Calçado e Tecnologias Avançadas de Materiais, Equipamentos e Software

2017 – 2021

FAMEST

Ficha Técnica

Título

FAMEST - CALÇADO E TECNOLOGIAS AVANÇADAS DE MATERIAIS, EQUIPAMENTOS E SOFTWARE

Coordenação e publicação

Centro Tecnológico do Calçado de Portugal CTCP
Rua de Fundões, Devesa Velha, 3700-121 Portugal
Tel: +351 256 830 950 | geral@ctcp.pt | www.ctcp.pt

Este documento foi escrito com o suporte dos promotores do projeto FAMEST

ALOFT, AGLOMEX, AMF, ARCOPÉDICO, ASIAL, ATLANTA, CARITÉ, CCG, CEI, CENTENÁRIO, CTCP, CTIC, CURTUMES AVENEDA, CURTUMES BOAVENTURA, DIAS RUIVO, FADEUP, FCUP, FEUP, FLOWMAT, INDINOR, INEGI, INESCTEC, INOCAM, IPB, ISEP, JEFAR, JOIA SHOES, KYAIA, KSI, OFICINAWARE, ZIPOR-PEGASIL, U. MINHO, 3D CORK

Projeto gráfico

Gabinete Design - CTCP

Fotografia

Hugo Costa e Carminho Amorim

Impressão

Orgal impressores

Copyright 2021

Consórcio do projeto FAMEST

Agradecimentos

O consórcio FAMEST agradece ao COMPETE - Programa Operacional Factores de Competitividade, Portugal 2020, União Europeia – Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional e ANI – Agência Nacional de Inovação, o apoio técnico e financeiro que permitiu a realização do projeto mobilizador FAMEST.

Data

Novembro 2021

FAMEST

Footwear, Advanced Materials, Equipments and Software Technologies

PROJETO MOBILIZADOR DO CALÇADO

CALÇADO E TECNOLOGIAS AVANÇADAS DE MATERIAIS, EQUIPAMENTOS E SOFTWARES

Indíce

04 Introdução

06 Novas Metodologias de Design
Estudos Biomecânicos
Conceitos de Calçado

22 Produtos Químicos
Novos Biocouros

28 Materiais e Componentes para Calçado

36 Tecnologias Avançadas de Produção e Comercialização para o Cluster do Calçado 4.0

46 Economia Circular & Sustentabilidade

57 Parceiros

59 Considerações Finais

Introdução

O Cluster do Calçado e Moda evoluiu de atividades lideradas pela manufatura e mão de obra para atividades lideradas pelo mercado e baseadas no conhecimento, tirando vantagens do design e da moda e preservando a capacidade de produção em Portugal. Para se manter competitivo, o Cluster tem de apostar na criatividade, dominar todo o processo de produção e o ciclo de vida do produto, adicionando valor em cada fase e abraçando os desafios, tendências e oportunidades societais, mercado, tecnológicas, indústria 4.0 e a economia circular.

As megatendências globais estão a alterar a forma como as empresas operam e conduzem os seus negócios. No calçado, as preferências do consumidor têm influência no tipo de produtos desenvolvidos e nos serviços fornecidos. A customização leva as empresas a investirem para compreenderem e integrarem as preferências do consumidor e responderem, o mais rápido possível, com os produtos certos. A digitalização e a economia circular de baixo carbono criam desafios, potenciando a inovação. Neste sentido o Cluster do Calçado e Moda mobilizou-se para:

- Perceber as mudanças estratégicas nas necessidades humanas, sociais e económicas e o potencial de tecnologias emergentes, fazendo uma antevisão do Calçado do Futuro.

- Fazer um plano de investigação e desenvolvimento tecnológico (IDT) bem estruturado e providenciar os recursos necessários para o desenvolvimento de conhecimento relativo a produtos de calçado, materiais e tecnologias e transformá-lo em inovações e resultados industriais, comercializáveis no mercado global.

- Transferir e implementar o conhecimento em produtos, materiais e tecnologias considerando os seus ciclos de vida inter-relacionados, desenvolvendo assim novas gerações de produtos e promovendo a inovação na economia, através do investimento em IDT.

- Contribuir para a inovação nas tendências de consumo e os novos paradigmas de tecnológicos, incluindo a indústria 4.0.

- Alavancar a evolução do Cluster para a produção *mass customized* e personalizada de maior valor acrescentado, produtos, materiais, processos e tecnologias digitais, eficientes e sustentáveis, contribuindo para o aumento do nível de produtividade do Cluster e do país para os rácios desejados.

- Implementar conceitos de desenvolvimento sustentável, baseados em conhecimento, economia circular e simbiose industrial.

- Contribuir para aumentar o investimento das empresas em IDT, promovendo o crescimento das suas atividades económicas em conhecimento e a criação de valor, baseado na inovação, através da realização de projetos de sucesso que evidenciam a rentabilidade desta estratégia.

- Contribuir para reforçar a cooperação entre as empresas e as entidades do sistema científico, realizando um projeto visionário e ambicioso, que resultará em conhecimento aplicável a novos produtos, materiais e processos, trazendo vantagens e benefícios mútuos e potenciando o aumento de projetos e atividades em cooperação no futuro.

- Contribuir para formar, atrair e empregar mais investigadores nas empresas produtivas e entidades de investigação promovendo no presente projeto a contratação de pessoas altamente qualificadas, visando a criação e internalização de uma cultura de conhecimento e inovação que estimule o emprego científico.

O FAMEST (Footwear, Advanced Materials, Equipment & Software Technologies), projeto em copromoção mobilizador n.º 24529, cofinanciado pelos programas Compete 2020, Portugal 2020 e UE FEDER, executado entre novembro de 2017 e novembro de 2021, foi promovido por um consórcio de empresas que cobrem toda a cadeia de valor do calçado, incluindo empresas produtoras de couro, palmilhas, produtos químicos, software, equipamentos produtivos e laboratório, sistemas logísticos e calçado, e 9 entidades do sistema científico e tecnológico nacional, com competências multidisciplinares e complementares.

O FAMEST mobilizou o Cluster do Calçado e Moda com o objetivo de investigar, desenvolver e criar nomeadamente:

- Novos materiais, componentes para calçado e tecnologias de produção avançadas.

- Novos conceitos de calçado de moda, técnico e trabalho, economicamente competitivos, incorporando as soluções desenvolvidas, produzidos e comercializados usando as novas tecnologias digitais e flexíveis.

- Soluções que minimizam e valorizam resíduos de materiais gerados pela indústria do cluster, durante a fase produtiva e pós-consumo.

A presente publicação tem como objetivo apresentar os principais resultados atingidos pelos copromotores do consórcio do projeto mobilizador FAMEST.

Novas Metodologias de Design

Estudos Biomecânicos

Conceitos de Calçado

Metodologia sistematizada de design sustentado de calçado

Após um extenso estudo e sistematização das metodologias projetuais em design, em particular em design de moda; das metodologias e estratégias para a inovação, bem como das abordagens criativas suportadas em análise de tendências, foi possível desenvolver uma estratégia de inovação para o design de calçado suportada pelo trabalho com tendências.

O resultado traduz-se numa metodologia projetual para o processo de design de calçado, ou seja, num *workflow* estruturado em seis etapas fundamentais, que agrega conceitos para aplicar o processo de design de calçado de forma inovadora e suportado no trabalho com tendências, bem como métodos para trabalhar ao longo deste processo.

O *workflow* de design de calçado foi trabalhado na forma de um livro, complementado com um desdobrável contendo um infográfico síntese do processo. Ao longo deste livro expõe-se o propósito de cada uma das etapas, evidenciando os resultados que permitem obter, suportados nas vantagens que oferecem.

Para cada etapa destacam-se os métodos e ferramentas mais significativos, para a sua implementação, apresentando como o designer ou equipa de design se deve preparar e como implementar cada um desses métodos.

De modo a dar uma ideia mais detalhada os métodos são exemplificados com casos práticos de aplicação no setor e complementados com algumas dicas.

O livro que se intitulou "O Processo de Design de Calçado – Inovando pelas tendências" e o desdobrável que o acompanha, foram editados em formato físico (ISBN 978-989-5416-6-8) e disponibilizados também em formato eletrónico (ISBN 978-989-5416-5-1).

COPROMOTORES
UMINHO · CTCP · KYAIA · ASIAL · CENTENÁRIO · CARITÉ · JEFAR · JOIA · AMF · ROPAR · ALOFT · ATLANTA · 3DCORK

Metodologia para suportar a integração dos conceitos de calçado de moda personalizado e/ou customizado

A Customização Colaborativa em Massa de Calçado (CCMC) é um processo com potencial, mas complexo, exigindo uma abordagem sistematizada e resulta numa profunda mudança dos paradigmas de criação, produção, aquisição e comunicação.

O *workflow* CCMC sintetiza uma abordagem holística de melhoria contínua que engloba indústria, utilizador/cliente/consumidor e interface, com ênfase no produto e no processo de comunicação.

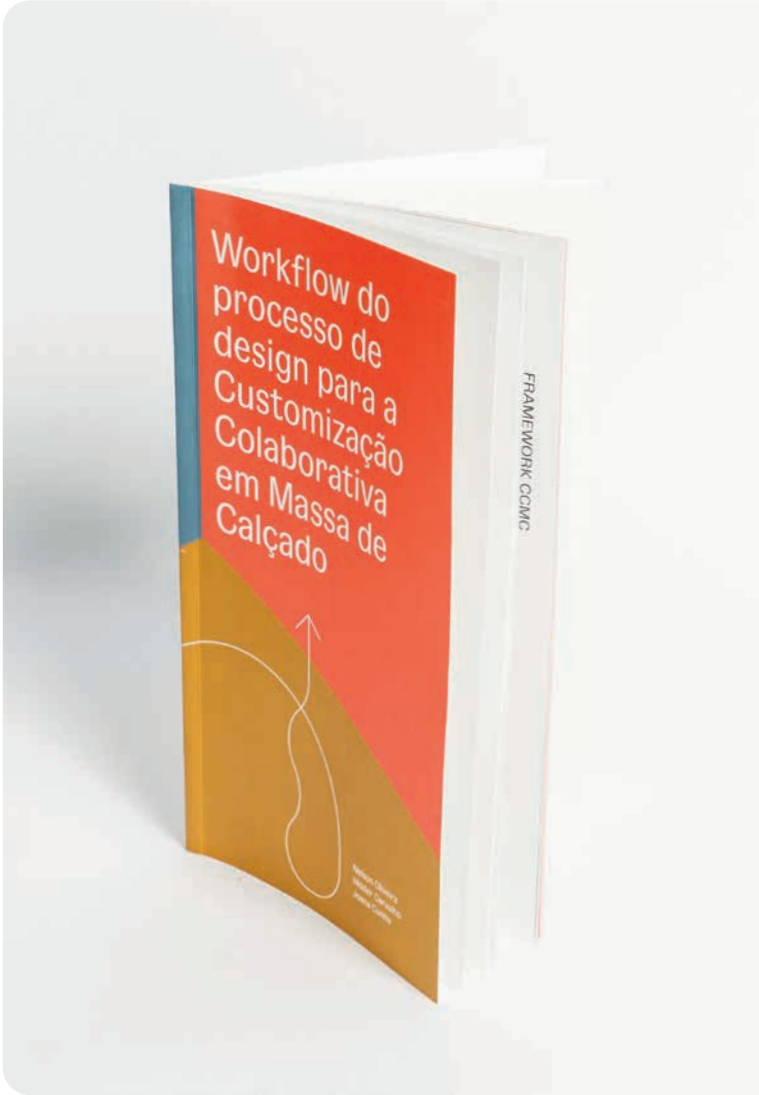
O modelo resulta numa abordagem em três fases: Compreender; Materializar e Explorar.

A primeira fase – Compreender – é onde acontece a compreensão do problema ou oportunidade, sendo por isso o início e o final de todo o processo.

A segunda fase – Explorar – diz respeito à exploração de todas as alternativas de design que possam levar à maior satisfação das necessidades do utilizador, cliente ou consumidor, indo ao encontro dos requisitos e resultados traçados na fase anterior.

A terceira fase – Materializar – foca-se na materialização das ideias produzidas e resultantes da fase anterior. Consiste na concretização efetiva do projeto e da abordagem à customização.

O livro que se intitulou "Worklow do processo de design parar a Customização Colaborativa em Massa de Calçado" e o desdobrável que o acompanha, foram editados em formato físico (ISBN 978-989-54168-4-4) e disponibilizados também em formato eletrónico (ISBN 978-989-54168-3-7).



COPROMOTORES
UMINHO · CTCP · KYAIA · ASIAL · CENTENÁRIO · JEFAR · ATLANTA · CEI · 3DCORK

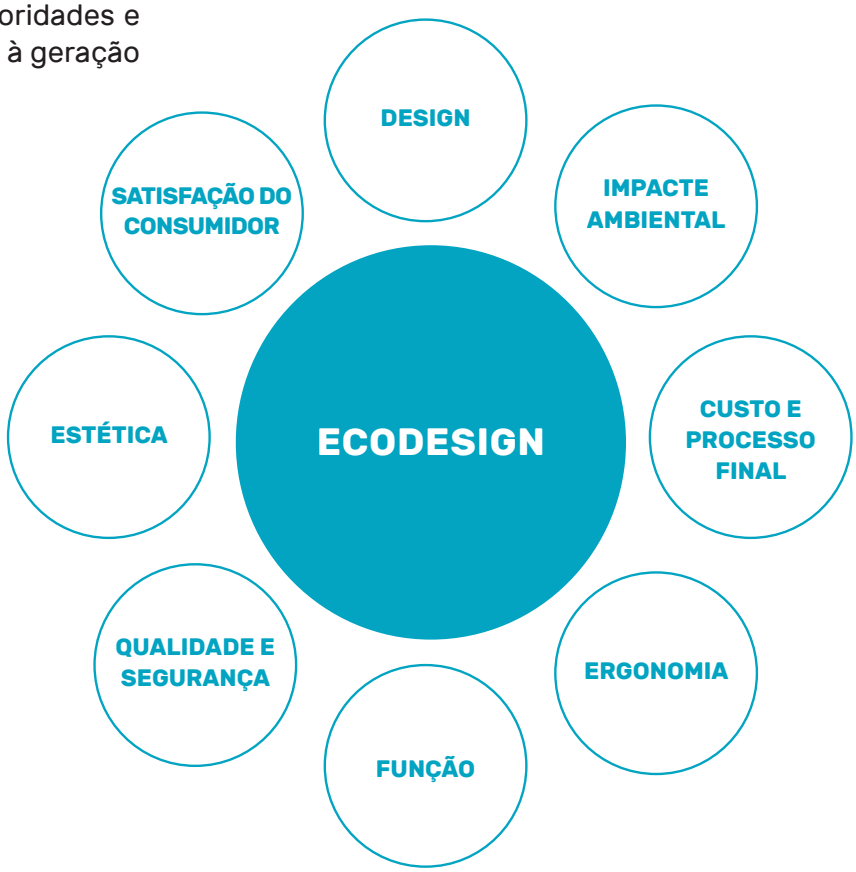
Metodologia de ecodesign para calçado

O desenvolvimento de novos conceitos de calçado e processos mais ecológicos e sustentáveis foi uma das áreas de intervenção do FAMEST. Para desenvolvimento destes novos conceitos, o projeto atuou em áreas complementares, incluindo a definição de uma metodologia e estratégias de ecodesign. O ecodesign pode ser definido como a "integração dos aspetos ambientais no design e desenvolvimento do produto com o objetivo de reduzir os impactes ambientais adversos ao longo do ciclo de vida do produto" (ISO 14006:2011). No entanto, para além dos aspetos ambientais, não podem ser descurados os requisitos técnicos, a qualidade e desempenho do produto, os riscos para o negócio e os aspetos económicos.

Para apoio ao ecodesign encontram-se à disposição diversas ferramentas quantitativas e qualitativas, nas quais se incluem, por exemplo, a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) e as listas de estratégias ou de verificação. Estas ferramentas têm como objetivos fundamentais a análise e avaliação ao longo de todo o ciclo de vida do produto; a seleção e definição de prioridades e oportunidades de melhoria; e o apoio à geração de ideias e decisões de design.

A integração do ecodesign no desenvolvimento do produto acarreta um conjunto de múltiplos benefícios para as empresas, clientes e outras partes interessadas, podendo apontar-se como potenciais benefícios (ISO 14006:2011):

- Benefícios económicos (aumento da competitividade, redução de custos e atração de financiamento e investimentos).
- Promoção da inovação e criatividade e a identificação de novos modelos de negócio.
- Melhoria da imagem pública da empresa e/ou marca.
- Melhoria da motivação dos funcionários



De seguida descrevem-se estratégias de ecodesign que podem ser adotadas pelas empresas na fase de design e desenvolvimento, com vista à redução do impacte ambiental e obtenção de produtos mais ecológicos, nomeadamente:

1. Design para a função: produtos de calçado com múltiplas funções/diferentes utilizações, funcionais e/ou modulares.

2. Design para a manutenção, reparação e durabilidade: produtos e materiais de fácil limpeza; possíveis de reparar; intemporais e de qualidade, promovendo a sua longevidade.

3. Design para a reciclagem, reutilização e recuperação: redução da diversidade de materiais no produto; utilização de materiais recicláveis e construções fáceis de desassemblar.

4. Design para a compostagem: utilização de materiais compostáveis e construções simples que facilitem a desintegração e biodegradabilidade.

5. Seleção de materiais com menor impacte ambiental: materiais reciclados e recicláveis; materiais de origem natural renovável, obtidos por processos sustentáveis; materiais leves e materiais isentos de substâncias potencialmente perigosas para a saúde e o ambiente.

6. Utilização de processos de produção mais eficientes e limpos: redução das etapas de produção; maior eficiência dos processos, reduzindo o consumo de matérias-primas e a geração de resíduos; utilização de equipamentos mais eficientes; utilização de fontes energéticas renováveis; substituição dos produtos de base solvente por aquosa.

7. Utilização de embalagens com menor impacte: embalagens em materiais reciclados e recicláveis; eliminação dos materiais de embalamento desnecessários; e embalagens que permitam uma segunda utilização.

8. Distribuição mais eficiente do produto: utilização de embalagens mais leves e com menor volume; embalagens com tamanho padrão para otimização do espaço; redução do número de rotas e utilização de meios de transporte energeticamente mais eficientes e com menor impacte.

9. Otimização do fim de vida dos produtos: disponibilização de meios para a recolha e valorização dos produtos no fim de vida.

10. Disponibilização de informação ao consumidor: guias de boas práticas para a manutenção e reparação do calçado e guias de boas práticas para o fim de vida do produto.

COPROMOTORES
CTCP · KYAIA · CARITÉ · JOIA · AMF ·
CENTENÁRIO · JEFAR · ATLANTA · ASIAL

Sistemas de medição da pressão plantar e tensões de corte na gáspea

Sistema para medição das pressões plantares

No FAMEST, promoveu-se o desenvolvimento de soluções a integrar em novos conceitos e soluções de calçado inteligente sensorizado, criando um protótipo inovador, para avaliar as pressões plantares em tempo real, através de um sistema de sensores integrados no próprio calçado.

O sistema desenvolvido destina-se a monitorizar as pressões plantares, bem como caracterizar a marcha do indivíduo, através de uma interface móvel. Recorrendo a *smartphones* e ligações sem fios o dispositivo fornece ao utilizador informações sobre as pressões plantares em locais previamente definidos; caracterização da marcha do utilizador, caracterizando a migração do centro de pressões, ou a distribuição de peso entre os pés direito e esquerdo; e a temperatura e humidade dos pés.

As possíveis aplicações para esta solução são vastas, desde a utilização pessoal para avaliar e corrigir hábitos diários; à utilização em contexto profissional, por exemplo, para trabalhadores que passam muito tempo em pé ou carregam cargas excessivas; até à utilização em contexto clínico, para utilizadores que tem histórico de neuropatias periféricas, como por exemplo a diabetes. O sistema recorre a uma app instalada num dispositivo móvel, permitindo a monitorização e sinalização de ocorrências em que o excesso de pressão e de cargas existentes na planta do pé pode causar desconforto e lesões. Deste modo o utilizador pode ser alertado quando estes valores superem aqueles que serão considerados os máximos adequados.

O sistema de medição de pressões plantares é constituído por um par de palmilhas sensorizadas, colocadas entre a sola e a palmilha de acabamento do sapato. O sistema de aquisição de sinal é colocado na lateral do sapato e a interface de comunicação entre o sistema e o utilizador, realizada através de uma aplicação móvel.

COPROMOTORES
INEGI · AMF · JEFAR · CTCP

Sistema de medição de tensões de corte e pressão na gáspea

Paralelamente, o INEGI desenvolveu sensores para aplicação em análises biomecânicas, quer para monitorizar a força de corte no apoio plantar, quer para medir a pressão na gáspea, dorso (peito) do pé. O sistema sensorizado para medição de força corte, tem como objetivo constituir uma ferramenta para auxiliar pessoas com neuropatias periféricas a prevenir a ulceração do tecido plantar. Para tal, definiu-se um sistema capaz de monitorizar, as forças de corte junto às zonas identificadas como sendo mais problemáticas, nomeadamente, nos metatarsos, calcanhar e hálux. Estas forças são identificadas pela Medicina como principais responsáveis pelos danos nos tecidos que conduzem à ulceração.

À semelhança do sistema anterior, este é constituído por um conjunto que envolve uma meia-palmilha, um sistema de aquisição e a interface de comunicação com o utilizador, através de uma aplicação móvel. Nesta aplicação a informação relativa aos sensores de corte é apresentada no formato vetorial 2D, intensidade da força e direção. Já em relação aos sensores de pressão plantar é apresentado o valor numérico da pressão em cada sensor e, finalmente, no que respeita aos sensores da gáspea os valores medidos são apresentados em gamas de valores (categorias) correspondente a baixa, média ou alta pressão. Estes valores são totalmente dependentes das características do próprio utilizador pelo que o sensor é sempre calibrado para cada utilizador.

COPROMOTORES
INEGI

Estudos biomecânicos em calçado

A biomecânica é a "ciência que investiga o movimento sob os aspetos mecânicos, suas causas e efeitos no organismo vivo" (Amadio; Serrão, 2011). Como tal, uma avaliação biomecânica da marcha pode identificar aspetos importantes para a sua concretização mais eficiente e saudável. No que concerne a estudos biomecânicos com o calçado, os parâmetros biomecânicos mais relevantes são a força, a pressão, as vibrações e alteração de temperatura (Nigg et al., 1999). Dentro destes parâmetros, podem ser analisados valores específicos de absorção de impacto (amortecimento), picos de força vertical e de corte (prevenção de lesões), magnitude das pressões plantares (integridade do pé), bem como a temperatura interna do calçado (manutenção da temperatura confortável para utilização). Nesse sentido, uma avaliação biomecânica resulta em conhecimento fundamental para o desenvolvimento de tecnologias específicas para melhoria da conceção de calçado em condições de excelência, respeitando o design e tendências do mercado.

Dispondo o LABIOMEP-UP de competências para a investigação científica e tecnológica avançada em biomecânica, apoiado na sua estrutura física de excelência, realizou um conjunto de estudos capazes de providenciar informação para o desenvolvimento, conceção e operacionalização de avaliação de produtos da indústria do calçado de Portugal.

Estudo I – Efeito da sobrecarga na marcha com bota militar

Este estudo teve como objetivo investigar a influência da sobrecarga nos parâmetros de movimento, força, pressões plantares e atividade elétrica muscular na marcha de militares. Foram avaliados 14 militares pertencentes do exército português, utilizando 3 modelos de calçado: (i) modelo neutro; (ii) bota militar própria do militar participante e (iii) a bota Magnum, produzida pela empresa AMF. Os participantes efetuaram uma avaliação de marcha para cada modelo de calçado inicialmente sem qualquer carga, sendo que posteriormente foram reavaliados enquanto caminhavam com uma mochila militar com 27 kg de carga adicionada.

A marcha com sobrecarga causou um expectável aumento da flexão do tronco, aumento da anteversão pélvica e extensão da anca. No entanto, os efeitos nos segmentos mais distais, como o joelho e tornozelo, foram menos expressivos, sendo apenas de realçar um aumento da abdução da tibia (valgismo de joelho). Quando analisadas as diferenças entre modelos de calçado, constata-se que a bota Magnum apresentou, na generalidade, melhores resultados comparativamente à bota própria do militar.

Ao caminhar com a bota Magnum, os participantes foram capazes de manter os parâmetros de cinemática linear durante a condição com carga, apresentando velocidade, cadência, e comprimentos de passo e passada idênticos. Apenas os parâmetros temporais sofreram alterações com a adição de carga, o que está associado à necessidade de maior tempo de contacto com o solo para manutenção do equilíbrio dinâmico.

Os resultados do presente estudo realizados no LABIOMEP-UP podem auxiliar na compreensão dos mecanismos associados à marcha em situação de sobrecarga, transpondo-os para o processo de criação e melhoria do calçado militar específico, minimizando o risco de lesões e promovendo o aumento de performance, tanto em situação de treino como em cenário de operações.

Estudo II – Caraterização de conforto de 17 modelos de calçado

O conforto do calçado é fundamental para o seu sucesso comercial, bem como para o seu continuado uso e satisfação do utilizador. Um modelo de calçado confortável é aquele que permite realizar atividades diárias sem constrangimentos especiais e que não causam alterações desfavoráveis à integridade dos membros inferiores (i.e., lesões, instabilização do pé, aumento da pressão e da temperatura) (Franciosa et al., 2013; Winkelmeyer et al., 2006; Vink et al., 2008).

Neste estudo foram caracterizados 17 modelos de calçado disponibilizados pelas empresas do consórcio FAMEST. Com recurso à avaliação da marcha, foram obtidos resultados de cinemática linear e angular, forças de reação do solo, regulação postural e distribuição da pressão plantar.

Dos resultados obtidos, foi criado um quadro de especificações baseado em variáveis biomecânicas relevantes e, através de um esquema de cores, determinado o nível de adequação a uma dada variável de conforto: vermelho - inadequado; amarelo - neutro; verde - adequado. O resultado da avaliação de cada modelo de calçado e a sua adequação às diversas variáveis de conforto analisados pode ser consultado na tabela abaixo.

PARÂMETROS	AM1	AM2	AS1	AS2	CA1	CA2	CE1	CE2	CE3	JE1	JE3	JE4	JO1	JO2	JO3	KY1	KY2
Questionário	🟡	🟡	🟡	🔴	🟢	🟢	🟡	🟡	🟡	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢	🟡
Distribuição Plantar das Pressões																	
Pico de pressão Dedos	🟡	🟡	🔴	🔴	🟡	🟡	🟡	🟡	🟡	🟡	🔴	🟡	🔴	🔴	🟡	🟡	🔴
Pico de pressão Antepé	🔴	🟡	🔴	🟡	🟡	🔴	🟡	🟡	🟡	🔴	🟡	🟡	🔴	🟡	🔴	🟡	🟡
Pico de pressão Mediopé	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢	🟡	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢
Pico de pressão Retropé	🟡	🟡	🔴	🟡	🟡	🔴	🟡	🟡	🟡	🟡	🔴	🟡	🔴	🟡	🟡	🟡	🟡
Áreas Máximas de Contacto																	
Áreas de contacto Dedos	🟢	🟢	🔴	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢	🔴	🟢	🟢	🟢	🟢
Áreas de contacto Antepé	🟢	🟢	🔴	🟢	🔴	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢	🔴	🔴	🔴	🟢	🔴
Áreas de contacto Mediopé	🟢	🟢	🔴	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢	🔴	🔴	🟢	🔴
Áreas de contacto Retropé	🟢	🟢	🔴	🟢	🔴	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢	🔴	🟢	🔴	🟢	🟢
Tempos dos Picos de Pressão																	
Percentagem de picos de pressão tardios	🟡	🟢	🟡	🟢	🟡	🟡	🟡	🟡	🟡	🟡	🔴	🟡	🟢	🟡	🟡	🟡	🟢
Variáveis Cinemáticas Lineares																	
Largura do passo	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢	🔴	🔴	🔴	🔴	🟢	🟢	🟢	🟢	🔴	🟢	🟢
Tempo de apoio	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢	🔴	🟢	🟢	🟢
Variáveis Cinemáticas Angulares																	
Índice de pronação o calçado	🟡	🔴	🟡	🟢	🟡	🟡	🟢	🟢	🟡	🟡	🔴	🔴	🔴	🟢	🟢	🟡	🟡
Forças de Reação ao Solo																	
Força Anteroposterior (início do contacto) (FA1)	🟢	🟢	🟢	🔴	🟢	🟡	🔴	🔴	🔴	🟢	🟢	🟡	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢
Instante temporal do pico FA1	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢
Amplitude Força Mediolateral	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢	🟡	🟢	🟡	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢
Força Vertifcal (inicio do contacto)(FZ1)	🔴	🔴	🔴	🟡	🟡	🔴	🟡	🟡	🔴	🔴	🔴	🔴	🟡	🔴	🔴	🔴	🔴
Instante temporal do pico FZ1	🟢	🟡	🟡	🟢	🟢	🟢	🟡	🟡	🟡	🟢	🔴	🟢	🟢	🟢	🟡	🔴	🟡
Índice do amortecimento do calçado																	
Índice de amortecimento	🟡	🟡	🟢	🟢	🟡	🟡	🟢	🟢	🟡	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢	🟡	🟢

Estudo III – Calçado para indivíduos com neuropatia diabética

A avaliação biomecânica da marcha de indivíduos com neuropatia diabética, com recurso a calçado específico, afigura-se de suma relevância por forma a prevenir consequentes alterações no padrão da marcha, que podem potenciar a expressão de consequências somáticas da polineuropatia sensitiva, que, frequentemente, se traduzem em lesões e úlceras nos pés, que poderão levar a amputação (American Diabetes Association, 2010). Com este intuito, foram avaliados biomecanicamente os modelos de calçado R01 e R02, com indivíduos com diabetes. Foram realizadas duas sessões com um intervalo de 30 dias, nas quais foi avaliada a marcha com um calçado neutro e com os modelos R01 e R02, utilizados em fase aguda e depois de 30 dias de adaptação. Para uma melhor compreensão, os resultados da sessão 1 dos modelos R01 e R02 foram comparados com grupo controlo. Para a sessão 2, os mesmos modelos de calçados foram comparados com o modelo neutro.

PARÂMETROS	R01	R02
Questionário	🟢	🟢
Distribuição Plantar das Pressões		
Pico de pressão Dedos	🟡	🟡
Pico de pressão Antepé	🟡	🟡
Pico de pressão Mediopé	🟢	🟢
Pico de pressão Retropé	🟢	🟢
Áreas Máximas de Contacto		
Áreas de contacto Dedos	🟢	🟢
Áreas de contacto Antepé	🟢	🔴
Áreas de contacto Mediopé	🟢	🟢
Áreas de contacto Retropé	🟢	🟢
Tempos dos Picos de Pressão		
Percentagem de picos de pressão tardios	🟢	🟢
Variáveis Cinemáticas Lineares		
Largura do passo	🟢	🔴
Tempo de apoio	🟢	🟢
Variáveis Cinemáticas Angulares		
Índice de pronação o calçado	🟢	🟢
Forças de Reação ao Solo		
Força Anteroposterior (micio do contacto)(FA1)	🟢	🔴
Instante temporal do pico FA1	🟢	🟢
Amplitude Força Mediolateral	🟢	🟢
Força Vertical (micio do contacto)(FZ1)	🔴	🟢
Instante temporal do pico FZ1	🟢	🟢
Índice de amortecimento do calçado		
Índice de amortecimento	🔴	🔴

Aplicações práticas

- A situação de sobrecarga influencia o padrão da marcha, o que pode repercutir-se na ocorrência de dores a curto e a longo prazo, bem como no desenvolvimento de síndromes de esforço excessivo. Neste âmbito, torna-se importante a compreensão das variáveis biomecânicas, em contexto de marcha militar, na tentativa da melhoria do calçado específico, minimizando o risco de lesões e promovendo o aumento de desempenho, tanto em situação de treino como em cenário de operações.

- Os indicadores de conforto estão diretamente associados ao conforto na utilização do calçado; portanto, tais resultados podem indicar a necessidade de averiguar melhor as características do calçado, quanto ao seu desempenho, custo e conforto, como forma de melhorar ou minimizar os efeitos da sua utilização.

- Para pessoas com a sensibilidade diminuída, nomeadamente diabéticos, torna-se de extrema relevância a utilização regular de um calçado específico para prevenir o aparecimento de lesões.

Referências

Amadio, A, C., & Serrão, J, C., (2011). A Biomecânica em Educação Física e Esporte. Revista brasileira de Educação Física e Esporte, 25, 15-24. https://doi.org/10.1590/S1807-55092011000500003.

Franciosa, P., Gerbino, S., Lanzotti, A., & Silvestri, L. (2013). Improving comfort of shoe sole through experiments based on CAD-FEM modeling. Medical Engineering & Physics, 35(1), 36-46. https://doi.org/10.1016/j.medengphy.2012.03.007.

Nigg, B, M., Nurse, M. A., & Stefanyshyn, D. J. (1999). Shoe inserts and orthotics for sport and physical activities. Medicine & Science in Sports & Exercise, 31(7 Suppl), S421-428. https://doi.org/10.1097/00005768-199907001-00003.

Vink, P., & De Looze, M. P. (2008). Crucial elements of designing for comfort. Product

Experience, Elsevier. 441-460. https://doi.org/10.1016/B978-008045089-6.50021-6.

Winkelmeyer, M., Nelson, B., Southworth, T., & Carlson, K. (2006). Effect of orthotics and footwear on static rearfoot kinematics. Journal of Sports Science and Medicine, 5(3), 466-472. PMID: 24353465; PMCID: PMC3842148.

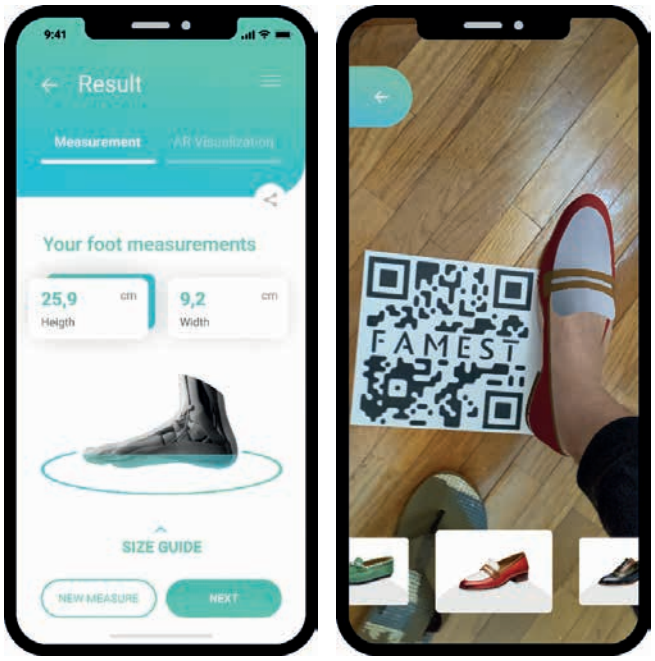
COPROMOTORES
FADEUP · INEGI · CTCP · KYAIA · ASIAL · CENTENÁRIO · CARITÉ · JEFAR · JOIA · AMF · ROPAR

Aplicação móvel para medição e visualização de calçado

No âmbito do FAMEST, foi proposto o desenvolvimento de uma aplicação móvel com as seguintes características: extração das medidas dos pés; identificação do tamanho ideal do calçado; e visualização do modelo de calçado sobreposto no pé do utilizador. A solução final recorre a técnicas de realidade aumentada, resultando num provador digital portátil que, com base num marcador, sobrepõe modelos virtuais de calçado sobre o pé do utilizador, possibilitando a pré-visualização do artigo, sem necessidade de se deslocar à loja. Esta aplicação surge numa momento-chave para os setores criativos e do retalho, no contexto da indústria do calçado, que adquirem, assim, capacidade digital para mitigar as questões de proximidade aos seus públicos, incluindo as levantadas pela COVID-19.

Para uma utilização simples, acessível e funcional da aplicação, foi delineado um processo de extração de medidas, em que o utilizador posiciona o seu pé sobre uma folha A4 branca, fotografa em 2 perspetivas, e envia para um servidor responsável por determinar o tamanho do sapato. Na sequência, é disponibilizada uma tabelas com os números correspondentes à medida apurada em centímetros (UE, EUA, etc.), ao utilizador. Posteriormente, estas medidas são consideradas na técnica de realidade aumentada adotada, que, para além de posicionar o sapato virtual sobre o pé, também o dimensiona consoante os resultados devolvidos pelo passo de medição previamente mencionado.

No sentido de tornar a aplicação *user-friendly,* o referido processo encontra-se minuciosamente detalhado na aplicação móvel, com múltiplas instruções que auxiliam o utilizador, não só a proceder a uma extração adequada de medidas do seu pé, como também a utilizar eficazmente a componente de realidade aumentada que permite experimentar calçado antes de efetuar a compra, numa experiência interativa, fluída e visualmente agradável, bem como de simples utilização, cumprindo assim com objetivo de tornar o processo de compra e venda mais versátil.



COPROMOTORES
CCG · CTCP · CENTENÁRIO

Conceitos de calçado

As empresas de calçado desenvolveram, em colaboração com o CTCP, diferentes conceitos de produto de calçado, incorporando o conhecimento adquirido no projeto ao nível dos estudos biomecânicos e de conforto do calçado, aplicando as metodologias de design, as soluções digitais e equipamentos produtivos, assim como os novos materiais e componentes. Cada uma das empresas avaliou o potencial das soluções FAMEST, integrando-as com a sua estratégia, mercados de atuação e modelo de negócio, desenvolvendo produtos de calçado de trabalho customizável, militar ou sensorizado; calçado casual, moda, conforto e mais ecológico para pessoas com necessidades específicas, destacando-se os seguintes desenvolvimentos:

- AMF, produtora de calçado de trabalho, desenvolveu soluções de calçado de trabalho personalizável/customizável; calçado de trabalho mais ecológico, utilizando os novos biocouros e solas em material reciclado; e calçado militar. A AMF estudou também a integração do sistema SMART SENSOR SHOE para medição das pressões plantares no desenvolvimento de protótipos de calçado de trabalho.

- CENTENÁRIO, produtora de calçado clássico de gama média-alta, apostou no desenvolvimento de uma nova gama de calçado que alia o conforto ao *look* desportivo/casual, assim como, no desenvolvimento de novos produtos com materiais mais sustentáveis.

- CARITÉ, produtora uma grande diversidade de produtos de calçado, criou a linha de calçado casual "Tentoes Made in Nature", que utiliza materiais de base natural, como por exemplo, couro compostável, algodão orgânico e borracha natural. Adicionalmente, apostou no desenvolvimento de calçado militar que foi objeto de concurso bem-sucedido à NATO.

- KYAIA, empresa com reconhecimento internacional através da sua marca Fly London, apostou no desenvolvimento de uma linha de calçado de homem integrando couro com curtume vegetal e isento de metais, e palmilhas e solas incorporando materiais reciclados ou *biobased*. Assim como, no desenvolvimento de produtos de calçado casual utilizando novos materiais de base natural e materiais reciclados, incluindo, a lã merino, Pinatex® ou linho 100% reciclado, associados à cortiça e à borracha natural.

- JOIA, enquadrada na sua linha de produtos de calçado Cloud, apostou no desenvolvimento de produtos de calçado que aliam o conforto à moda.

- JEFAR estudou o desenvolvimento de protótipos de calçado para diabéticos e a possibilidade de integração do sistema SMART SENSOR SHOE na medição das pressões plantares.

- ROPAR, produtora de calçado ortopédico e detentora da marca ortomedical dirigida a pessoas com o pé diabético, estudou os seus produtos de calçado do ponto de vista biomecânico.

COPROMOTORES
AMF · CENTENÁRIO · CARITÉ · KYAIA · JOIA · JEFAR · ROPAR · CTCP

CENTENARIO

Produtos Químicos

Novos Biocouros

Produtos químicos para o processo de curtume e re-curtume do couro

A Indinor, empresa nacional que se dedica ao desenvolvimento, produção e comercialização de produtos químicos para as indústrias de curtumes, calçado e têxtil, em colaboração com o CTIC, o ISEP e as empresas de curtumes, desenvolveu diferentes produtos para aplicação nos processos de curtume e recurtume de couro, tendo na sua base os conceitos da economia circular, a redução do impacte ambiental e a sustentabilidade dos produtos e processos. De seguida descrevem-se os produtos desenvolvidos e disponibilizados à indústria de curtumes.

O Inditan RS/NFC tem na sua composição um subproduto de outra indústria, com excelentes propriedades de dispersão de corantes e taninos, sendo uma alternativa a produtos convencionais, de origem sintética.

O Fortan BS5 é um agente de enchimento das peles, com base em farinha de amido, com excelente poder de enchimento sem endurecer as peles, sendo uma alternativa a produtos convencionais, de origem sintética. Estes produtos podem ser aplicados nas fases de pré curtume, curtume ou recurtume, com excelentes resultados já comprovados a nível de desempenho e de inocuidade relativamente a parâmetros críticos como o Cr (VI) e formaldeído.

O Inditan COV líquido é um biopolímero tânico alternativo aos taninos sintéticos convencionais, obtido a partir de licor negro, um subproduto da indústria da pasta de papel, e assumindo-se como uma alternativa a produtos convencionais, de origem sintética.

O Indinol EGH é um produto engordurante de origem vegetal, totalmente isento de óleos animais. Este produto destina-se a ser aplicado preferencialmente na fase de recurtume/engorduramento, com excelentes resultados já comprovados a nível de desempenho e de inocuidade relativamente a parâmetros críticos como o Cr (VI) e formaldeído.

O Nanodisperser PF destina-se a ser aplicado para obtenção de crust semiacabado de foulon, através de processo mais compacto. Este produto destina-se a ser aplicado preferencialmente na fase de recurtume, como uma alternativa a produtos convencionais e em conjunto com outros produtos bio desenvolvidos no âmbito deste projeto, com excelentes resultados já comprovados a nível de desempenho, com ganhos em tempo, consumo de água e energia.

COPROMOTORES
INDINOR · CTIC · ISEP · AVENEDA · BOAVENTURA · DIAS RUIVO · RUTRA

Novos couros

As empresas Curtumes Aveneda, Curtumes Boaventura, Dias Ruivo e Fábrica de Curtumes Rutra, reconhecidas pela produção de artigos de couro de elevada qualidade para a indústria do calçado, cada uma das empresas, na sua área de atuação e estratégia, desenvolveu novos processos e couros inovadores para o calçado, pela utilização de produtos químicos à base de subprodutos de outras indústrias, promovendo a economia circular e as simbioses industriais. Das soluções obtidas destacam-se os seguintes materiais de couros desenvolvidos e validados à escala piloto industrial, nomeadamente:

- Wet-blue com aplicação do licor negro da pasta do papel, farinha de castanha e glicerol do biodiesel - Curtumes Aveneda.
- Wet-white com aplicação do licor negro da pasta do papel, farinha de castanha e glicerol do biodiesel - Curtumes Aveneda.
- Wet-blue vegetalizado com base em licor negro da pasta do papel, farinha de castanha e glicerol do biodiesel - Curtumes Boaventura.
- Wet-blue vegetalizado base licor negro da pasta do papel, extrato vegetal nacional e glicerol do biodiesel - Dias Ruivo.
- Couro vegetal base extrato vegetal nacional, licor negro da pasta do papel e glicerol do biodiesel - Dias Ruivo.
- Novo Couro Vegetal - Fábrica de Curtumes Rutra.
- Couros *Nanofeeling all-in-one* - Curtumes Boaventura.

A Curtumes Aveneda aplicou os produtos à base de licor negro, farinha de castanha e glicerol para obtenção de artigos de couro de base *wet-blue* (com crómio) e *wet-white* (isento de crómio) que apresentaram excelentes resultados, destacando-se a sua contribuição na melhoria da firmeza da flor, em dois artigos, a anilina e o *nubuck*, assim como o desempenho adequado para o fabrico de calçado.

A Curtumes Boaventura utilizando os mesmos produtos desenvolveu materiais de couro de base *wet-blue* vegetalizado, apresentando estes também firmeza da flor e propriedades adequadas ao fabrico de calçado.

A DIAS RUIVO, aplicou, para além do licor negro e glicerol, extrato vegetal nacional, no desenvolvimento de couros de base *wet-white* vegetalizado, incluindo anilinas e nappas, assim como couros de base totalmente vegetal, incluindo couros com flor integral e nubuck. Os materiais obtidos apresentam propriedades físico-mecânicas e desempenho adequados para a sua utilização no fabrico de calçado.

A Fábrica de Curtumes Rutra desenvolveu artigos de couro com curtume totalmente vegetal, inovadores no sentido de aproveitar recursos endógenos, utilizando no curtume dos mesmos, extrato vegetal de origem nacional, e simultaneamente promovendo a economia circular, incorporando nas formulações produtos obtidos a partir da valorização de subprodutos.

Pela utilização de extrato tânico obtido a partir da casca de pinheiro, em substituição total de extratos tânicos importados, obtidos a partir de outras procedências, ou em combinação com outros bioprodutos obtidos a partir da valorização de subprodutos, resultaram diferentes artigos de flor integral e nubuck, com resistências físico-mecânicas e aspeto acabado adequados à aplicação no fabrico de calçado.

Numa outra linha de investigação, a Curtumes Boaventura, atuou no desenvolvimento de artigos de couro obtidos por aplicação de nanoemulsões de tensioativos, óleos e resinas, e, de nanodispersões de pigmentos que permitiram uma aplicação em meio aquoso no fulão de forma a preparar um couro tingido, engordurado e acabado tendencialmente numa única fase.

Pela utilização de diferentes nanodispersões, resultaram diferentes artigos de flor integral, com resistências físico-mecânicas e aspeto acabado adequados à aplicação no fabrico de calçado.

A utilização de nanotecnologias para a fabricação destes tipos de couros *Nanofeeling all-in-one,* permitiram a obtenção de maior uniformidade do tingimento, maior resistência da cor, aumento da inocuidade química do couro e possibilidade de diminuir ou reduzir drasticamente operações de acabamento.

COPROMOTORES
CURTUMES AVENEDA · CURTUMES BOAVENTURA · DIAS RUIVO ·
FÁBRICA DE CURTUMES RUTRA · ISEP-CIETI · CTIC

Materiais e Componentes para Calçado

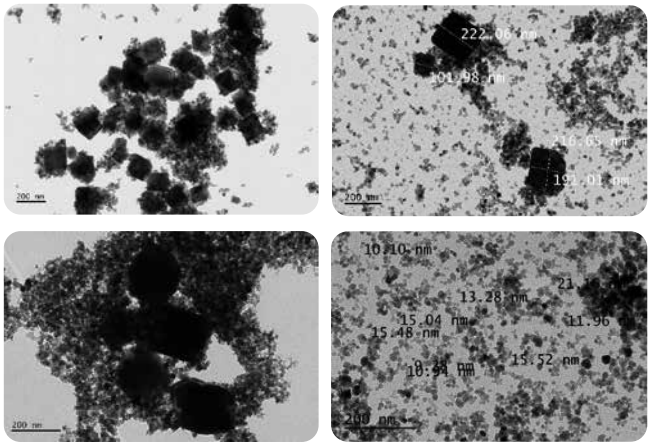
TENTOES
NATURE

Síntese e caracterização de nanomateriais

A utilização de nanomateriais tem vindo a crescer de forma substancial, podendo atualmente ser encontrados em vários produtos de consumo. A introdução dos nanomateriais deve-se à alteração significativa das propriedades físicas e químicas que se obtém por utilização desses materiais ou de compósitos contendo os nanomateriais.

Apesar de todo o interesse que se tem gerado em torno deste tema, ainda existem grandes desafios a serem resolvidos como a questão da produção em grandes quantidades de materiais com características homogéneas, questões relacionadas com a formação de aglomerados durante o processo de fabrico dos materiais compósitos, para além de existirem preocupações ambientais crescentes que carecem de uma avaliação profunda e criteriosa.

A preparação dos nanomateriais é, na maior parte dos casos, baseada numa abordagem química, da semente à árvore, utilizando uma variedade de estratégias que englobam a síntese coloidal em solução, os métodos hidrotermais ou métodos sol-gel.



COPROMOTORES
FCUP

Compósitos de nanomateriais de carbono para aplicações em calçado

A utilização de materiais compósitos permite a obtenção de propriedades físicas melhoradas, ou mesmo únicas, através da combinação de vários materiais. Embora, em muitos casos, os materiais compósitos sejam desenvolvidos com o objetivo de redução de custos, uma escolha cuidada dos seus constituintes e do modo de processamento vai permitir a obtenção de materiais com propriedades diferenciadas, nomeadamente em termos de resistência elétrica ou condutividade térmica.

No FAMEST os materiais compósitos foram obtidos por mistura de uma quantidade de material de carbono com o polímero na presença de um solvente, a homogeneização da mistura foi efetuada com auxílio de ultrassons e a evaporação do solvente foi controlada.

Após formação do filme compósito, o mesmo foi sujeito à medição da resistência elétrica (utilizando um ohmímetro TREK Model 152) e da resistência e condutividade térmica de acordo com a norma EN 13521:2001.

A presença de nanomateriais de carbono permite aumentar as condutividades térmica e elétrica dos materiais compósitos estudados. A utilização de grafeno, na preparação dos materiais compósitos permite a obtenção de compósitos com uma resistência inferior a 1 kW.

COPROMOTORES
FCUP · CTCP

Materiais termocrómicos ternários para aplicações em calçado

Os materiais cromogénicos são materiais que sofrem uma alteração nas suas propriedades óticas visuais em resposta a um estímulo externo, resultando numa alteração de cor.

O tipo de cromismo é caracterizado pelo estímulo que o provoca, sendo os mais frequentes a radiação (fotocromismo), aplicação de um potencial (eletrocromismo), pH (halocromismo), interação com um solvente (solvatocromismo) e temperatura (termocromismo).

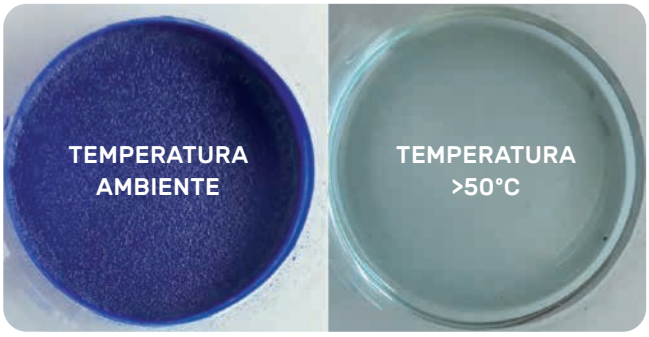
A utilização de materiais termocrómicos é de grande utilidade na criação de materiais, componentes ou calçado para uso em situações que potenciem a exposição a temperaturas extremas, permitindo que o utilizador do produto possa ser avisado de forma visual à exposição a esses cenários de risco e permitam a sua retirada de forma segura.

A mudança de cor termocrómica pode ser de natureza irreversível ou reversível. Embora exista maior atratividade nos sistemas termocrómicos reversíveis, pois estes podem ser reutilizados, quando estão em jogo questões de segurança, os sistemas irreversíveis têm maior utilidade pois alertam, de forma inequívoca, para a integridade do equipamento ou para uma utilização de um calçado de proteção cuja segurança possa estar comprometida.

Os materiais termocrómicos não são mais do que sistemas químicos, inorgânicos ou orgânicos. Os sistemas orgânicos são constituídos por corantes, normalmente espécies derivadas de espiropirano, fluorano e trifenilmetano. Uma vez que existe uma vasta gama destas espécies coloridas, estes sistemas têm grande diversidade de cores e facilidade de ajuste na intensidade das mesmas. A mudança de cor é rápida e pode ocorrer num intervalo alargado de temperaturas (-5 a 100 °C), podendo estas também ser ajustadas com alguma precisão e facilidade.

Um dos objetivos deste trabalho consistiu no desenvolvimento de compostos termocrómicos, de forma a serem aplicados em calçado de segurança inteligente. A mudança de cor serve de indicação para o utilizador no caso de variações extremas de temperatura (por exemplo contacto com superfícies perigosamente quentes).

Foi selecionado um sistema termocrómico ternário constituído por um corante, um revelador e um solvente e decidiu-se estudar alternativas sem a adição de bisfenol A ao sistema ternário.



COPROMOTORES
FCUP · CTCP

Nanocompósitos reforçados e componentes para calçado

Nesta área de intervenção, o FAMEST atuou no desenvolvimento de nanocompósitos reforçados para componentes estruturais e funcionais de calçado de segurança, focando-se em quatro componentes principais: biqueiras, solas, almas/enfustes e etiquetas funcionais.

O estado da arte sobre estes componentes demonstra a grande necessidade que a indústria do calçado tem em criar soluções que sejam mais leves e confortáveis para o utilizador, não comprometendo a sua segurança e funcionalidade no local de trabalho. Após um estudo exaustivo e em parceria com indústrias do setor de referência do calçado nacional parceiras do projeto, foram determinadas as especificações necessárias para desenvolver estes componentes, relativamente a dimensões, materiais e metodologia de processos de produção:

- As biqueiras foram projetadas e estudadas diversas composições em material termoplástico de base de policarbonato reforçado com elastómeros, fibras de vidro ou nano-argilas;

- As almas em material termoplástico de base de poliamida reforçado com fibras de vidro, nanotubos de carbono ou nano-argilas, com elevada resistência à flexão, foram testadas por injeção;

- Estudaram-se nanocompósitos de base de poliuretano termoplástico para solas reforçados com diferentes cargas inorgânicas (nano-argilas, sílica, esferas de vidro ocas, fibras de vidro e carboneto de silício), visando conferir, nomeadamente, maior resistência ao deslizamento em diferentes tipos de solo;

- Foram sintetizados em laboratório materiais termocrómicos com elevada temperatura de transição de cor (aproximadamente 200°C), para serem posteriormente incorporados em matriz de poliuretano termoplástico e injetados em etiquetas para aplicação em calçado de segurança de bombeiros.

COPROMOTORES
UMINHO · FCUP · CTCP · ALOFT

Materiais para impressão 3D

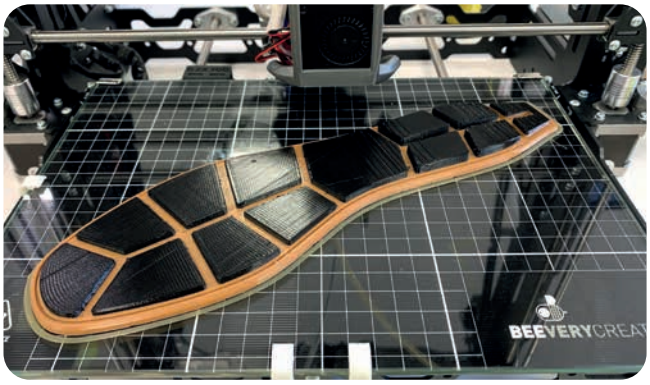
O FAMEST previu o estudo de compostos termoplásticos para produção de filamento para impressão 3DFFF e a criação de protótipos inovadores e componentes de calçado funcionais.

Nesta atividade foram testados materiais em base de elastómero termoplástico (poliuretano termoplástico - TPU, etileno acetato de vinilo – EVA, poliácido láctico – PLA, e acrilonitrilo-butadieno-estireno - ABS) com incorporação de cargas magnéticas, fibras e de agentes anti-odor/fragrâncias, numa extrusora duplo-fuso co-rotativa.

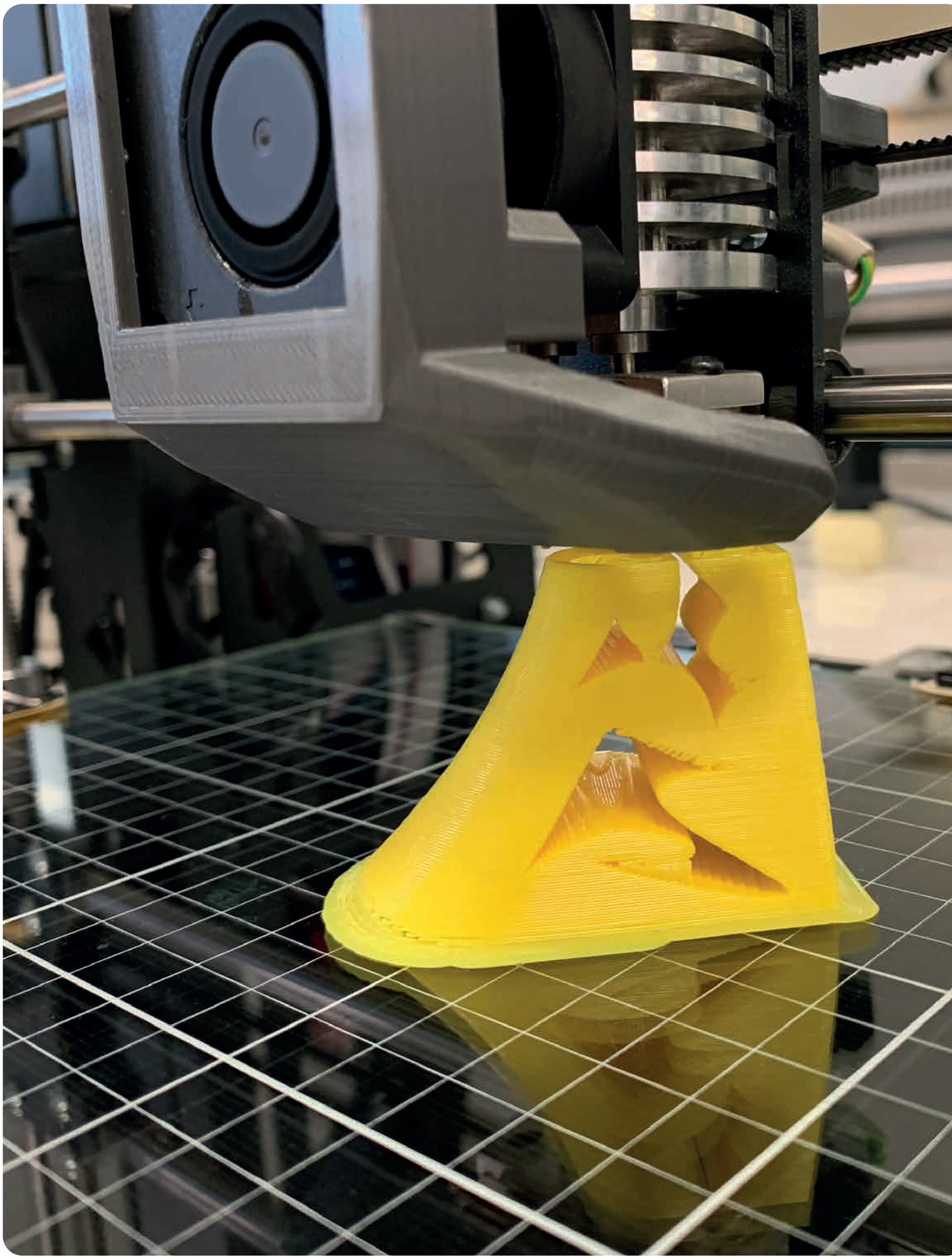
A incorporação de fibras de celulose em matriz de ABS e PLA teve como objetivo melhorar a resistência à flexão. Para ambas as matrizes, a incorporação de celulose no PLA e a incorporação de fibras de vidro aumentou a força máxima de flexão que a matriz consegue suportar.

A incorporação de fragâncias nas matrizes de EVA e TPU teve como objetivo desenvolver novos materiais funcionais para impressão 3D e/ou injeção. Estes agentes foram, também, incorporados num hidrogel para promover uma libertação controlada do mesmo. Após a sua incorporação, efetuaram-se testes para avaliar a sua libertação ao longo do tempo.

Foram incorporadas diferentes percentagens de nano-ferrite distintas (Fe_3O_4 e $CoFe_2O_4$) em matriz de TPU para aumentar a condutividade térmica da matriz de forma a ser possível atingir velocidades de impressão mais elevadas. O aumento da condutividade em 6% foi confirmada por análise térmica, promovendo igualmente um aumento no módulo de elasticidade.



COPROMOTORES
UMINHO · FCUP · CTCP · ATLANTA



Tecnologias Avançadas de Produção e Comercialização para o Cluster do Calçado 4.0

Sistemas de produção ciber-físicos indústria 4.0 Para calçado

Para fazer face à globalização, on Cluster do Calçado tem de continuar a especializar-se em soluções diferenciadas, que contenham e acrescentem valor aos seus produtos e serviços, respondendo às necessidades dos seus clientes industriais ao consumidor final. Os desafios do presente e do futuro aplicam-se de modo diferente, mas transversal, a todos os atores da cadeia de valor, desde os fornecedores de matérias-primas, aos fabricantes de materiais e componentes, passando pelo desenvolvedores e produtores de tecnologias, industriais de calçado distribuidores, até ao retalho. Neste sentido, torna-se fundamental estabelecer e implementar formas de comunicação e colaboração integrando soluções avançadas e digitais, contribuindo para um cluster flexível, ágil, eficaz e competitivo nos mercados nacional e internacional. Neste enquadramento, descrevem-se de seguidas as soluções desenvolvidas no FAMEST:

Plataforma IIoT para produção de calçado customizado
Plataforma para agilizar a produção de calçado com duas componentes, a troca de mensagens da plataforma e a gestão da informação, tendo por base os requisitos industriais. Esta plataforma permite interligar os equipamentos produtivos, os sistemas de informação, os sensores, os dispositivos, as pessoas e os produtos que fazem parte de um sistema de produção de calçado customizado, possibilitando a recolha e partilha de informação entre os diferentes intervenientes. Para implementação da plataforma IIoT desenharam-se as interfaces necessárias à integração da simulação, dos sistemas ERP e dos equipamentos produtivos com automação. Como vantagens da implementação da plataforma IIoT podemos destacar a recolha de informação em tempo real nos equipamentos industriais, criação de valor, através do cálculo de indicadores de desempenho (KPI), recorrendo à informação recolhida e aumento da eficiência dos equipamentos industriais, através da aplicação de decisões.

Fabricação inteligente de calçado customizado
Estudo e produção de calçado customizado e a digitalização / interligação de equipamentos produtivos, concretamente, um forno de secagem e uma máquina de corte, ambos incorporando sensores inteligentes, à plataforma IIoT. Procedeu-se também, à aplicação de técnicas analíticas, e monitorização de KPI em tempo real para gestão inteligente destes sistemas de produção. Neste sentido desenvolveram-se modelos de informação de uma máquina de corte e forno i4.0 de forma a criar o *digital twin* para a plataforma IIoT.

Simulação de sistemas de produção de calçado customizado no domínio da IIoT
Modelo de simulação com capacidade de virtualização do sistema de produção de calçado customizado, através de sensores de dados interconectados IIoT, que monitorizam processos físicos, modelos de simulação que virtualizam os sistemas de produção, interfaces de conexão ao sistema de informação das empresas (p. ex., ERP) para o sistema de simulação e os *dashboards* de visualização do desempenho do sistema.

Logística interna para calçado customizado no domínio da IIoT
Sistema de logística interna para movimentação de gáspeas, solas e formas dos armazéns para as linhas de montagem, eliminando operações que não acrescentam valor ao produto final e permitindo um abastecimento sincronizado com a produção. O sistema de localização do Veículo Guiado automaticamente (AGV) é adquirido por laser, permitindo a sua adaptação ao *layout* fabril.

Forno de secagem de solas com colas de base aquosa
Forno de secagem para colas de base aquosa integrando sensores inteligentes e três secções: secção de desumidificação; secção de secagem, com ar quente para remoção da humidade; e secção reativação, com irradiação de calor por infravermelhos.

COPROMOTORES
INESC TEC · CTCP · OFICINAWARE · KSI ·CEI · FLOWMAT · KYAIA · JEFAR

Plataforma colaborativa estendida para a indústria do calçado

No FAMEST foi desenvolvida uma plataforma colaborativa estendida para o Cluster do Calçado que inclui uma ferramenta informática de gestão colaborativa de atividades do ciclo de vida do produto, suportada por um modelo de referência que integra as especificidades do Cluster, incluindo os aspetos técnicos e cultura organizacional da cadeia de valor, uma Plataforma para o *Brand to Retail* e uma Plataforma para o Marketing Digital.

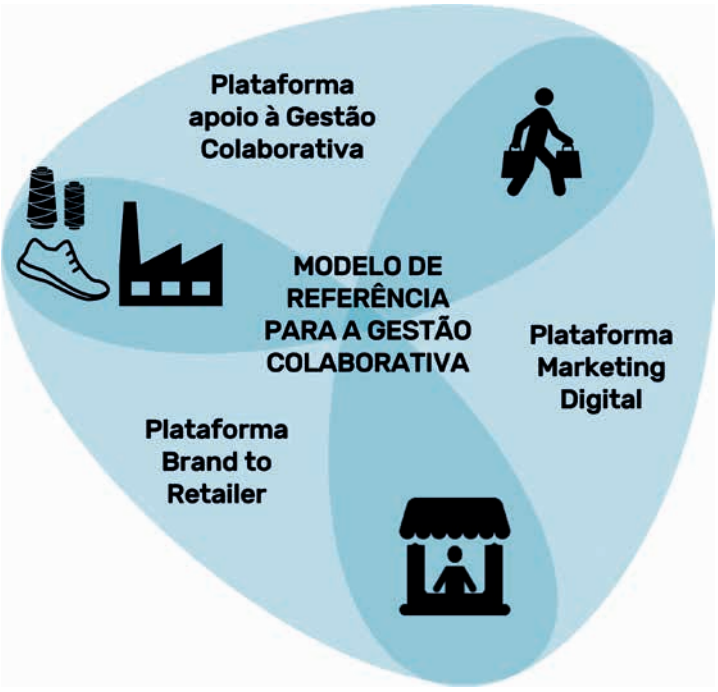
Ferramenta informática de apoio à gestão de atividades colaborativas

A OFICINAWARE desenvolveu uma ferramenta informática para gestão colaborativa que tem como objetivo a organização dos processos pré-produção, o controlo do estado dos processos e a concentração da informação de determinado processo num sistema centralizado que pode ser consultado pela equipa responsável. A ferramenta desenvolvida pode ser integrada com o Wingiic e inclui os seguintes módulos:

- Os perfis do fornecedor de matérias-primas e subcontratados, nos quais estes podem efetuar o *download* da ordem de compra e a confirmação do seu prazo de entrega, o *download* do *packaging list* e etiquetas de embalagem e onde podem ser consultados os indicadores de desempenho, relativamente aos prazos de entrega e avaliação das encomendas requisitadas;

- O perfil de agente/cliente para registo e consulta de encomendas baseadas em catálogos registados no Wingiic;

- O módulo de gestão dos processos de amostras, com possibilidade de organização dos processos pré-produção, controlo do estado dos processos e concentração da informação de um processo para consulta pela equipa responsável. Na definição de um processo a ferramenta permite enumerar os estados e transições de estrado, definir as equipas ou utilizadores, atribuir responsáveis pela transição de estado e definir a duração de cada estado e os alertas se esta for ultrapassa.



COPROMOTORES
INESC TEC · CTCP · OFICINAWARE

Plataforma Brand to Retailer

A Kyaia Soluções Informáticas desenvolveu uma plataforma que permite recriar a apresentação das coleções aos retalhistas e agentes, em ambiente web e dispositivos móveis, através de um ambiente interativo, com tecnologias capazes de visualizar e demonstrar as características técnicas dos produtos de calçado. A utilização desta plataforma permite chegar a um maior número de clientes, espalhados por todo o mundo, de forma mais célere, reduzindo a produção de amostras e os recursos utilizados para apresentação das novas coleções. A plataforma *Brand to Retailer* inclui um módulo de organização e gestão de conteúdos e permite a visualização e construção de coleções, à distância pelos retalhistas, e o lançamento/promoção da coleção.

COPROMOTORES
INESC TEC · CTCP · KSI · KYAIA

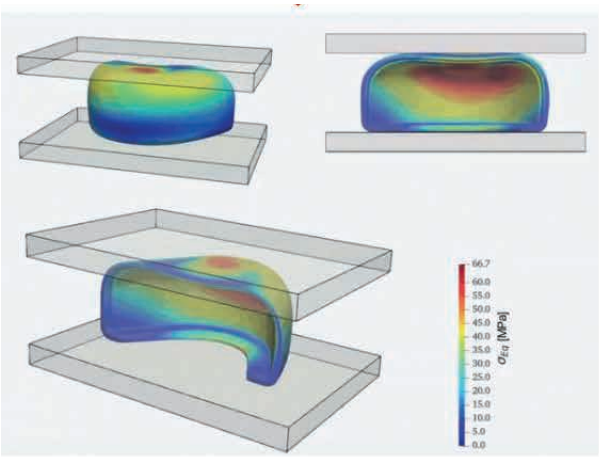
Plataforma para Marketing digital

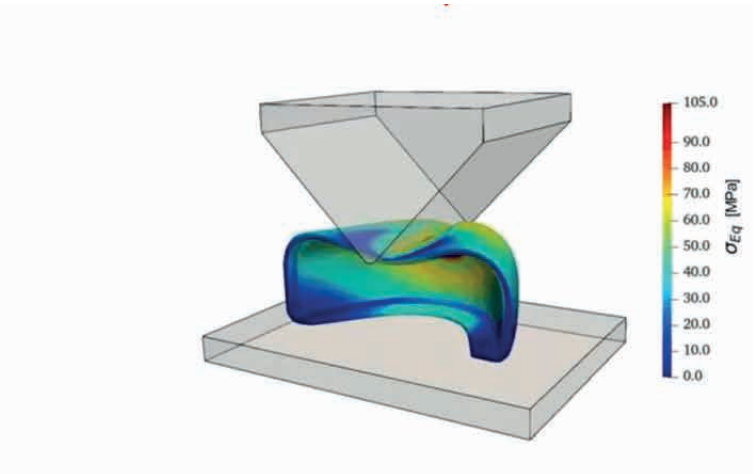
Atualmente, as lojas de produtos de moda deparam-se com grandes desafios de gestão associadas à diversidade e rotatividade de produtos em loja, ao aumento do número de coleções anuais, com constante renovação dos produtos em loja, à agressividade das campanhas de promoções, tornando-se fundamental agilizar a rotatividade e reposição dos produtos e evitar eventuais ruturas de *stocks* de artigos com maior procura. Neste sentido a OFICINAWARE desenvolveu uma solução de integração das vendas no e-marketing para melhor segmentação das campanhas e desenvolvimento de KPI para auxiliar a gestão e rotação de stocks entre lojas e a definição de campanhas mais focadas.

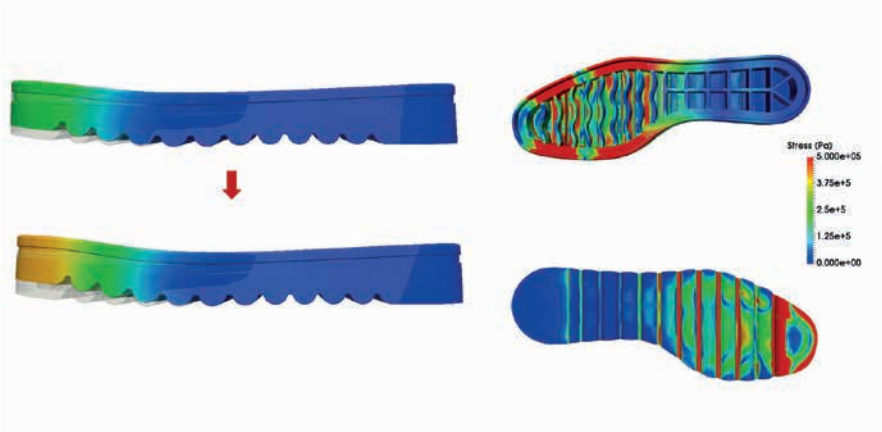
COPROMOTORES
INESC TEC · CTCP · OFICINAWARE · ASIAL

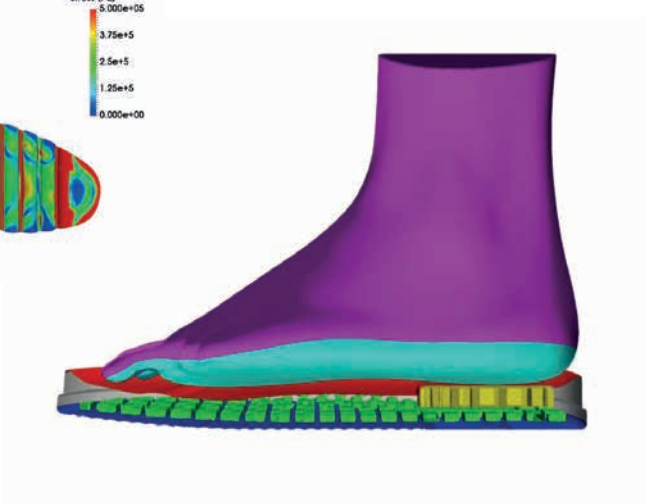
Modelação computacional para apoio ao processo produtivo/conceção

O código para a simulação do processo de injeção permite estudar em detalhe a injeção de solas, prevendo entre outros, a sequência de enchimento do molde, a evolução da pressão de injeção, a distribuição de temperaturas do material a longo to tempo, as linhas de soldadura formadas durante a injeção e os pontos de prisão de ar. Desta forma, os resultados obtidos poderão ajudar a definir a localização e número dos pontos de injeção e os locais para escape de gases, visando minimizar os problemas resultantes do processo.









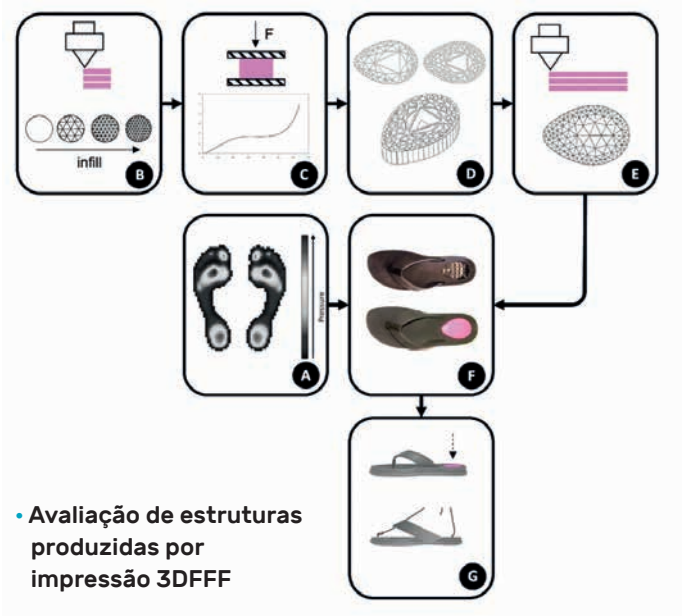
COPROMOTORES
UMINHO · ATLANTA · ALOFT · AMF

Desenvolvimento de estruturas funcionais para customização

Esta área de investigação focou-se no desenvolvimento e avaliação de estruturas produzidas por impressão 3DFFF, com o objetivo de maximizar o conforto do calçado. À partida, sabia-se que os utilizadores são todos diferentes, quer no que respeita às suas características biomecânicas, quer quanto ao seu conceito particular de conforto. Não pretendendo desenvolver soluções únicas (especificamente adequadas a cada utilizador), pela dificuldade em implementar este grau de customização, foi desenvolvido um conceito que envolve a modificação das palmilhas/entressolas convencionais e a produção de insertos amovíveis. Este conceito encontra-se esquematizado na figura, apresentando a vantagem de permitir um grau elevado de customização tendo, no entanto, como base uma mesma entressola produzida pelas técnicas convencionais (moldação por injeção).

Os componentes apresentam zonas mais críticas em termos de conforto (A) e zonas vazias (ver F) que são posteriormente preenchidas com insertos de estrutura interna celular variável produzidos por impressão 3DFFF (E). Estes insertos apresentam um gradiente contínuo de rigidez, gerado automaticamente a partir de uma rotina numérica desenvolvida para o efeito (ver algumas das variantes em D). Os tamanhos de célula usados nos insertos resultaram de um estudo prévio realizado com cilindros de estrutura interna regular e celular (B), igualmente impressos, que foram caracterizados à compressão (C). O par de insertos a usar poderá ser escolhido pelo utilizador (F e G), de acordo com as suas preferências. Num estudo feito com calçado modificado e oito pares de insertos diferentes, as escolhas dos utilizadores foram as mais variadas, confirmando o grau de subjetividade deste problema.

Este estudo originou a publicação de um artigo num jornal científico de circulação internacional (TEIXEIRA, R.; COELHO, C.; OLIVEIRA, J.; GOMES, J.; PINTO, V. V.; FERREIRA, M. J.; NÓBREGA, J. M.; SILVA, A. F.; CARNEIRO, O. S. - Towards customized footwear with improved comfort, Materials, Vol. 14 (7) 1738 (2021) Open Access (DOI 10.3390/ma14071738)).



• **Avaliação de estruturas produzidas por impressão 3DFFF**

COPROMOTORES
UMINHO · ATLANTA · CTCP

Novos conceitos e sistemas de corte automático para componentes de calçado

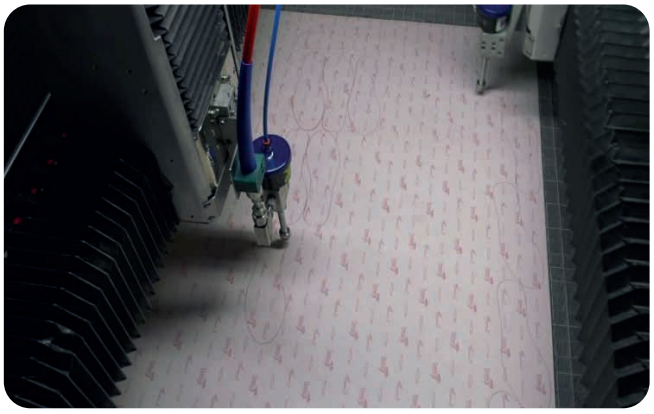
No FAMEST a CEI, empresa produtora de equipamentos industriais, desenvolveu dois novos sistemas de corte automático para a produção de componentes e produtos de calçado. Os protótipos industriais desenvolvidos incluem um equipamento de corte automático por jato de água e um equipamento de corte automático por faca.

Equipamento de corte automático por faca
Protótipo industrial avançado com duas cabeças de corte por faca que permitem cortar em simultâneo a mesma placa de matéria-prima ou duas placas diferentes. As cabeças de corte funcionam de forma independente, sendo o trabalho dividido de forma automática entre as duas cabeças.

Este protótipo possui uma área de corte para 4 materiais e permite um aumento de produtividade que varia entre os 70 a 100%.

Equipamento de corte automático por jato de água
Protótipo industrial ágil e flexível, validado para uma variedade de materiais de calçado sustentável, incluindo o corte de materiais de origem natural, materiais "vegan", espumas, telas, couro, EVA, borrachas ou cartão.

O sistema com 2 cabeças de corte independentes, trabalhando em simultâneo, podem cortar o mesmo material ou materiais diferentes, aumentando a produtividade em 70% para os materiais de couro e 100% para materiais uniformes, sendo possível o corte em camadas.



COPROMOTORES
CEI · AGLOMEX · CTCP

Sistemas de laboratório para avaliação dos materiais de produtos de calçado

Sistema de avaliação físico-mecânico digital especialmente concebido atendendo a princípios de ecodesign
Equipamento desenvolvido pela Zipor-Pegasil, para testar as propriedades físico-mecânicas de uma grande variedade de materiais, incluindo o couro, têxteis e sintéticos, palmilhas e solas para calçado. Este protótipo possui uma dupla-coluna e é controlado por computador e os dados adquiridos e tempo real, utilizando um *software* com diversos recursos tecnológicos, sendo as configurações dos testes definidas pelo utilizador. Para além da funcionalidade do sistema, no seu desenvolvimento foi considerado o conceito de ecodesign, tendo por base a diretiva relativa à criação de um quadro de define os requisitos de conceção ecológico dos produtos relacionados com o consumo de energia.

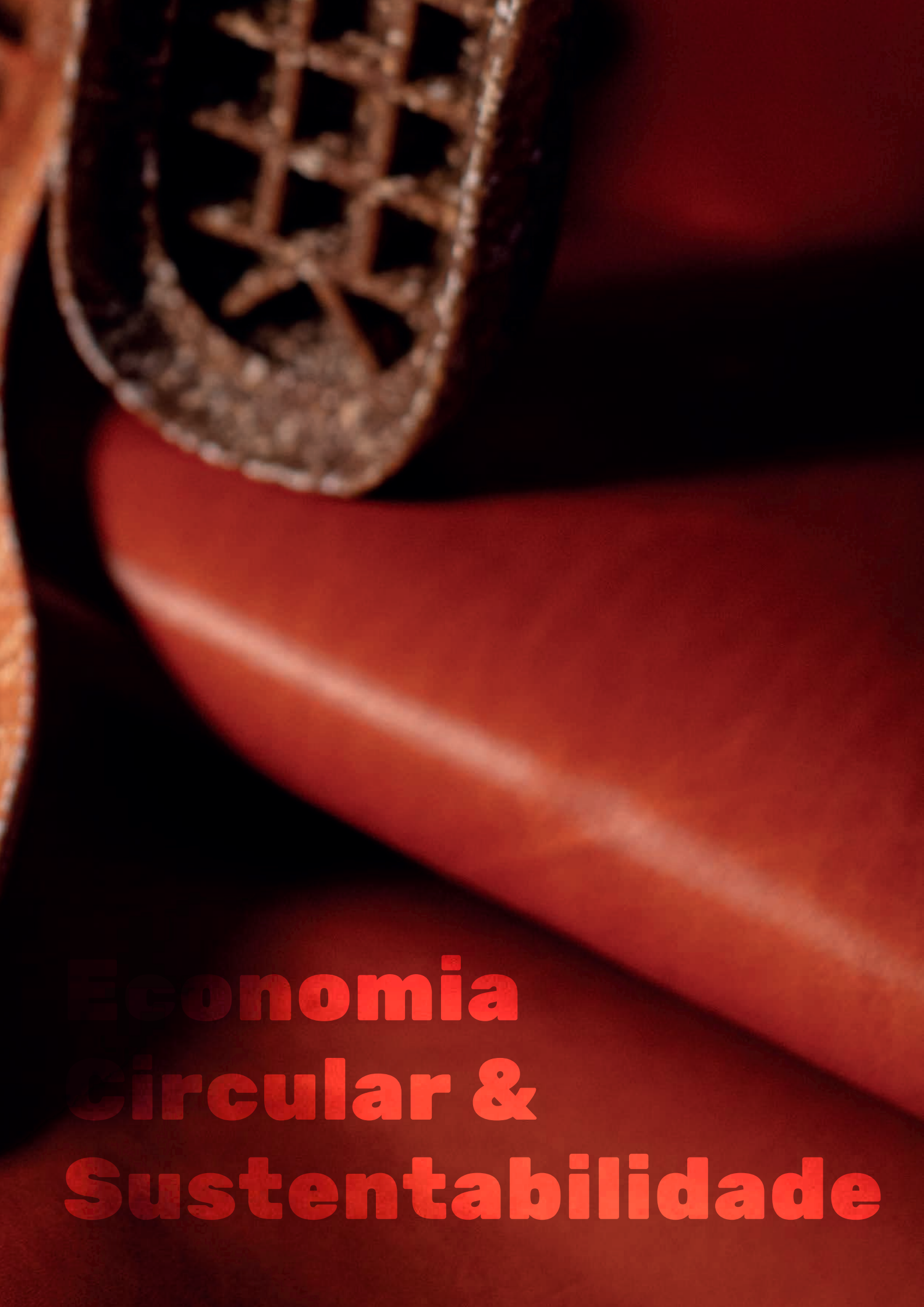
Medidor de temperatura de retração digital de alta sensibilidade para couros
Sistema para determinar a temperatura de retração dos couros para avaliação da sua estabilidade e resistência térmica. A determinação desta propriedade ganha maior importância na avaliação de biocouros isentos de crómio, principalmente durante a fase de desenvolvimento de novos materiais, assegurando que as condições do processo de curtume são adequadas e a sua temperatura de retração de aproxime às dos couros com curtume ao crómio, para que estes possuam as propriedades adequadas à produção de calçado e marroquinaria.

Sistema para avaliação da flamabilidade de materiais e calçado técnico
Sistema modular para avaliação da inflamabilidade, ou seja, da facilidade de ignição e propriedades de propagação da chama numa grande variedade de materiais. Este protótipo equipado com um queimador de gás de precisão, ajustável e intercambiável, permite responder aos requisitos de uma variedade de normas.

Sistema para teste da resistência do couro a altas temperaturas
Sistema para avaliar a resistência do couro ao calor, distendido gradualmente, em duas direções, sobre um colete esférico. Este teste, especialmente importante para biocouros envernizados, permite avaliar, no final do ensaio, a danificação provocada à superfície do material em teste.

COPROMOTORES
ZIPOR · CTCP

Pegasil
PORTUGAL
Pegasil

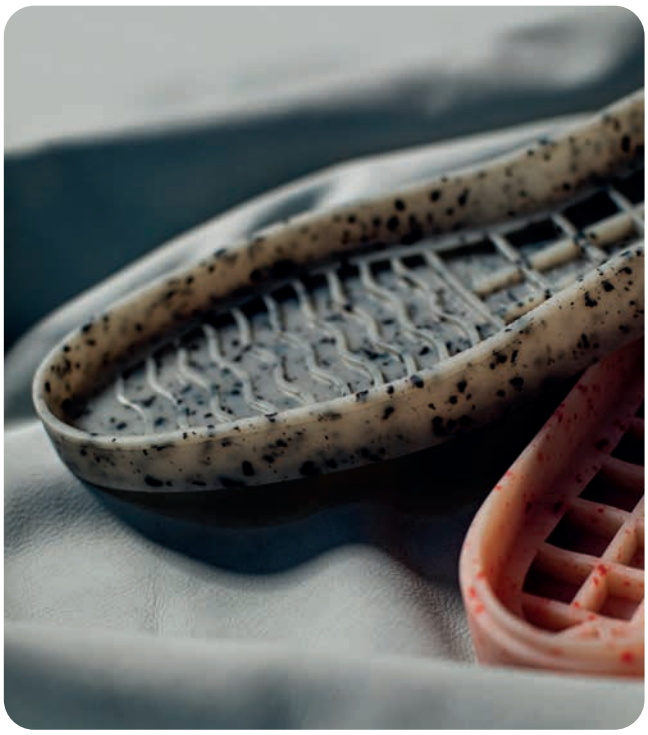


Economia Circular & Sustentabilidade

Compósitos de borracha com resíduos de couro

A investigação desenvolvida permitiu concluir que as propriedades mecânicas dos compósitos formados com couro e borracha (SBR ou NBR) depende de forma acentuada da granulometria das partículas de couro. Concluindo-se que os compósitos com couro micrométrico dão origem a compósitos mais homogéneos e com menos vazios.

Verifica-se ainda que as propriedades mecânicas dos compósitos obtidos a partir de couro micrométrico são bastante superiores às dos compósitos obtidos com couro milimétrico. Em particular, foi possível incorporar até 30 phr e 15 phr de couro micrométrico em NBR e SBR respetivamente, cumprindo os compósitos os requisitos mecânicos necessários ao fabrico de solas para calçado em termos de tensão e extensão à rotura, abrasão e resistência ao rasgamento.



COPROMOTORES
FEUP · ATLANTA · CTCP

Aglomerados a partir de resíduos de couro acabado das indústrias de curtumes e do calçado

Efetuaram-se estudos para o desenvolvimento de aglomerados a partir de resíduos de couro acabado das indústrias de curtumes e do calçado. Numa primeira fase, o desenvolvimento começou pela aplicação de um processo semelhante à produção de papel conseguindo-se resultados que apresentam potencial.

O processo passa por uma trituração, mistura dos componentes em fase aquosa, prensagem da pasta obtida para formação da placa e secagem final. Foram efetuados testes com resinas de base látex, poliuretano, acrílica e vinílica. Dos resultados obtidos até ao momento, os melhores corresponderam à utilização de uma resina vinílica com valores de resistência físico-mecânicas já aceitáveis.

Estão ainda em curso estudos de otimização face às aplicações preconizadas: placas para revestimentos de isolamento, palmilhas e outras aplicações para calçado.

COPROMOTORES
ISEP-CIETI · CURTUMES AVENEDA · DIAS RUIVO

Funcionalização do couro para a produção de compósitos de borracha

Estudo da funcionalização do couro curtido ao crómio com vários agentes potencialmente capazes de posteriormente estabelecer uma ligação com a borracha, minimizando deste modo a deterioração das propriedades mecânicas habituais nos compósitos couro-borracha. Foram usados vários agentes silano, nomeadamente o bis(triethoxysilylpropyl)tetrasulfide (TESPT), vinyltrimethoxysilane, 3-mercaptopropyltriethoxysilane e (3-glycidoxypropyl)trimethoxysilane. A ligação à borracha faz-se pelo enxofre (TESPT, 3-mercaptopropyltriethoxysilane), e pela reação do grupo epoxy com o enxofre [(3-glycidoxypropyl)trimethoxysilane)] ou com aligação dupla do silano (vinyltrimethoxysilane).

A presença dos silanos no couro foi comprovada em todos os casos por FTIR, após lavagem do couro. Os melhores resultados foram obtidos com o TESPT e as imagens SEM permitiram ver uma mistura mais íntima e homogénea entre o couro e a borracha quando existe silano. Contudo, a melhoria produzida em termos de propriedades mecânicas, nomeadamente tensão de rotura, a propriedade mais afetada pela presença do couro, é muito ligeira e só se faz sentir para teores em couro acima de 10 phr.

É pois necessário continuar a estudar a ligação do couro à borracha, explorando outros agentes de ligação, capazes de efetuar uma ponte efetiva entre o couro e a borracha.

COPROMOTORES
FEUP · ISEP

Compostos e solas para calçado, com resíduos dos processos produtivos de solas e de calçado acabado

A preocupação com a sustentabilidade e a redução sustentada da pegada de carbono, foi sempre uma forte preocupação, da Atlanta. Com a parceria estabelecida no FAMEST, foi possível desenvolver processos e soluções de reciclagem de resíduos e aumentar a oferta da empresa ao nível de novas soluções, que dão valor acrescentado às suas aplicações em produtos finais. Dos desenvolvimentos realizados destacam-se os seguintes:

- **Incorporação de resíduos em termoplásticos elastómeros**
  Resíduos provenientes do processo vulcanização de borracha, processo de produção de solas pré-fabricadas (resíduos de couro + EVA + borracha + TR +TPU), e de calçado acabado descontinuado, foram triturados e/ou micronizados, reduzindo a sua dimensão de modo que fosse possível e viável a sua aplicação em TPU (termoplástico de base poliuretano) e TR (estireno-butadieno-estireno). As formulações dos termoplásticos elastómeros foram otimizadas atingindo-se adições de 5% de resíduos em massa, sendo posteriormente estes compósitos aplicados no processo de injeção para produção de solas para calçado. As solas obtidas apresentam propriedades físico-mecânicas satisfatórias.

- **Incorporação de resíduos em borracha sintética vulcanizada**
  Neste desenvolvimento, os resíduos provenientes do processo vulcanização de borracha, processo de pré-fabricados (resíduos de couro + EVA + borracha + TR + TPU), resíduos de cortiça e de calçado acabado descontinuado, foram preparados com soluções adequadas desenvolvidas no âmbito do FAMEST, tendo atingido adições de 5 a 30% destes resíduos em várias bases de borrachas sintéticas, como o SBR (estireno-butadieno), NBR (nitrílica) e BR (polibutadieno), que foram formuladas e adequadamente aditivadas, de modo a garantir que os novos materiais apresentam boas propriedades para aplicação em solas.

COPROMOTORES
FEUP · ATLANTA · CTCP

Compósitos com resíduos de EVA para aplicações na construção civil

O EVA proveniente dos restos de produção de calçado foi previamente triturado em moinho com crivo de 4 mm, tendo sido selecionada a fração com granulometria de 1 mm a 3,15 mm (EVA milimétrico). O EVA em pó utilizado é resultante de processos industriais de corte ou lixamento de entressolas e solas, sendo a sua granulometria em torno aos 500 micrómetros, designado como EVA micrométrico. Ambos os materiais foram fornecidos pela empresa ATLANTA. O fabrico dos blocos de argamassa e sua análise foram realizados pela FEUP com a colaboração do ISEP e os blocos de alvenaria foram produzidos e analisados na empresa Faprel Lda.

Os agregados naturais foram substituídos nas argamassas por EVA milimétrico e micrométrico em percentagens variando de 0 a 70%. Concluiu-se que a densidade da argamassa diminui com a incorporação de EVA, sendo o efeito mais acentuado obtido com EVA milimétrico (22% vs 18% abaixo do controlo, para EVA milimétrico e micrométrico, 50% EVA). As resistências à flexão e compressão diminuíram com o aumento da percentagem EVA, embora a resistência à flexão tenha sido menos afetada do que a resistência à compressão e o EVA micrométrico provou ser menos prejudicial que o EVA milimétrico (50% vs 37% perda de resistência à flexão e 71% vs 64% para perda de resistência à compressão para EVA milimétrico e micrométrico, 50% EVA). O coeficiente de absorção de água diminuiu substancialmente (64% para EVA micrométrico) com a adição de EVA. Acresce que a utilização de misturas de EVA milimétrico e micrométrico 50:50 permite obter resultados muito semelhantes aos obtidos com EVA micrométrico. Em conclusão, a menor perda de propriedades mecânicas e melhor impermeabilização alcançadas com a adição de EVA abre a possibilidade de utilização de argamassas substituídas com EVA em aplicações não estruturais, onde a densidade inferior dos materiais se traduz num manuseio mais fácil no local, uma redução do peso e, consequentemente, construções menos onerosas.

COPROMOTORES
FEUP · ATLANTA/FRAPEL · ISEP

Procedeu-se igualmente à incorporação em betão de resíduos de EVA processados no micronizador recentemente adquirido pela empresa ATLANTA, para produção de blocos de alvenaria, um trabalho realizado na empresa FAPREL Lda. Verificou-se em ensaios preliminares que a substituição de 2.5% e 5% de cimento por EVA não afetou significativamente a resistência à compressão dos blocos produzidos. Este é pois um trabalho que vale a pena continuar a explorar, pois pode constituir uma via para reciclar os resíduos de EVA da produção de calçado e componentes, e ao mesmo tempo conduzir a alguma economia de cimento no betão produzido, ainda que seja necessário contabilizar os gastos energéticos com o processamento do EVA.

Compósitos de betão com resíduos de calçado pós-consumo para pavimentos

Nesta linha de desenvolvimento, para reciclagem do calçado este foi desmantelado (retiraram-se os cordões bem como as partes metálicas), de seguida numa guilhotina cortaram-se pedaços de dimensão abaixo 50 mm, os quais foram triturados a granulometrias abaixo 9 mm (calçado grosso) e abaixo de 4 mm (calçado fino). Em seguida parte dos agregados naturais do betão foram substituídos pelo calçado moído.

As densidades dos betões assim formados registaram decréscimos de 10%, 14% e 18%, para a substituições volúmicas de 30%, 50% e 70%, respetivamente. Em relação à trabalhabilidade, os betões ficaram menos fluídos com a presença dos resíduos, verificando-se nas percentagens de incorporação de 50% (v/v) e 70% (v/v) um betão de difícil amassadura e, consequentemente, difícil moldagem dos provetes.

A resistência à compressão dos cubos foi medida aos 7 dias de cura, verificando-se que quanto maior é a percentagem de resíduos de calçado presentes no betão, menor é a resistência à compressão. Esta perda é de cerca de 58%, 72% e 82% para a substituição de calçado (v/v) de 30%, 50% e 70%, respetivamente, O valor máximo de resíduo a incorporar será definido pela norma para o tipo de pavimento definido.

Embora seja necessário proceder a outros testes, fica assim demonstrada a possibilidade de reciclar calçado por incorporação em betão, desde que as aplicações sejam compatíveis com a perda de propriedades mecânicas verificada. Esta perde de propriedades é fruto das inferiores propriedades mecânicas do polímero relativamente ao betão, associado à falta de ligação polímero-betão.

COPROMOTORES
FEUP · ISEP · CTCP

Avaliação dos efeitos de resíduos da indústria do calçado em organismos de solo

Os ensaios ecológicos de microcosmos são ensaios multiespecíficos que permitem avaliar a toxicidade de substâncias químicas ou resíduos em diferentes espécies em simultâneo, aproximando-se assim dos cenários reais. No âmbito do FAMEST foi realizado um ensaio de microcosmos em solos com resíduos da indústria do calçado, nomeadamente couro com tratamento *"Wet Blue"* (WB) e couro com acabamento (CA), para avaliar os efeitos em dois organismos do solo e na comunidade microbiana, ao fim de 30 dias de incorporação dos resíduos no solo. Após este período verificou-se que as plantas de couve Brassica oleracea expostas ao solo que continha CA cresceram mais do que plantas do solo controlo e do solo com WB, ainda que as diferenças não tenham sido significativas. A reprodução das minhocas (Eisenia fetida) foi afetada, uma vez que tanto o número de juvenis como o número de casulos foram superiores no solo controlo sem couro. Nas oligoquetas adultas retiradas dos solos, foram analisados biomarcadores de stress e neurológicos, nomeadamente a peroxidação lipídica das membranas celulares e a acetilcolinesterase tendo-se observado a ocorrência de stress oxidativo nos organismos expostos aos solos com couro com acabamento (CA).

Foi também avaliada a atividade enzimática da comunidade microbiana dos solos controlo e dos solos que receberam resíduos WB e CA. A atividade das desidrogenases que indicam a vitalidade metabólica da comunidade microbiana não foi significativamente afetada por nenhum dos resíduos. O mesmo foi registado para a atividade da enzima arilsulfatase envolvida no ciclo do enxofre. Apenas a atividade da enzima urease registou um aumento significativo no solo com resíduo de CA, em relação ao controlo, indicando uma possível alteração no ciclo do azoto.

COPROMOTORES
FCUP

Parceiros

CALÇADO E RETALHO

ARCOPEDICO
AMF
ASIAL
carité shoes
CENTENÁRIO CRAFTING SHOES SINCE 1941
JEFAR
JOIA - Calçado S.A.
KYAIA

QUÍMICOS, MATERIAIS E COMPONENTES

Aloft
aglomex
Atlanta
BOAVENTURA PORTUGAL
Curtumes Aveneda, lda
DIAS RUIVO
3DCORK intelligent nature
INDINOR INDÚSTRIAS QUÍMICAS, SA

SOFTWARE E EQUIPAMENTOS

cei by ZIPOR
flowmat sistemas industriais, lda
inocam
oficinaware
SOLUÇÕES INFORMÁTICAS [KSI]
Pegasi by ZIPOR

SCTN

ctcp centro tecnológico do calçado de portugal
Centro de Computação Gráfica
CTIC Centro Tecnológico das Indústrias do Couro
U.PORTO FC FACULDADE DE CIÊNCIAS UNIVERSIDADE DO PORTO
U.PORTO FACULDADE DE DESPORTO UNIVERSIDADE DO PORTO
U.PORTO FEUP FACULDADE DE ENGENHARIA UNIVERSIDADE DO PORTO
isep Instituto Superior de Engenharia do Porto
inegi Instituto de Engenharia Mecânica e Gestão Industrial
INESCTEC
ipb INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA
Universidade do Minho

Considerações Finais

O projeto mobilizador FAMEST executado pelo Cluster do Calçado e Moda, no período entre novembro de 2017 e novembro de 2021, desenvolveu um conjunto de soluções técnicas e tecnológicas, estratégicas não só para as empresas do consórcio, mas para todas as empresas do Cluster. Mais uma vez, foi demonstrado o seu carácter mobilizador e inovador e a capacidade das empresas, incluindo empresas de toda a cadeia de valor do calçado, colaborarem entre si e com entidades do sistema científico nacional (p. ex., universidades e politécnicos, centros de investigação e centros de interface) no desenvolvimento de soluções inovadoras e desafiantes, do ponto de vista da investigação, mas que se transformem, em resultados comercializáveis.

O presente catálogo reúne e descreve os resultados alcançados no FAMEST, pelos diferentes grupos, em cada uma das áreas de desenvolvimento, encontrando-se os mais promissores a ser preparados para valorização pelas empresas e entidadesa sua estratégia de negócio.

No FAMEST adquiriram-se novos conhecimentos e competências que foram aplicados no desenvolvimento de:

- Metodologias estruturadas de design e ecodesign para o desenvolvimento de produtos de calçado.
- Calçado de moda, segurança, militar e aplicações específicas, integrando conhecimento desenvolvido nos estudos biomecânicos e conforto.
- Calçado com menor pegada ambiental.
- Soluções para sensorização do calçado.
- Produtos químicos à base de subprodutos/resíduos biológicos, gerados pelas indústrias do papel e agroalimentar e a sua aplicação no desenvolvimento de biocouros, promovendo a economia circular e simbioses industriais.
- Materiais de base biológica, reciclados, nano, funcionais e para impressão 3D a utilizar no desenvolvimento de novos componentes para calçado, incluindo, solas, palmilhas, biqueiras e peças técnicas para calçado.
- Sistemas de produção ciber-físicos i4.0 para calçado e tecnologias avançadas de gestão, produção e comercialização para o Cluster do Calçado i4.0.
- Sistemas automáticos de corte por faca e por jato de água, com aumentos de produtividade de corte entre 70 e 100%.
- Sistemas de laboratório para avaliação de propriedades específicas, como resistência ao calor e ao fogo e solução para testar propriedades físico-mecânicas dos materiais e calçado.
- Materiais compósitos à base de resíduos da cadeia de valor do calçado para aplicações nas indústria do calçado e construção, promovendo a economia circular e sustentabilidade do cluster.

Áreas que, ainda hoje, se relevam estratégicas para o Cluster do Calçado e Moda e com grande possibilidade de inovação na próxima década, através da realização de outros projetos de investigação e desenvolvimento.

AGÊNCIA NACIONAL DE INOVAÇÃO
COMPETE 2020
PORTUGAL 2020
UNIÃO EUROPEIA
Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional