in various applications related with renewable energies, energy management in buildings and thermal systems analysis has been increasing significantly over the years [1]–[3]. This technique has, however, a different approach when compared with others as it uses and depends on data collected previously from a working prototype or a simulated system. This data should characterize the system behavior/performance during a rather large period and will be used afterwards to train the network which will then replicate the façade's working behavior.

Keywords—*Artificial Neural Networks; System Modelling; Solar Thermal; Renewable Energy.*

TOPIC

- 2) Technologies for the Wellbeing
 - a. Multiscale technologies and devices for medicine, environment and energy;

INTRODUCTION

European legislation outlines a set of ambitious objectives for 2020 concerning general energy efficiency and consumption in the buildings sector. The legislation aims at higher energy efficiencies within buildings along with the use of renewable energies in order to reduce the energy consumption impact of the sector. These buildings are intended to have a pattern of energy consumption which ideally will be, in general, satisfied by the building itself through renewable energy systems resulting in an external null consumption of energy.

The European Parliament Directive 2002/91/EC [4] of 16th December 2002, concerning buildings energy performance, acknowledges an energy consumption share in buildings of 40%, resulting in high carbon dioxide emissions (point (6) of the Directive). Points 8, 9, 10, 12, 13, 14 and 15 of this directive show a clear intention to implement a set of rules in the sector aiming at a better regulation.

Directive 2006/32/EC [5] of 5th April 2006, concerning energy end-use efficiency and energy services, stated that Member States should adopt until 2016 an overall national energy savings goal of 9% through the promotion of energy services and adoption of other measures to improve energy efficiency. In this context, Member States have also committed to reduce greenhouse gas emissions by 20% by 2020 and an increase in the same proportion of the renewable energy sources in the European Union (EU) energy mix. A goal of 20% was also set for energy efficiency for 2020. The articulation between climate policy and energy policy objectives was thus a key element in the implementation of this Directive.

More recently, on 30 November 2016 the Commission proposed an update to the Energy Efficiency Directive including a new 30% energy efficiency target for 2030, and measures to update the Directive to make sure the new target is met.

On 14 June 2018 the Commission, the Parliament and the Council reached a political agreement which includes a binding energy efficiency target for the EU for 2030 of 32.5%, with a clause for an upwards revision by 2023. This political agreement must now be translated into all EU languages and formally adopted by the European Parliament and the Council, and then published in the Official Journal of the EU[6].

The capture of renewable energies through a hybrid solar façade will certainly contribute to the EU directives goal achievement. It is known that the closer the consumption is to production, lower are the losses in the distribution circuit and higher efficiency will be attained. The technology described in this text is a tentative answer to the European Union and Portuguese legislation demands since it promotes energy efficiency and renewable energy implementation in buildings. Furthermore, this technology will also certainly contribute to improve energy classification of buildings.

SEnergy Force Façade

A façade is an architectural element which composes the outer envelope of a building. Besides the aesthetic purpose, a façade must comply with other requirements such as: being waterproof, providing thermal and acoustic insulation from the outside environment, providing security and privacy and sometimes presenting fire resistant characteristics.

The abundant energy provided by the sun can be selectively captured by façades by transmitting or absorbing this energy. Properly designed façades can act as a link between the building environment and the natural environment [7], [8].

Though the employment of natural ventilation is almost as old as vernacular architecture [9], research investment within the latest years along with energy reduction policies pushed solar architecture into a highlight position. New solar façades are being developed with several purposes, such as: heating, ventilation, thermal isolation, shading, electricity generation and also lighting of buildings [10].

The SEnergy Force is a hybrid façade concept which joins a building-integrated solar thermal system (BIST) and a solar chimney (SCH). This type of façade is a modular solution with built-in structure that can be assembled to any size, meeting the demand requirements. The converted solar energy can be used for different purposes:

- Water heating;
- Air heating;
- Air cooling;

- Passive ventilation.

Figure 2 is an image of a SEnergy façade with 200 square meters at operation at Campia, Portugal (Latitude/Longitude: 40.652482, -8.209533).

The advantages of the concept include:

- Capture of solar energy conversion on a single constructive element;
- Reduction or elimination of non-renewable energy needs;
- Provision of natural ventilation and passive heating/cooling to a building;
- Provision of hot water for domestic purposes as well as for heating (underfloor heating, wall radiators, etc.) and cooling (using absorption chillers);
- Thin modules when compared to a wall or roof;
- Dimensioning targeted at the best performance during Winter without concerns with overheating issues during Summer;
- Simultaneous water and air heating;
- Behaves as a structural element, replacing a conventional façade or roof;
- High thermal effectiveness;
- Modularity, can be customized and easily changed/grow;
- Remotely on-line monitoring and controlled with a PC or smartphone.

Figure 2 - Actual size façade with 200 square meters in operation at the Portuguese Sustainability Centre (CPS), Campia, Portugal (Coordinates: 40.652482, -8.209533).



This hybrid modular façade can be applied/used in small sectors like residential sector as well as in large-scale

buildings, including commercial and industrial facilities, hotels and hospitals satisfying uses such as:

- Heating/cooling networks: hot water can be used directly for heating. For cooling purposes absorption chillers should be used;
- Industrial processes with low enthalpy needs: food drying processes, general industrial drying processes, space heating, hot air or hot water pre-heating;
- Commercial buildings requirements such as: water heating, space heating/cooling and air recirculation (malls, shopping centers, large super-markets);
- Water heating for laundries, kitchens and pools; space heating and cooling (using chillers); air heating/drying at laundries and kitchens; air recirculation, air renovation.

There are, however, some constraints to the widespread use of these devices which are mostly of economical or financial nature: production costs are still too high due to small production output and material costs. Another problem (which is typical to be found among renewable energy systems) is the initial investment required for acquisition, though energy is costless and the system pays itself in (regularly) 7/8 years. On non-renewable energy systems the main equipment generally presents a lower cost as the investment in energy (to make it work, as it is not free) is made during operation time.

Façade Modelling

System modelling is a technique used to provide information about the operation of a device which, otherwise, could only be obtained through its ordinary daily operation during a considerable period of time. Computational simulation and modelling can be a very powerful technique regarding the design and implementation of a thermal system like a solar collector or a solar façade. Through the achieved model and with adequate data, it is possible to simulate and predict the performance of the apparatus in any desired location. For this simulation to occur it is necessary to know a set of parameters such as the amount of incident solar radiation, solar angle, duration of daylight, etc. at the studied site combined with an accurate model for best results.

A numerical model of a system is a good modelling technique as it represents the system in a mathematical/physical point of view, however, and though this approach may lead to excellent results (depending on the thoroughness used to build the mathematical model) the computational resources needed to provide a proper simulation are usually quite demanding as well as the processing time required to achieve the expected results (the processing time depends mostly on the available computational power and is not a linear function of it).

Artificial intelligence (AI) methods such as an artificial neural network (ANN) can be an alternative for modelling systems. The use of artificial neural networks in various applications related with renewable energies, energy management in buildings and thermal systems analysis has been increasing significantly over time [1]–[3]. This technique has, however, a different approach as it uses and mainly depends on data collected previously from a working prototype. The data should characterize the system performance during a considerable period of time and be as representative as possible for later use for network training. After properly trained, the ANN will then imitate the façade's working behavior, with an accuracy level as high as the supplied data quality.

The ANN approach is less demanding on computational resources when compared to conventional techniques, robust in noisy environments and can solve a wide range of problems. Hence, ANNs have been widely used in real-time applications [11].

Results obtained from the application of ANN can often be more precise than those obtained from the simulation of a numerical model. While for the latter case the resulting data and performance are entirely based on a purely theoretical model, the ANN uses real-life system performance which results in a more accurate model. Lecoecue & Lalot [12] mentioned in their work: "it is well known that differences may occur between laboratory tests and actual performances. Hence, it is necessary to develop in-situ tests or field tests". A study presented by Wongsuwan & Kumar [13] on the performance of a forced circulation solar water heater system showed that a neural network can produce more accurate results than TRNSYS® software. According to a later analysis of this work by Kalogirou [14], the relative error median value was about 7% for TRNSYS® while the ANN presented a relative error median value of about -0.4%.

As stated by Sözen, Menlik, & Ünvar [15] there are advantages in the use of ANN when compared to classical methods, like: speed, simplicity and capacity to learn from examples. Their study clearly demonstrates that an ANN can be used instead of mathematical models to calculate a flat solar-collector efficiency.

Esen et al. [16] concluded that the prediction capacity of ANN depends mainly on a good architecture layout (number of neurons and hidden layers) and training parameters used in the network design. The activation functions are an important factor as well as the learning algorithm. The Levenberg-Marquardt (LM) algorithm has been growing in interest because of its fast convergence behavior. Concerning system performance evaluation statistical parameters should be used. The authors also mentioned that the ANN approach has clear advantages over other existing methods.

The results from Fischer et al. [17], which compares the performance of flat plate collectors using two modelling methods (state-of-the-art method and ANN) under clear sky

conditions, can be consulted in Figure 3. The test sequence comprises 916 data patterns of measured data acquired over a 9-hour continuous period with a 36 s time step. The state-of-the-art method shows a good agreement between calculated and measured output values, presenting a difference of 436 kJ (about 1%). The ANN presents a better performance showing a difference in transferred energy of only 184 kJ (about 0.4%).

Figure 4 shows the comparison between measured and calculated collector output for state-of-the-art and ANN modelling under broken clouds conditions. This test sequence consists of 718 data patterns measured over a continuous 7-hour period having a 36 s timestep. Also in this case the ANN shows a better agreement between measured and calculated

output values. The difference in transferred energy is of 1160 kJ (6.1%) for the state-of-the-art technique and 477 kJ (2.5%) using the ANN [17].

The authors concluded that an ANN is a powerful tool that can be applied to characterize the thermal behavior of solar collectors, however, special attention must be taken during the training process assuring that the data involved in this task covers a large slice or even all operation conditions that will be found during the usage of the ANN. It is also mentioned that the determination of the network that better fits the thermal performance of the collector depends on the expertise of the user which draws the system and that the task can be quite time consuming.

Fig. 3 – Measured and calculated flat plate collector output under clear sky conditions for the modelling techniques: (a) state-of-the-art collector modelling; (b) ANN modelling [17].

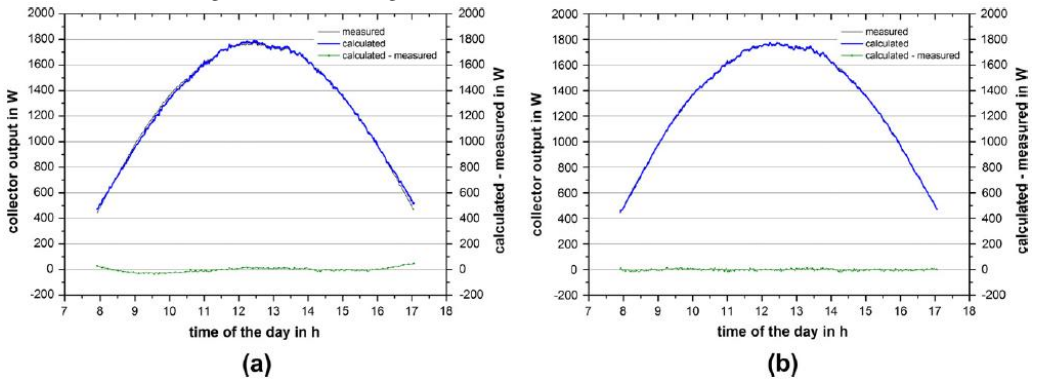
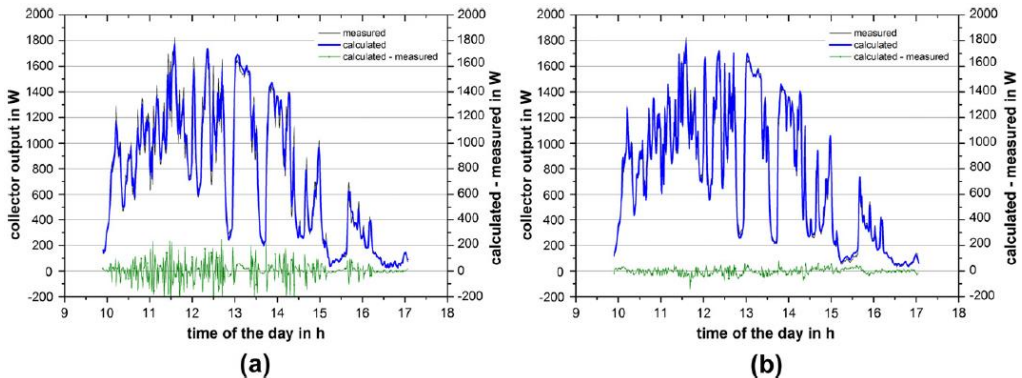


Fig. 4 – Measured and calculated flat plate collector output under broken clouds conditions for the modelling techniques: (a) state-of-the-art collector modelling; (b) ANN modelling [17].



CONCLUSIONS

This research work leads to the conclusion that, at the moment, there is no ANN that can be applied in a general way to the analysis of a hybrid solar façade. However, the literature review has highlighted the importance of some parameters required for development of an appropriate ANN simulation tool for this façade. The number of hidden layers can vary and activation functions may be quite diverse; nevertheless, linear functions are predominantly used on the output layer. For the hidden layers the opinions diverge between gaussian, sigmoid and tangent functions. Some authors use a different activation function in each hidden layer for achieving better results. Regarding the learning function, there is a clear predominance of two techniques, the back-propagation algorithm and the Levenberg-Marquardt algorithm. The network types used in literature are mostly focused on Multi-layer perceptrons. One important conclusion that stands out from this study is that it is more important the quality of the data used to train the network (which should characterize plainly the studied system), than the amount of used data (which sometimes may be redundant or very similar). In this particular system, data used to properly train the network should be obtained in two conditions: clear sky day and broken clouds day. The amount of data for this second case should preferably be larger than for the first one, helping to better describe the performance of the system.

Statistical methods should be used for evaluating network error/deviation and it is clear that a combined use of several methods is essential for a proper performance evaluation of the network.

ANN models are found to model solar energy systems quite accurately: their accuracy is higher for stable conditions like clear sky days; lower accuracy is obtained when working with more variable conditions like broken cloud days. However, several works prove that the ANN approach presents (for the same problem) better results than other approaches like linear-regressions, or state-of-the-art collector modelling. This high accuracy is obtained because ANN is an empirical model that mimics the system presented to the network; the system response may be linear or non-linear as the accuracy does not depend on the linearity but rather on the ANN layout.

The method, however, has still some small drawbacks, one is that it needs reliable/quality data from the system to model in order to train the network. Hence, a real system (prototype) must exist and data must be properly collected, or a simulation layout must be developed. The prototype is preferable as real data is always better than simulation data which is always an approximation. The number of parameters that must be worked out and the time needed to develop an adequate network (as there is no standard model to apply) is also a drawback.

This work analyses and resumes some settings and parameters that are important for designing ANN models of

solar thermal systems. It is expected that the used approach may help the development of an appropriate ANN model for the hybrid solar thermal façade in study. Hopefully it will also help others to get introduced and interested in the ANN concept.

REFERENCES

- [1] S. A. Kalogirou, "Applications of artificial neural networks for energy systems," *Appl. Energy*, vol. 67, no. 1–2, pp. 17–35, 2000.
- [2] S. Lalot, "Identification of the time parameters of solar collectors using artificial neural networks," in *Proceedings of Eurosun*, 2000, no. 2, pp. 1–6.
- [3] A. E. Ruano, E. M. Crispim, E. Z. E. Conceição, and M. M. J. R. Lúcio, "Prediction of building's temperature using neural networks models," *Energy Build.*, vol. 38, no. 6, pp. 682–694, 2006.
- [4] European Parliament, "Directive 2002/91/CE." 2002.
- [5] European Parliament, "Directive 2006/32/CE." 2006.
- [6] European Parliament, "Energy Efficiency." 2016, <https://ec.europa.eu/energy/en/topics/energy-efficiency>.
- [7] R. C. G. M. Loonen, M. Trčka, D. Cóstola, and J. L. M. Hensen, "Climate adaptive building shells: State-of-the-art and future challenges," *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 25, pp. 483–493, Sep. 2013.
- [8] C. Kasinalis, R. C. G. M. Loonen, D. Cóstola, and J. L. M. Hensen, "Framework for assessing the performance potential of seasonally adaptable facades using multi-objective optimization," *Energy Build.*, vol. 79, pp. 106–113, 2014.
- [9] A. Y. K. Tan and N. H. Wong, "Parameterization studies of solar chimneys in the tropics," *Energies*, vol. 6, no. 1, pp. 145–163, 2013.
- [10] G. Quesada, D. Rousse, Y. Dutil, M. Badache, and S. Hallé, "A comprehensive review of solar facades. Opaque solar facades," *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 16, no. 5, pp. 2820–2832, Jun. 2012.

- [11] M. M. Raju, R. K. Srivastava, D. C. S. Bisht, H. C. Sharma, and A. Kumar, "Development of Artificial Neural-Network-Based Models for the Simulation of Spring Discharge," *Adv. Artif. Intell.*, vol. 2011, pp. 1–11, 2011.
- [12] S. Lecoeuche and S. Lalot, "Prediction of the daily performance of solar collectors," *Int. Commun. Heat Mass Transf.*, vol. 32, no. 5, pp. 603–611, 2005.
- [13] W. Wongsuwan and S. Kumar, "Forced circulation solar water heater performance prediction by TRNSYS and ANN," *Int. J. Sustain. Energy*, vol. 24, no. 2, pp. 69–86, 2005.
- [14] S. A. Kalogirou, *Artificial intelligence in energy and renewable energy systems*. 2006.
- [15] A. Sözen, T. Menlik, and S. Ünvar, "Determination of efficiency of flat-plate solar collectors using neural network approach," *Expert Syst. Appl.*, vol. 35, no. 4, pp. 1533–1539, 2008.
- [16] H. Esen, F. Ozgen, M. Esen, and A. Sengur, "Artificial neural network and wavelet neural network approaches for modelling of a solar air heater," *Expert Syst. Appl.*, vol. 36, no. 8, pp. 11240–11248, 2009.
- [17] S. Fischer, P. Frey, and H. Dru, "A comparison between state-of-the-art and neural network modelling of solar collectors," vol. 86, pp. 3268–3277, 2012.

Notas:

Notas:

Notas:

Título

O TEMA em questão: Investigação

Livro de Resumos da 1ª Conferência do Centro de Tecnologia Mecânica e Automação

Editores

António Pereira, Robert Valente, Paula Marques, Margarida Coelho, António Completo, Fernando Neto

Equipa de apoio

Bárbara Gabriel, Raul Simões

Editora

UA Editora

Universidade de Aveiro

Junho de 2018

ISBN: 978-972-789-541-0

TEMA - Centro de Tecnologia Mecânica e Automação

Departamento de Engenharia Mecânica

Universidade de Aveiro

Campus Universitário de Santiago

3810-193 Aveiro, Portugal

Tel: (+351) 234 370 830

Fax: (+351) 234 370 953

e-mail: dem.secretaria@ua.pt

<http://www.ua.pt/tema/>



Apoio de:

FCT

Fundação para a Ciência e a Tecnologia
MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E ENSINO SUPERIOR

