



**GREENSHOES 4.0**  
Calçado, Marroquinaria e Tecnologias Avançadas  
de Materiais, Equipamentos e Software



## Transformação digital impulsiona produção ágil e customizada de calçado injetado

A Indústria 4.0 ou Digitalização é um tema estratégico para qualquer empresa do cluster do calçado que pretenda manter ou reforçar a sua competitividade.

No nosso cluster, a Indústria 4.0 avança formas de produzir que se materializam em produtos com menor pegada ambiental e custos, fabricados por integração de tecnologias digitais, que tornam os processos mais eficazes e flexíveis.

**Para que a transformação digital tenha eficácia e alcance precisa de focar as áreas críticas da empresa, considerando:**

- 1 A digitalização da produção, que permite a integração de sistemas de informação avançados que ajudam na gestão e no planeamento da produção;
- 2 A automatização, através da implementação de sistemas avançados de produção e ilhas de produção inteligentes;
- 3 o intercâmbio automático de dados, que assegura a ligação entre equipamentos, sistemas, pessoas e produtos, para uma gestão global da cadeia de valor;
- 4 a comercialização dos produtos suportando as vendas de materiais, componentes e calçado, quer sejam realizadas nos canais tradicionais ou online.

**Nos últimos anos, têm-se verificado vários desenvolvimentos e inovações no campo da customização e produção ágil de calçado injetado, especialmente no que diz respeito à integração de ferramentas de previsão da procura e planeamento do processo de injeção. Essas ferramentas desempenham um papel crucial na otimização da produção, garantido uma resposta rápida e eficiente às necessidades do mercado.**



### Sistema de previsão da procura

O sistema de previsão da procura consiste numa ferramenta de apoio ao planeamento da produção através da disponibilização de estratégias que permitem estimar, com um certo grau de precisão, os valores da procura para um determinado período no futuro. O sistema foi desenvolvido tendo por base um conjunto de técnicas estatísticas e algoritmos de ML que permitem modelar de forma eficaz tendências, sazonalidade e eventos com impacto nos dados da série temporal.

Em concreto, este sistema permite dar resposta a duas necessidades distintas do sector do calçado. Por um lado, fazer a previsão de vendas de produtos já em comercialização, usando o histórico de vendas existente para treinar o algoritmo de previsão e antecipar o comportamento do mercado. Por outro lado, prever as vendas de novos produtos que vão ser introduzidos no mercado pela primeira vez, tratando-se, portanto, de artigos sem histórico. Neste caso a previsão assenta na identificação de um conjunto de artigos semelhantes com histórico de vendas e na exploração do seu comportamento, através da análise de tendências e sazonalidade.

O sistema foi pensado para fazer a previsão a 6 meses, no entanto apenas os valores da previsão relativos ao primeiro mês são efetivamente usados, uma vez que as previsões são atualizadas mensalmente.

### Planeamento da produção do sistema de injeção



A injeção é um dos processos mais críticos da produção de calçado pela complexidade associada à máquina de injeção e respetivas restrições operacionais, nomeadamente a disponibilidade de moldes por tamanhos, as trocas de cores possíveis, tempos de estabilização após a injeção, entre outras.

Neste sentido, a ferramenta de planeamento foi desenvolvida tendo em conta dois níveis de decisão. Um primeiro nível mais estratégico-tático de "lot-sizing" e distribuição de carga de trabalho ao longo do tempo e um segundo nível mais operacional de sequenciamento da produção por posição da máquina.

O primeiro nível consiste na determinação de um plano de produção macro com um horizonte temporal de 6-10 semanas, com o principal objetivo de distribuir a carga de trabalho por cada período (semana), identificando os produtos e quantidades a produzir, níveis de stock e recursos necessários, por forma a minimizar atrasos e custos de produção e stock.

Em concreto, esta ferramenta de planeamento estratégico foi desenvolvida com recurso a modelos matemáticos de programação inteira, considerando que apenas 80% da capacidade da máquina deve ser utilizada a partir da segunda semana por forma a garantir flexibilidade para integrar novas encomendas no plano.

O segundo nível consiste na definição de um plano de produção semanal, determinando a alocação das Ordens de Produção e respetivas quantidades às várias posições da máquina de injeção, tendo em conta as restrições associadas (troca de cores possíveis, trocas de moldes, etc). Neste caso, o principal objetivo consiste na maximização da taxa de ocupação da máquina e minimização do tempo de processamento. A ferramenta de sequenciamento foi desenvolvida com base numa heurística construtiva, integrando componentes de aleatoriedade para garantir uma exploração mais eficiente das várias soluções possíveis.

[greenshoes.ctcp.pt](http://greenshoes.ctcp.pt)

#### Para mais informação

Centro Tecnológico do Calçado de Portugal  
Rua de Fundões - Devesa Velha 3700-121 S. João da Madeira  
Telf: 256830950 Email: geral@ctcp.pt



[www.ctcp.pt](http://www.ctcp.pt)