



#26

Personalização do produto

**Guia do
Empresário**
por
Centro
Tecnológico
do Calçado
de Portugal



Ficha técnica

Título

Personalização do produto - Guia do Empresário por
CTCP - Centro Tecnológico do Calçado de Portugal

Coordenação

Vânia Pacheco - CATIM
Cristina Marques - CTCP

Projecto gráfico e paginação

CTCP Design

Textos

Florbel Silva, Margarida Mata e Pedro Duarte - CTCP
Luís Rocha - CATIM

Colaboração

Robust Constellation Unipessoal, Lda

Imagem da capa

© CTCP FABLAB

Produção gráfica

ORGAL impressores

Novembro 2022 . TODOS OS DIREITOS RESERVADOS

#26

Personalização do produto

**Guia do
Empresário**
*por
Centro
Tecnológico
do Calçado
de Portugal*

Índice

| | |
|--|----|
| Enquadramento | 04 |
| Introdução | 06 |
| Evolução do paradigma da produção | |
| Porquê personalizar? | |
| Personalização estética e funcional | 10 |
| Tecnologias e ferramentas | |
| Casos de sucesso | 28 |
| Customização e personalização estética | |
| Customização e personalização funcional | |
| Implementação na indústria | 36 |
| Conclusões | 40 |
| Referências | 42 |

ENQUADRAMENTO

O presente guia está integrado num conjunto de quatro Guias para a Inovação a disponibilizar no âmbito do projeto MetalShoe FabLab Network [1]. O projeto MetalShoe FabLab Network, apoiado pelo NORTE2020 e promovido pelo Centro Tecnológico do Calçado de Portugal (CTCP) e pelo Centro de Apoio Tecnológico à Indústria Metalomecânica (CATIM), surge num contexto marcado pela emergência de um novo paradigma associado ao desenvolvimento de produtos inovadores, quer por via dos materiais que incorporam, quer por via das tecnologias que utilizam. O projeto tem como objetivo capacitar e acompanhar as empresas na resposta aos novos desafios que se colocam aos seus processos, produtos e serviços, permitindo-lhes acompanhar as tendências, criar valor acrescentado e, sobretudo, manter/aumentar a sua competitividade. Os Guias para a Inovação incluem informação técnica diversa destinada a complementar o objetivo de capacitação das empresas ao nível das tecnologias e áreas de conhecimento.

Este guia centra-se na personalização de produto, seja ela estética ou funcional, abordando tecnologias possíveis de usar para diferentes aplicações, bem como uma breve explicação de cada tipologia de personalização. Algumas destas tecnologias foram já abordadas nos referenciais técnicos, lançados também no âmbito do projeto.





INTRODUÇÃO



Atualmente existe um aumento da procura por produtos que satisfaçam as necessidades individuais do consumidor. Cada indivíduo tem gostos, preferências e exigências diferentes quando procuram um produto e é, portanto, um desafio para as empresas aumentar a variabilidade de produtos pedida, mantendo preços competitivos no mercado.

Evolução do paradigma da produção

Um dos principais motores das mudanças de paradigma nos sistemas de produção são os avanços tecnológicos que permitem criar produtos e soluções. A segunda revolução industrial trouxe a produção em massa, em que o consumidor tinha como função apenas comprar, fazendo evoluir o paradigma da manufatura artesanal, em que cada objeto era diferente dos demais, para uma manu-

fatura automatizada, com grandes volumes de produção e redução dos custos. Nos anos 80, com o aumento dos pedidos de variedade surge a customização em massa, em que o consumidor passa a ter um papel em escolher determinadas características. A onipresença da internet e a introdução de novas tecnologias no novo milênio, permite atualmente personalização, em que o consumidor passa a ter parte ativa no design do produto, podendo-se dizer que este tipo de produção alia as tipologias de produto da manufatura artesanal, ou seja, objetos únicos e individualizados, mas de grande variedade, com as vantagens da produção em massa, como o volume de produção e a redução de custos. A evolução do paradigma da produção está ilustrada na Figura 1. [2][3]

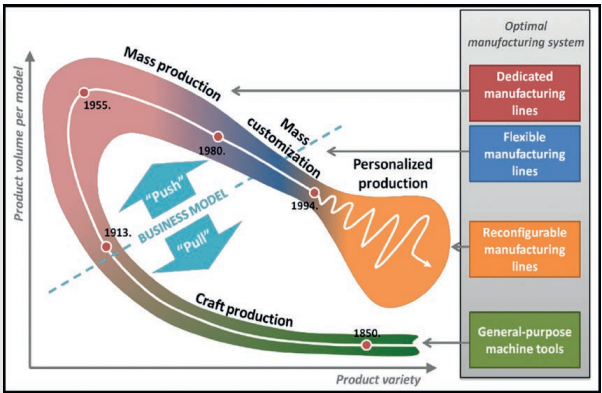


Figura 1: Evolução do paradigma da produção. [3]

Para responder a esta evolução, desenvolveram-se estratégias de customização e personalização em massa. Nas estratégias de customização em massa, há um compromisso entre a padronização e a individualização, em que se tenta satisfazer as características pretendidas pelo cliente, com preços apelativos para grande parte do mercado. De uma forma geral, na **customização** o cliente pode escolher e combinar um conjunto de características pré-selecionadas e pode-se considerar que o consumidor tem uma participação limitada e passiva. Já na personalização em massa são usadas estratégias que tentam satisfazer necessidades específicas de cada cliente. A **personalização** é conseguida através de um grande nível de alteração do produto, utilizando experiência e informação do utilizador e a cocriação, levando a produtos únicos e específicos para cada cliente. [4]

Neste documento são abordados dois tipos de personalização: a estética e a funcional. A **personalização estética** é aquela que é feita com o objetivo de diferenciar o produto do ponto de vista decorativo, como por exemplo, o nome do cliente ou uma impressão de uma imagem escolhida pelo cliente/utilizador final. No caso da **personalização funcional**, esta aplica-se a produtos com uma determinada função específica e personalizados para cada cliente individual, como por exemplo a produção de componentes ou calçado com aplicações médicas ou ortopédicas.

Neste sentido, o uso de ferramentas digitais e processos de manufatura avançados e flexíveis, agilizam todo o processo produtivo, desde a recolha de informação relativa à personalização até à produção e envio individualizado para cada cliente. Tipicamente, este tipo de produção levanta muitos desafios intra- e interlogísticos que podem ser mitigados pelo uso de ferramentas digitais e inovadoras.

Há um conjunto de tecnologias que podem ter impacto nas diferentes etapas de produção de produtos altamente personalizados. Desde logo as tecnologias de gravação a laser e de impressão digital, que são tecnologias já implementadas na indústria, havendo ainda outras tecnologias de fabrico digital que podem ser usadas para personalização de produto, como as já referidas manufatura aditiva e subtrativa, mas também tecnologias de apoio como a digitalização 3D ou sistemas de Realidade Aumentada e Realidade Virtual (RA/RV).

Neste documento são apresentadas as tecnologias principais e aplicações que poderão ser usadas a nível industrial para personalização de produto, juntamente com alguns exemplos de empresas e marcas que já usufruem das vantagens de tais processos.

Porquê personalizar?

Cada vez mais os consumidores sentem-se confortáveis a comprar online e a serem mais específicos com aquilo que querem. Para responder a esta procura, surgem novas empresas, modelos de negócio e produtores de nicho especializados neste tipo de negócio. Com esta exigência do mercado, as grandes marcas começam também a incluir o serviço de personalização na sua oferta de produtos. [5]

As empresas conseguem melhorar a experiência de compra dos seus clientes, aumentando o envolvimento e fidelidade à marca. A relação entre cliente e marca é mais forte porque o cliente reconhece o valor acrescentado do produto e sente que representa a sua individualidade e exclusividade. Os clientes estão dispostos a pagar um preço superior (premium), no entanto é necessário garantir que o tempo de entrega não é alongado e que o produto apresente uma excelente qualidade, sendo necessário uma linha de produção eficiente e uma boa relação com os fornecedores e cadeia de abastecimento. [6]

Algumas das tecnologias que podem ser usadas para processos de personalização, como por exemplo a manufatura aditiva e a manufatura subtrativa, podem representar um avultado investimento inicial por parte das empresas, quer em termos de equipamentos e materiais quer na formação técnica de recursos humanos. No entanto, frequentemente as mesmas tecnologias poderão ser aplicadas noutras áreas da empresa, como etapas de desenvolvimento de produto ou em produção de ferramentas de apoio à produção. Assim, as empresas podem potenciar os seus recursos e processos e amortizar o seu investimento mais rapidamente.

O uso de tecnologias de personalização de produto potencia as empresas na venda de produtos diferenciados e únicos para cada cliente, acrescentando valor aos seus produtos, podendo mesmo chegar a novos mercados.

PERSONALIZAÇÃO ESTÉTICA E FUNCIONAL

Os produtos altamente personalizados e únicos são cada vez mais uma tendência no mercado atual de consumidores. O mercado do calçado e da marroquinaria não é exceção e acompanha também esta tendência, ter calçado exclusivo e diferenciado é cada vez mais uma procura. Paralelamente a uma procura por produtos únicos do ponto de vista estético, há um aumento da sensibilidade do uso de produtos adequados ao pé de cada pessoa. A personalização funcional, permite às empresas chegar a mercados de valor acrescentado para os seus produtos, como os mercados médico e ortopédico, ainda que para isso tenham de obedecer a requisitos mais apertados, quer em termos de design como em termos de seleção de materiais.

Tecnologias e ferramentas

De uma forma geral, a personalização estética de produtos de calçado e marroquinaria consiste na decoração de superfícies com relevos, cores e marcações, recorrendo a diversas tecnologias apresentadas na Tabela I. Algumas das tecnologias são já amplamente usadas na indústria para decoração dos seus produtos, mas não de forma individualizada.

| Tecnologia | Aplicações |
|------------------------------|---|
| Impressão digital | Imagens e decorações multicolor |
| Transferência por calor | Imagens e decorações multicolor, com ou sem relevo |
| Sublimação | Imagens e decorações multicolor |
| Sublimação 3D | Imagens e decorações multicolor, superfícies planas e curvas |
| Serigrafia (screen printing) | Imagens e decorações multicolor |
| Tampografia | Imagens e decorações multicolor, superfícies planas e curvas |
| Bordadura | Decorações multicolor com linhas |
| Tricotagem 3D | Tricotagem de peças completas com relevos, padrões e cores |
| Gravação e corte laser | Imagens e marcações Ornamentos físicos para aplicação em calçado e marroquinaria |
| Timbragem | Marcação de substratos em baixo e alto relevo e que pode ter uma folha metálica com cor |
| Impressão 3D | Decoração de superfície em alto relevo Ornamentos físicos para aplicação calçado e marroquinaria |
| Maquinação CNC | Marcação de superfícies Decoração de superfícies em baixo-relevo Ornamentos físicos para aplicação em calçado e marroquinaria |
| Sistemas CAD | Aplicação de imagens nos modelos virtuais |

Tabela I: Aplicações de tecnologias para personalização estética.

A impressão digital (Digital Printing)

é um processo no qual tintas são depositadas numa superfície, que pode ser têxtil, metálica, cerâmica, polimérica, entre muitas outras, usando uma cabeça de impressão. A deposição das tintas é feita de acordo com um ficheiro digital, semelhante ao processo tradicional de impressão em papel, sendo uma técnica relativamente simples, rápida, flexível e com elevada resolução. De uma forma geral, esta tecnologia não necessita de passos intermédios nem de ferramentas de apoio, levando a que não haja um número mínimo de impressões para que seja um processo rentável, mostrando-se assim ser um processo muito flexível em termos de produção industrial. Existem vários métodos e variações de impressão digital que dependem

do tipo de tintas que são utilizadas, o tipo de cura e dos materiais onde se pode fazer a impressão. A impressão digital UV, a via mais comum da impressão digital, permite imprimir numa grande variedade de materiais usando tintas que curam instantaneamente quando curadas com a luz UV.

Alguns métodos imprimem diretamente nos tecidos ou peles e outros podem mesmo imprimir em sapatos completos (DTG - Direct-To-Garment), como está representado na Figura 2. Com esta finalidade, algumas empresas possuem já sistemas CAD (Computer Assisted Design) para que as texturas e decorações a serem aplicadas nos produtos, possam ser preparadas e enviadas para os equipamentos de personalização. [7]



Figura 2: sequência de Impressão digital DTG em calçado completo. [8]

A impressão DTF (Direct-To-Film), é outro processo em que um filme é aplicado a um substrato. A imagem é impressa num filme PET, onde depois é aplicado um adesivo em pó e se faz a cura a altas temperaturas. Depois o filme é colocado no objeto que se quer personalizar, através pressão e calor. Este é um método relativamente mais recente, que pode ser usado numa grande variedade de tecidos, mas necessita de um investimento maior e mais consumíveis do que a transferência por calor. [7]

Este processo pode ser usado para produzir os filmes para transferência por calor e para sublimação. Pode-se considerar por isso que a impressão digital pode ser usada para a personalização direta de componentes e de calçado completo, mas também de forma indireta, sendo usada para produzir os filmes para posterior uso em outros processos de personalização. Neste sentido há que ter em conta que as tintas podem e devem ser diferentes, no caso de serem curadas por UV ou no caso de serem usadas em processos posteriores, como sublimação e transferência térmica.

Na **transferência por calor (Heat Transfer)** é aplicado um filme flexível de vinil a um substrato através da ação de calor e de pressão. Existe uma grande variedade de filmes sendo que podem ter várias espessuras, ter cores sólidas, padrões ou imagens impressas, purpurinas, materiais refletivos, entre outros. A Figura 3 demonstra o processo, em que o filme é cortado com as formas desejadas e o decalque é fixado na zona onde se quer personalizar com ajuda de uma película adesiva. Depois é prensado com temperatura entre os 100 e os 250 °C e retira-se o adesivo. Este é um método relativamente económico que pode ser aplicado numa grande variedade de substratos. [7][9]

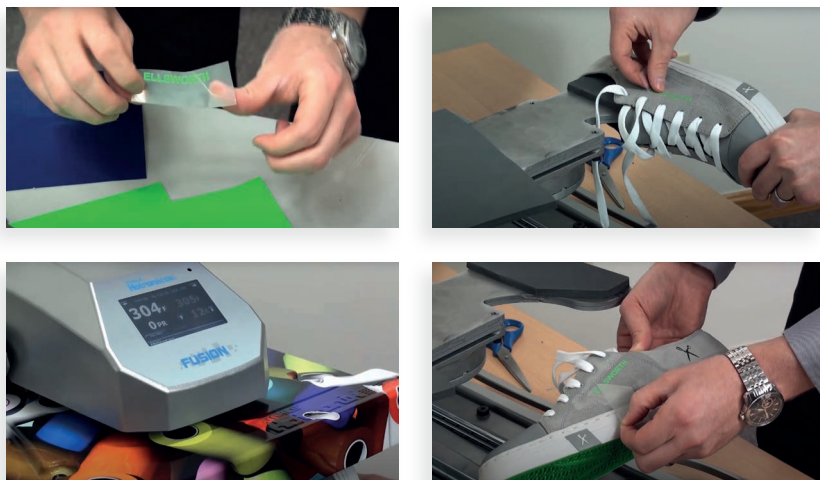


Figura 3: Personalização de um sapato usando transferência de calor. [10]

Na **sublimação (Sublimation)** há também a transferência de uma imagem para um tecido ao aplicar altas temperaturas e pressão ou vácuo. Tal como demonstrado na Figura 4, ocorre a reprodução de imagens ao transferir a tinta de um papel de sublimação, onde foi impressa a imagem, para o tecido através da sublimação da tinta, ou seja, passagem do estado sólido ao estado gasoso que leva à incorporação da tinta no substrato. Neste método a imagem não apresenta qualquer textura, no entanto é mais indicada para materiais mais claros e tem algumas limitações na aplicação da cor branca. Tal como exemplificado na Figura 4 e Figura 5 é possível fazer sublimação em diferentes formatos, não só no plano, mas em superfícies curvas. Este processo é mais indicado em materiais de base de poliéster, mesmo que seja apenas na superfície do tecido, havendo produtores que não garantem o seu correto funcionamento e aplicação em outros tipos de substratos. No caso de outros tecidos, pode-se aplicar um spray à base de poliéster para revestir a superfície do tecido de forma que possa ser personalizado por sublimação. [11]



Figura 4: Processo de sublimação em sapatilhas. [12]



Figura 5: Personalização de chinelos usando sublimação. [13]

A **Serigrafia (Screen Printing ou Silk Printing)** é um processo usado para a decoração de superfícies têxteis, ao forçar a passagem da tinta através de uma matriz (por vezes referida como tela) com o padrão desejado depositando-se no substrato plano alvo. São preparadas telas em que cada uma apenas permite a passagem de uma cor pelas aberturas da tela. Quanto mais cores e tons tiver o desenho, mais telas são necessárias para conjugar as cores primárias, tal como representado na Figura 6, com um sistema rotativo para

a aplicação de cada cor. A serigrafia, ao necessitar da criação das telas leva a que seja um processo rentável economicamente quanto maior o volume de produtos a personalizar, podendo não ser a melhor opção para a produção de produtos personalizados únicos ou em baixo número. Ainda assim, as telas podem ser reutilizadas para impressão de outros desenhos. Este é um processo que pode ser usado na maioria dos tecidos e como a tinta é absorvida pelas fibras, geralmente têm uma boa longevidade. [14][15][16]

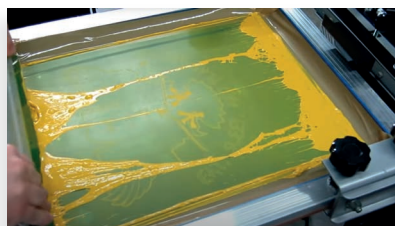


Figura 6: Processo de serigrafia numa t-shirt. [17]

A **tampografia (Pad Printing)** é um método de impressão "indireta", semelhante a um carimbo, onde há a transferência de tinta de uma matriz para um tampão de silicone, que depois a transfere para o objeto (Figura 7). É um método muito preciso em que o tampão de silicone é moldável e adapta-se ao objeto que pode ter formas irregulares. Tal como na serigrafia, permite a transferência de várias cores para a criação de imagens mais complexas com várias cores, no entanto cada tampão apenas transfere uma cor, sendo necessário um sistema de vários tampões sequenciais no caso da criação de desenhos com várias cores.



Figura 7: sequência do processo de tampografia. [18]

O processo de **bordar (Embroidery)** imagens ou palavras é uma outra forma de personalizar o calçado. Algumas empresas usam este método para bordar desenhos nas sapatilhas, como a Converse, ou para bordar caracteres alfanuméricos personalizados pelo cliente. Os bordados podem ser feitos nos componentes, antes de montar, ou pode ser possível bordar no sapato montado, como está exemplificado na Figura 8. Nos últimos anos esta tecnologia teve grandes desenvolvimentos em

termos do uso de linhas. Tipicamente este processo necessita de linhas para cada cor que se pretende usar, no entanto, os últimos desenvolvimentos da tecnologia permitem que se use uma única linha branca que é tingida in situ com a cor pretendida (Figura 9), criando resultados como o da Figura 10 de forma mais eficiente. Esta evolução tem um grande impacto a nível industrial, em termos logísticos, potenciando o uso de matéria-prima e evitando o stock de material para cada cor.

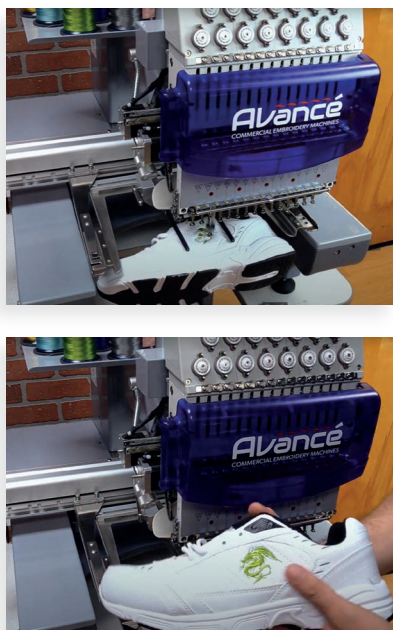


Figura 8: Processo de bordar no sapato montado. [19]

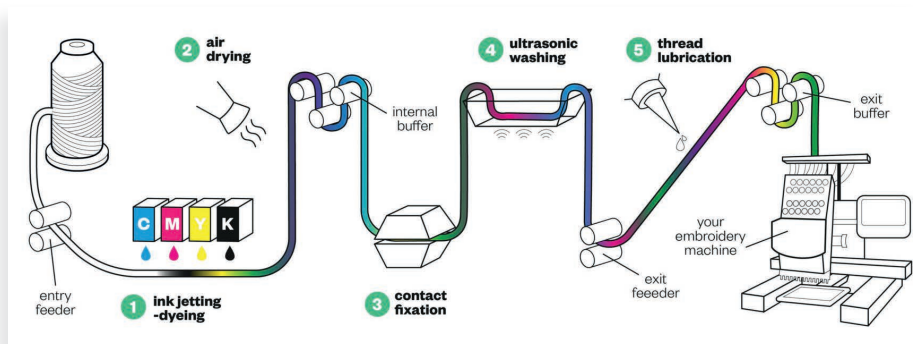


Figura 9: Processo de bordar com linha branca tingida in situ. [20]



Figura 10: Bordado resultante de linha branca tingida in situ. [21]

A **tricotagem 3D (3D Knitting)** é uma tecnologia digital e automática que permite a criação de tecido tricotando peças à forma, a partir de um desenho digital, minimizando ou até mesmo eliminando a necessidade de corte e costura ou outros processos de união de peças. Este processo ajuda na redução de desperdícios. No entanto, uma das principais desvantagens deste processo é o tempo de programação, bem como o tempo necessário para tricotar cada peça. No vestuário e calçado, para além desta tecnologia poder ser usada para criar formas e tamanhos adaptados a cada pessoa (através da digitalização 3D), permite customizar e personalizar ao fazer o upload de padrões que podem depois ser reproduzidos, bem como introduzir relevos. As gáspeas sem costura são feitas numa máquina de tricotar circular (Figura 11), enquanto outros modelos podem ser feitos no plano sendo depois necessária uma costura na zona do calcanhar (Figura 12). [22][23][24]

Esta tecnologia é usada em larga escala para a produção de gáspeas de sapatilhas, como por exemplo a CosmiKnit (portuguesa), a Sneaknit (italiana), a Nike (produtos flyknit) e Adidas (produtos primeknit) e tem potencialidade para a customização e personalização. A Adidas em 2017 abriu uma loja em Berlim que produzia na hora vestuário personalizado feito por 3D knitting, no entanto apenas vendiam 10 camisolas por dia. Em 2019, da parceria entre a New balance e a Unmade surgiu a customização de um modelo tricotado. Em 2016 a JS Shoes depois de uma campanha no Kickstarter lança sapatos customizados e totalmente tricotados em 3D. No entanto, estes 3 casos já não se encontram disponíveis/ativos. [25][26][27][28]



Figura 11: Sapato da JS Shoe sem costuras. [23]



Figura 12: Sapato da JS Shoe sem costuras. [23]

O **corte e gravação a laser** é utilizada para criar marcações nos produtos pela remoção de material da superfície utilizando um laser, a partir de um ficheiro digital. As gravações não apresentam diferentes cores, mas geram os contrastes pela carbonização do material ao concentrar a energia nas áreas definidas. Para além de gravar, também permite cortar o material em formas personalizadas. Esta tecnologia pode ser utilizada numa grande variedade de materiais, sendo necessário adequar alguns parâmetros de processo como por exemplo a velocidade de movimento e a potência do laser. A Figura 13 mostra artigos de marcas como Nike e

Adidas, personalizados por gravação a laser. Também o corte a laser pode ser usado para cortar padrões personalizados em diferentes componentes de calçado, como mostrado na Figura 14.



Figura 13: Produtos das marcas Nike e Adidas personalizados por gravação laser. [29][30][31]



Figura 14: Calçado com designs intrincados e possíveis de personalizar, com componentes produzidos através do corte a laser. Marcas: Chloé, Jimmy Choo e Vans. [32]

A **Timbragem** é uma outra forma de gravar em alto ou baixo-relevo desenhos ou símbolos em superfícies, através da aplicação de pressão de um carimbo, por vezes sobre uma película no caso de se pretender timbrar com cor. Podem ser gravados a quente ou a frio, alterando o acabamento, bem como criar depressões ou impressões que podem mesmo variar em altura criando marcações mais complexas. Geralmente são usados para gravar logos, desenhos ou padrões personalizados, e iniciais. Usualmente são usados carimbos metálicos, mas também é possível utilizar a impressão 3D ou a maquinação CNC para os produzir, em metal ou outro material, de acordo com o custo e exigências necessárias ao processo. [33] A timbragem pode ainda ser usada com folhas metálicas e assim, enquanto se cria o relevo, pode-se adicionar uma componente estética, como mostrado na Figura 15.

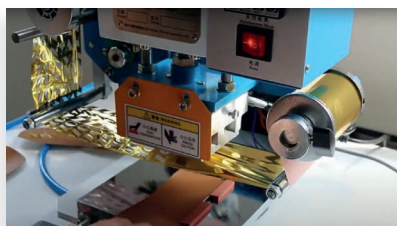


Figura 15: Exemplo de processo de timbragem com folha dourada. [34]

Este tipo de tecnologias e processos apresentados permitem a incorporação de desenhos e padrões de acordo com as preferências do consumidor em vários tipos de produtos. Podem ser usados em produção em massa, reproduzindo o mesmo desenho, mas são uma mais-valia quando são usados para gravar ou transferir marcações e desenhos personalizados e exclusivos. A personalização de produto também pode passar pela decoração de alto e baixo-relevo ou pela produção de ornamentos físicos tridimensionais que depois são unidos ao produto. Os processos de manufatura aditiva e subtrativa, como a **impressão 3D** - cria objetos adicionando material camada a camada, enquanto - e a **maquinação CNC** - produz o objeto ao retirar material a um bloco -, podem ser usados para personalização estética de produto, produzindo ornamentos em materiais plásticos, compostos, cerâmicos ou metálicos. Apesar de estas tecnologias estarem num estado de maturação industrial abaixo das anteriores, espera-se que rapidamente possam ser implementadas em diferentes indústrias, uma vez que contemplam um conjunto diverso de outras aplicações de interesse industrial, como a prototipagem e desenvolvimento de produto, bem como na produção de ferramentas de apoio à produção.

Na maior parte dos casos, os **sistemas CAD** estão associados a estas tecnologias permitindo obter maior precisão e detalhe, bem como otimizar o processo de personalização do ponto de vista digital. Adicionalmente, os sistemas CAD permitem manter um histórico de personalizações feitas bem como acelerar o processo de iteração entre o cliente e a empresa, promovendo o uso de modelos digitais.

Tal como apresentado na Tabela II, os exemplos mais proeminentes na personalização funcional na indústria do calçado são na produção de componentes, como palmilhas, ou calçado completo para aplicações médicas como por exemplo os ortopédicos.

| Tecnologia | Aplicações |
|----------------------|--|
| Impressão 3D | Produção de calçado médico Produção de palmilhas médicas |
| Maquinação CNC | Produção de palmilhas ortopédicas |
| Tricotagem 3D | Produção de componentes têxteis com gradação de propriedades para reabilitação |
| Corte laser | Corte de peças com tamanho e forma personalizada |
| Digitalização 3D | Digitalização de pés de pacientes para a |
| Sistemas CAD/CAM/CAE | Desenho de modelos virtuais de componentes e calçado médico e ortopédico Ajuste de modelos virtuais para produção de componentes e calçado médico e ortopédico Simulação do uso de componentes e calçado médico e ortopédico |

Tabela II: Aplicações de tecnologias para personalização funcional.

Para além da personalização estética, a **impressão 3D**, é também já usada para personalização funcional por empresas nos setores de componentes e calçado médico, facto potenciado pela maior vantagem desta tecnologia: elevada capacidade de personalização de produto. Também neste tipo de empresas é regular o uso de tecnologias de manufatura subtrativa, como **maquinação CNC**.

Estas tecnologias são já usadas por empresas especializadas na produção de componentes para calçado ortopédico. No entanto, algumas destas produções são ainda feitas em larga escala, não sendo necessariamente dedicada a cada paciente individualmente. Para que isto aconteça é necessária a aquisição de dados de cada pessoa, usualmente através da digitalização 3D de forma a criar os modelos virtuais dos pés do paciente. Ambos os tipos de manufatura são assistidos por sistemas CAD quer para a modelação quer para a preparação dos produtos.

Na **impressão 3D**, são frequentemente usados materiais termoplásticos e flexíveis, e uma das vantagens desta tecnologia está na possibilidade de alterar o interior dos produtos, permitindo criar geometrias reticuladas e zonas do produto com diferentes flexibilidades para estímulo das diferentes zonas do pé. Por exemplo, no desenho de palmilhas ortopédicas, a impressão 3D, possibilita o ajuste da rigidez e flexibilidade nas várias zonas da palmilha, de acordo com as indicações médicas, bem como criar geometrias de malha aberta que seriam impossíveis ou inviáveis de produzir pelos métodos tradicionais. A impressão 3D é um processo muito eficaz para este tipo de dispositivos, uma vez que cada pé é diferente e necessita de uma palmilha personalizada. As tecnologias de impressão 3D podem ainda ser aplicadas a diferentes materiais, sejam eles poliméricos ou compósitos, devendo ser composições adequadas para aplicações médicas.

No caso da **maquinação CNC** é usual o seu uso para maquinar blocos de espuma polimérica ou compósita para a produção de palmilhas ortopédicas. Entre as duas tecnologias, um aspeto diferenciador é a quantidade de resíduos, que é inerente às tecnologias de manufatura subtrativa, em oposição às tecnologias de manufatura aditiva.

Além da componente estética, a **Tricotagem 3D** permite também fabricar produtos com gradação de propriedades, isto é, produtos com diferentes propriedades em diferentes secções do mesmo, tratando-se assim de uma personalização funcional. Um exemplo é fabricar produtos com zonas de diferentes elasticidades para reabilitação motora em caso de lesão (Figura 16).



Figura 16: Meia produzida por tricotagem 3D, com zonas de diferentes elasticidades. [35]

A **tecnologia de corte a laser** pode também ser usada para produzir componentes cortados à medida, a partir de um modelo 2D virtual. No que toca à produção direta de componentes pode ser uma tecnologia limitada, por ser limitada a componentes planares, no entanto pode ser usada para produzir ferramentas de apoio à produção de objetos personalizados a nível funcional.

Adicionalmente a estas tecnologias, e como já referido anteriormente, a **digitalização 3D** e os **sistemas CAD/CAM/CAE** servem de grande apoio à produção de produtos altamente personalizados, principalmente nas áreas médicas e ortopédicas. No caso da digitalização 3D, é uma tecnologia fundamental no apoio à produção de componentes e calçado ortopédico personalizado a cada paciente, uma vez que é a ferramenta que permite adquirir os dados para o modelo virtual, específico para cada paciente. No caso dos sistemas CAD/CAM/CAE permitem o ajuste de modelos virtuais para a posterior produção, bem como a simulação dos produtos em condições de uso, como por exemplo, a simulação da distribuição de forças ao longo do produto em ambiente simulado de uso.

Tal como demonstrado no esquema da Figura 17, a Ortho Baltic faz a captura da forma do pé do paciente com recurso a scanners 3D, os dados são enviados e tratados segundo as especificações médicas e depois segue para a produção, onde são desenvolvidos os vários componentes de forma personalizada, usando tecnologias de impressão 3D [36]. Atualmente existem empresas como a Zellerfeld e a ATHOS (calçado específico para escalada) que combinam a digitalização com a impressão 3D para a produção de calçado personalizado integralmente por manufatura aditiva.

How it works?

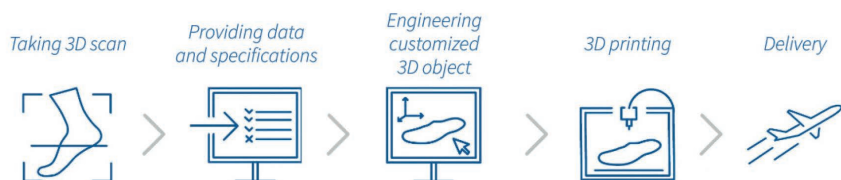


Figura 17: esquema da produção de produtos ortopédicos personalizados. [36]

Olhando para o conjunto de tecnologias aqui apresentadas, pode-se concluir que as tecnologias de Gravação a Laser, Impressão Digital, Tampografia, Bordadura, Sublimação, Serigrafia e Transferência Térmica são tecnologias mais direcionadas para a personalização estética, enquanto as tecnologias de Impressão

3D, Maquinação CNC e Tricotagem 3D podem ser usadas tanto para a personalização estética como funcional. No caso da Digitalização 3D e ferramentas CAE são aplicadas no apoio à personalização funcional, enquanto as ferramentas de CAD/CAM podem ser usadas em ambos os casos.

CASOS DE SUCESSO



No mercado do calçado existem várias marcas que apresentam opções para o cliente poder adaptar determinados modelos aos seus gostos e preferências, bem como ajustar componentes do sapato à forma do pé. Nesta secção estão expostos vários exemplos de marcas que aplicam a customização e personalização, estética e funcional nos seus produtos.

Customização e personalização estética

Existem vários exemplos de marcas que fazem customização e personalização estética em calçado, incluindo a Nike, Converse, Vans, entre outras. De forma geral, a customização nos produtos de calçado consiste na seleção de um conjunto de cores, materiais e formas por parte do cliente e a personalização permite criar uma maior individualização dos modelos ao colocar caracteres bordados e introduzir imagens e padrões concebidos pelo próprio cliente. Para que este processo seja mais intuitivo para o cliente são usadas plataformas/interfaces que permitem a fácil visualização do modelo em 3D e das alterações realizadas. Algumas plataformas permitem a visualização de vários perfis interativos do modelo, e outras permitem a rotação do modelo em 360 ° oferecendo uma interação mais imersiva do processo. Em ambos os casos, é possível seleccionar cada componente do calçado e escolher como se quer customizar e personalizar de acordo com a liberdade oferecida pelo fabricante.

Nike

A Nike apresenta uma seleção de sapatilhas, em "Nike by You" que, consoante o modelo é possível escolher uma seleção de cores, grafismos e materiais texturizados dos vários componentes da sapatilha e personalizar colocando caracteres e alterando logotipos. Um dos exemplos apresentados na Figura 18 é a customização de uma chuteira "Nike Gripknit Phantom GX Elite Dynamic Fit AG By You", em que permite a seleção não só de cores e grafismos de vários componentes, mas também o tipo da sola e forma da língua/boca. Para além disso permite a personalização da chuteira, substituindo no calcanhar e na risca lateral o logo por um grafismo de identificação pessoal até 7 caracteres alfanuméricos e no calcanhar optar ainda por escolher a bandeira de uma seleção. A Nike apresenta uma seleção de modelos em que se pode fazer a customização e personalização, e existem outros modelos de chuteiras que permitem diferenciar o par direito do par esquerdo.

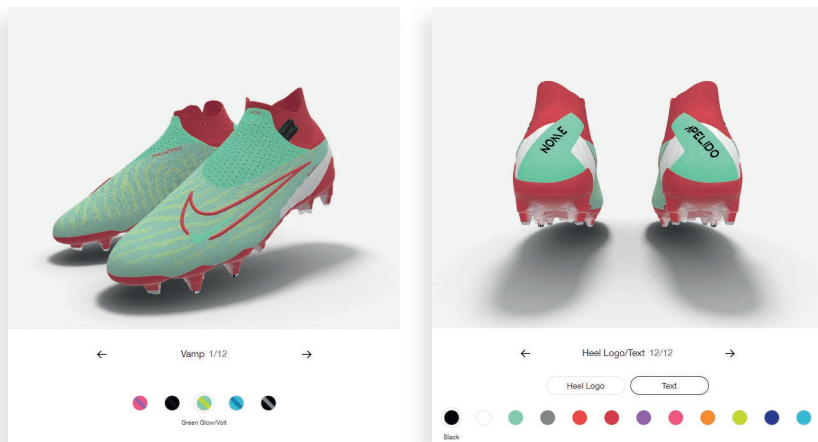


Figura 18: Interface de visualização e customização da Chuteira Gripknit Phantom. [37]

Vans

A Vans oferece ao cliente uma grande liberdade para customizar e personalizar 8 modelos diferentes de sapatilha, ao possibilitar a criação de designs e combinação de uma grande quantidade de opções, que facilitam a geração de modelos únicos.

Depois de escolher o modelo, nas “opções de estilo” o cliente pode adaptar a forma da sapatilha às suas preferências como por exemplo, modelo com materiais reciclados, solas plataforma, maior amortecimento, maior volume na gáspea com solas mais largas, entre outras. É possível colocar no calcanhar caracteres alfanuméricos bordados e na gáspea, a Vans permite escolher, combinar e criar padrões ou mesmo fazer o upload de imagens e desenhos personalizados que serão depois incorporados. O modo “Custom Checkboard” (Figura 19) gera o padrão xadrez, característico da marca, em que o cliente escolhe as cores dos quadra-

dos, que depois será incorporado em determinados modelos. Já o modo “Pattern Maker” (Figura 20) permite combinar dois tipos de padrões segundo uma seleção.

O modo “Add your image” oferece a possibilidade de incorporar imagens fornecidas pelo cliente na gáspea do sapato. Existem algumas limitações para a aceitação das imagens uma vez que devem estar livres de copyrights e trademarks e devem ser apropriadas a todas as idades.

Vans fornece ainda duas outras ferramentas que podem ajudar a inspirar a customização. Uma delas é o “randomize”, onde é gerado uma combinação aleatória, que depois pode ser alterada. Outra ferramenta é a “design it for me”, em que se selecionam 3 cores para referência e são geradas várias combinações, que o consumidor pode escolher e alterar.

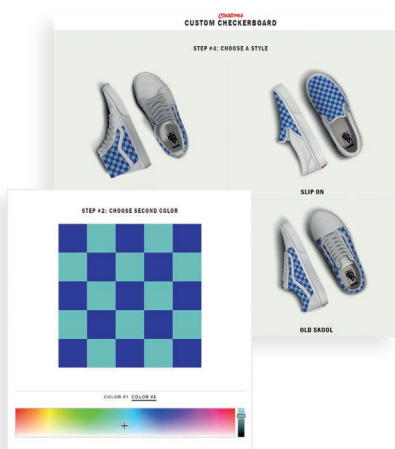


Figura 19: Criação de padrão xadrez e aplicação nos modelos no modo “Custom Checkboard”. [38]



Figura 20: Combinação de padrões no modo “Pattern Maker”. [39]

Diverge

A Diverge é uma marca portuguesa que se dedica a produzir sapatilhas customizadas. Cada par é feito à mão e a produção depende do tipo e volume de encomendas. Tal como está representado na Figura 21, o consumidor tem oportunidade de escolher os materiais e as cores de cada um dos componentes de cada um dos 11 modelos disponíveis. Tal como é feito nas outras marcas, a personalização consiste na colocação de caracteres alfanuméricos no calcanhar.

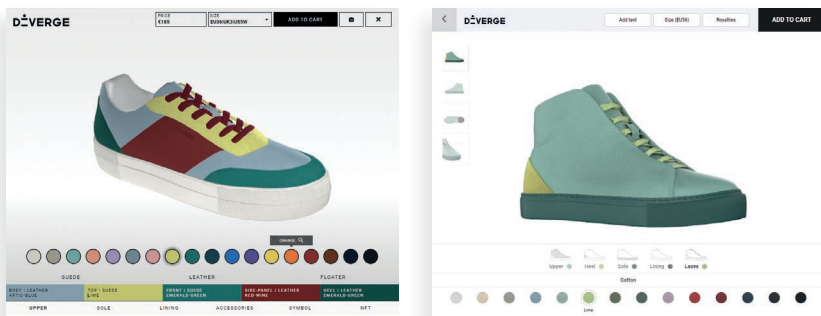


Figura 21: Interface de visualização e customização de sapatilhas Diverge. [40]

Mensagem veloz

Mensagem Veloz é um exemplo de uma empresa portuguesa que apresentam serviços de personalização recorrendo às tecnologias de impressão UV e Laser. Para além de fazer impressões e gravações numa grande variedade de materiais em peças a pedido do cliente, permite incorporar num sneaker branco um design fornecido pelo cliente (Figura 22).



Figura 22: Impressão UV em sneakers e em solas. [41]

Customização e personalização funcional

Nestes casos a personalização e a customização têm uma função a cumprir e de forma geral está associada à forma e postura do pé no interior do sapato. Alguma da personalização pode ser feita ao ajustar todo o sapato ao pé do utilizador, utilizando as formas adequadas. Outras passam pela personalização de alguns componentes, especialmente as palmilhas, que podem corrigir certas posições do pé ou apenas melhorar o conforto do cliente.

Nike

Os atletas profissionais patrocinados pela Nike, como Cristiano Ronaldo, Kylian Mbappé, Kevin De Bruyne entre outros, têm as suas chuteiras feitas à medida, personalizadas ao formato dos seus pés. A fábrica em Montebelluna tem centenas de formas com as especificações dos pés de grandes nomes do futebol e as chuteiras são feitas de forma personalizada por mestres artesãos e maquinaria especializada de forma a garantir os melhores resultados. [42]

Aertex

A Aertex é uma empresa americana líder em tecnologias de digitalização do pé e ortoses. Desenvolveram vários scanners 3D que permitem retirar as medidas do pé, fazem o mapeamento das pressões e tem um sistema de inteligência artificial que faz recomendações de calçado e ortoses. Têm disponíveis palmilhas customizáveis (Figura 23, esquerda), em que o cliente pode retirar da base cápsulas de gel, em determinados pontos de pressão. Para além disso, com os dados da digitalização e mapeamento utilizam a impressão 3D para criar palmilhas personalizadas com diferentes estruturas adaptadas a cada pé (Figura 23, direita).



Figura 23: Palmilha customizável e palmilha personalizada para impressão 3D. [43][44]

FitMyFoot

A FitMyFoot é uma empresa que produz, por impressão 3D, as componentes das palmilhas (Figura 24) e sandálias que se ajustam ao pé do cliente, em que a digitalização do pé é feita com recurso a uma aplicação de telemóvel. Para além disso, é possível colocar o nome na parte inferior, escolher a cor e padrão da sola e existe a possibilidade de incorporar fotos ou designs próprios.



Figura 24: Palmilha personalizada produzida por impressão 3D. [45]

Zellerfeld

A Zellerfeld é uma empresa alemã que se dedica a produzir sapatilhas personalizadas integralmente fabricadas em impressão 3D. Colabora com designers e empresas de moda que criam designs diferentes que depois se ajustam ao pé do consumidor. Através da digitalização do pé usando uma aplicação de telemóvel (Figura 25), pode-se encomendar uma sapatilha personalizadas produzidas por impressão 3D (Figura 26), com ajuste personalizado a cada pé. O valor das sapatilhas varia entre os 250\$ e os 350\$, e podem demorar cerca de 4 meses a entregar, uma vez que cada sapato pode necessitar de 40 horas para ser produzido. [46][47]



Figura 25: interface da aplicação da Zellerfeld.



Figura 26: Sapatilha HERON01 e PRÓTA. [48][49]



IMPLEMENTAÇÃO NA INDÚSTRIA





A customização e personalização em massa oferecem uma grande liberdade de escolha ao cliente, mas complexifica a linha de produção, sendo necessário criar sistemas de manufatura reconfiguráveis, de forma a serem capazes de se ajustar rapidamente o processo de produção de acordo com as necessidades. Na Figura 27 está representado um esquema de um fluxo produtivo dedicado a produtos customizados e personalizados. É fundamental a coordenação e ajuste das várias funções da empresa, não só a nível do marketing e da manufatura, mas também o I&D, cadeia de abastecimento e infraestruturas. Para se passar para uma tecnologia de personalização individual,

há necessidade de recolher informação relativa à personalização a ser feita, e avaliar a melhor forma de a introduzir na produção. Apesar de parecer um processo de implementação relativamente rápido, o mesmo apresenta desafios ao nível logístico para manter a rastreabilidade dos produtos individualizados ao longo da produção em massa, até ao envio para os clientes finais. A PlatformE é um exemplo de uma empresa portuguesa que se dedica a desenvolver o suporte digital a empresas que pretendam implementar customização e personalização, apoiando as atividades de criação, venda, gestão, produção e entrega.

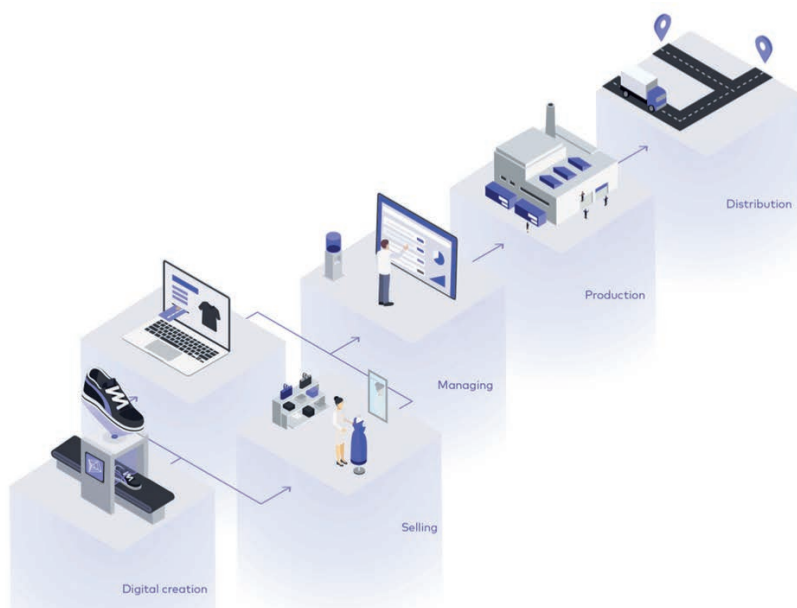


Figura 27: esquema de um fluxo produtivo dedicado a produtos customizados e personalizados. [50]

Numa fase inicial, como o cliente está a comprar um produto que ainda não existe, são necessárias ajudas visuais para permitir que o cliente interaja e compreenda as alterações e as ramificações das suas escolhas e alterações. A PlatformE apoia também este processo de criação, venda e as atividades de marketing em que são criadas imagens 3D hiper-realistas e animações dos produtos para o comércio online (interagem com o cliente).

Na produção foram desenvolvidos sistemas de módulos que são montados segundo a arquitetura da família de produto, combinando módulos comuns (partilhados ao longo da plataforma de produção), módulos de customização (permitem escolhas e combinações) e módulos de personalização (permitem ser parte ativa na criação).

A arquitetura da família de produto é um conceito importante usado na customização pois tem como objetivo o aumento do número de variações de produto, com menores variações na produção. Para isso o cliente combina as variações dos módulos comuns e módulos customizáveis, aumentando as diferenças entre produtos, que depois serão montados segundo a montagem predefinida pela família de produto. Esta variedade oferecida ao cliente complexifica a linha de produção, sendo necessário criar sistemas de manufatura reconfiguráveis, de forma a responder às várias combinações criadas. Pretende-se que estes sistemas consigam ajustar rapidamente o processo de produção de acordo com as necessidades. É também necessário ter em consideração o número de variáveis que se é dado a escolher ao cliente, bem como a gestão que tem de ser feita de for-

ma a controlar as variáveis introduzidas no processo. Quanto mais cedo for envolvido o consumidor, maior a individualização, mas isso afetará negativamente o tempo de espera e eficiência. Deve-se manter parte dos processos e montagens comuns e atrasar a introdução dos módulos variáveis, de maneira a diminuir os custos e aumentar a capacidade de resposta.

Com a personalização, os clientes podem colaborar no processo de criação de produtos novos, adequados às suas preferências e necessidades, levando à complexificação dos processos. Geralmente, para que isto aconteça o produto deve ter uma arquitetura de produto aberto sendo necessário uma plataforma de produção flexível que permita o uso de vários módulos - comuns, de personalização e de customização. Dependendo do tipo de produto, dos custos e manufatura, pode não ser necessário a utilização dos três módulos. É necessário garantir a resposta rápida criando um sistema flexível de montagem on-demand que permita personalizar os módulos e montá-los com outros módulos.

Como cada produto é diferente, é necessário manter o controlo apertado dos processos fazendo a recolha e gestão dos dados. O desenvolvimento de produtos customizados e personalizados minimizam o excesso de inventário e o desperdício, uma vez que não é necessário stock ao produzir sob encomenda. No entanto, a cadeia de abastecimento tem de ser eficiente, para garantir a entrega a tempo e reduzir os custos. Todos estes processos devem ser suportados por um sistema ciberfísico de forma a criar interfaces com o cliente, partilhar informação e realizar avaliações. [2][6]

CONCLUSÕES





Um estudo feito pela Deloitte em 2015 mostra que os consumidores tinham vontade para personalizar produtos e serviços e que empresas começavam a reconhecer o valor de permitir os clientes criar os seus próprios produtos. A tendência tem vindo a crescer e atualmente o foco está cada vez mais na personalização não só do produto/serviço, mas de toda a experiência com a marca. [51][52]

A personalização dos produtos traz benefícios para o consumidor, ao obter um produto adaptado às suas preferências e/ou uso e está disposto a pagar um preço superior. Estas alterações podem ser feitas com recurso a várias tecnologias de personalização, como corte e gravação a laser, impressão 3D, impressão digital, entre outras, em que os desenhos e formas podem ser alteradas consoante os pedidos. A implementação destas tecnologias implica adaptações na linha de produção, de forma a aumentar a variabilidade de produto e minimizar os custos. É também fundamental ter estratégias de comunicação e recolha de informação do cliente para que as suas necessidades e/ou gostos sejam satisfeitos.

REFERÊNCIAS

- [1] <https://www.metalshoefablab.pt/>
- [2] S. J. Hu, "Evolving paradigms of manufacturing: From mass production to mass customization and personalization," *Procedia CIRP*, vol. 7, pp. 3–8, 2013, doi: 10.1016/j.procir.2013.05.002.
- [3] I. Veza, M. Mladineo, and N. Gjeldum, *Production Networks and Partner Selection Problem*. 2013.
- [4] J. Spallek and D. Krause, "Process Types of Customisation and Personalisation in Design for Additive Manufacturing Applied to Vascular Models," *Procedia CIRP*, vol. 50, pp. 281–286, 2016, doi: 10.1016/j.procir.2016.05.022.
- [5] <https://www.nytimes.com/2020/03/18/business/customization-personalized-products.html>
- [6] <https://www.platforme.com/blog/industry-5-0-and-mass-customisation-the-future-of-production>
- [7] <https://www.yoprint.com/dtg-vs-dtf-printing-which-should-you-consider/>
- [8] <https://www.youtube.com/watch?v=ZCpjqm-B0Zw>
- [9] <https://www.printavo.com/blog/dtf-printing-vs-heat-transfers>
- [10] <https://www.youtube.com/watch?v=6G3FoY3Bur0>
- [11] <https://www.allprintheads.com/blogs/news/dtg-vs-dtf-vs-sublimation-what-are-the-differences>
- [12] <https://www.youtube.com/watch?v=igce0XCQw5I>
- [13] https://www.youtube.com/watch?v=9MLpy_XNbkg
- [14] <https://undergroundshirts.com/pages/screen-printing>
- [15] <https://zigzag-concept.lu/gb/blog/post/le-guide-de-la-serigraphie-sur-textile-personnalise.html>
- [16] <https://www.youtube.com/watch?v=vicNkwwuE80>

- [17] <https://www.youtube.com/watch?v=4AThDbT9oKQ>
- [18] <https://www.youtube.com/watch?v=e64Lwd85uqI>
- [19] https://www.youtube.com/watch?v=goCws4zS_co
- [20] <https://www.hsi.us/coloreel>
- [21] <https://www.cre8iveskill.com/services/coloreel-embroidery-digitizing>
- [22] <https://www.theguardian.com/technology/2015/mar/08/3d-knitting-weaving-spinning-printing>
- [23] <https://fashionunited.com/education/news/in-pictures-the-making-of-knitted-footwear-3d-printed-shoes/2017041415507>
- [24] <https://fabdesigns.com/is-3d-knitting-worth-it%3F-1>
- [25] <https://www.engadget.com/2017-03-21-adidas-will-knit-you-a-200-sweater-while-you-wait.html>
- [26] <https://www.knittingindustry.com/new-balance-and-unmade-launch-customizable-knitted-shoe/>
- [27] <https://www.unmade.com/case-studies/new-balance>
- [28] <https://www.knittingindustry.com/j-s-shoe-launches-fully-3d-knitted-shoe-2016/>
- [29] <https://thinklaser.com/casestudy/adidas-trainer/>
- [30] <https://thinklaser.com/casestudy/leather-shoe/>
- [31] <https://thinklaser.com/casestudy/shoe-dunklady/>
- [32] <https://www.goldenlaser.cc/solutions/laser-cutter-and-shoes-a-perfect-match>
- [33] <https://www.printingforless.com/resources/what-is-embossing-or-debossing/>
- [34] <https://www.youtube.com/watch?v=QB009KGb4J4>
- [35] <https://www.youtube.com/watch?v=-AxtchabmIw>

- [36] https://www.orthobaltic.eu/catalogues/3D_PRINTED_INSOLES_EN/mobile/index.html
- [37] <https://www.nike.com/pt/en/u/custom-nike-phantom-elite-dynamic-fit-by-you-10001413/6780736307>
- [38] <https://www.vans.com/en-us/customs?customsFlow=Customcheckerboard>
- [39] <https://www.vans.com/en-us/customs?customsFlow=Patternmaker>
- [40] <https://www.diverge-sneakers.com/collections/create-yours/products/start-with-a-white-canvas-1?variant=31964273934405>
- [41] <https://www.mensagemveloz.pt/portfolio.php?id=7>
- [42] <https://www.footyheadlines.com/2022/10/behind-scenes-in-montebelluna-crafting.html>
- [43] https://www.aetrex.com/customizable-orthotics-l2400-orthotics-L2400M.html?lang=en_US
- [44] https://www.aetrex.com/technology/3D-printing.html?lang=en_US
- [45] <https://fitmyfoot.com/pages/science>
- [46] <https://www.complex.com/sneakers/zellerfeld-3d-printed-shoes-heron-preston>
- [47] <https://3dprintingindustry.com/news/heron-preston-and-zellerfeld-launch-upgraded-3d-printed-heron01-sneaker-211975/>
- [48] <https://hypebeast.com/2022/7/heron-preston-zellerfeld-heron01-version-0-81-3d-printed-sneaker>
- [49] <https://www.mlln.io/>
- [50] <https://www.platforme.com/fashion-on-demand>
- [51] Deloitte, "The Deloitte Consumer Review: Made-to-order - The rise of mass personalisation," Deloitte Dev. LLC, pp. 1–20, 2019.
- [52] New research: Accelerate growth through CX personalization." Deloitte Digital, 2022.

Centro Tecnológico do Calçado de Portugal

Sede

Rua de Fundões - Devesa Velha
3700 - 121 S. João da Madeira
Tel. 256 830 950

Extensão

Rua Dr^a Luís Gonzaga da
Fonseca Moreira
Margaride
4610 - 117 Felgueiras
Tel. 255 312 146

geral@ctcp.pt
www.ctcp.pt

Outros volumes desta coleção:

- 1 - Marketing**
- 2 - Energia**
- 3 - Internacionalização**
- 4 - Novos Perfis do Calçado**
- 5 - Estratégia**
- 6 - Vendas e Negociação**
- 7 - Balanced Scorecard**
- 8 - Produção Lean**
- 9 - Marketing Verde**
- 10 - Responsabilidade Social**
- 11 - Propriedade Intelectual**
- 12 - Boas Práticas de Eficiência Energética**
- 13 - Organização da Produção**
- 14 - Orçamentação, Tesouraria e Custeio**
- 15 - Gestão da Qualidade, Ambiente, Segurança e Saúde no Trabalho [Sistema Integrado]**
- 16 - Gestão de Recursos Humanos**
- 17 - Legislação Laboral**
- 18 - Marketing Digital**
- 19 - A importância dos Estudos de Mercado na Inovação**
- 20 - Calçado e Inovação - KPIs no setor do Calçado**
- 21 - Métodos e Tempos**
- 22 - Gestão do Risco de Negócio**
- 23 - Gestão de Stocks**
- 24 - Guia prático de Presença Digital**
- 25 - Marketplaces B2B**



Cofinanciado por:



UNIÃO EUROPEIA

Fundo Europeu
de Desenvolvimento Regional