



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO MECÂNICA

JOSÉ NERI DE VASCONCELOS NETO

UTILIZAÇÃO DE MANUFATURA ADITIVA NA INDÚSTRIA DE CALÇADOS

FORTALEZA 2016

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

Universidade Federal do Ceará

Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

N364u Neri de Vasconcelos Neto, José.

Utilização de Manufatura aditiva na indústria de calçados / José Neri de Vasconcelos Neto. – 2016.

54 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Curso de Engenharia de Produção Mecânica, Fortaleza, 2016.

Orientação: Prof. Dr. José Belo Torres.

1. Manufatura aditiva. 2. Calçados. 3. Viabilidade técnica. 4. Viabilidade econômica.
I. Título.

CDD 658.5

JOSÉ NERI DE VASCONCELOS NETO

UTILIZAÇÃO DE MANUFATURA ADITIVA NA INDÚSTRIA DE CALÇADOS

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de Produção
Mecânica da Universidade Federal do Ceará, como requisito
parcial para obtenção do Título de Engenheiro de Produção

Orientador: Prof. José Belo Torres.

FORTALEZA 2016

UTILIZAÇÃO DE MANUFATURA ADITIVA NA INDÚSTRIA DE CALÇADOS

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de Produção Mecânica do Departamento de Engenharia de Produção da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro de Produção Mecânica.

Aprovada em ____/____/____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. José Belo Torres (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Profa. Me. Morgana Baratta Monteiro de Melo Nunes
Prof. Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. João Vitor Moccelin
Prof. Universidade Federal do Ceará (UFC)

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer a Deus por me proporcionar a vida que tenho, com uma família maravilhosa e cercado de amigos que me apoiam independente das circunstâncias.

Agradeço aos meus pais, que durante toda minha vida sempre se esforçaram para me fornecer a melhor educação possível, além darem todo o suporte necessário em todos os momentos. Agradeço às minhas irmãs, companheiras de todas as horas e minha namorada que demonstra até em meus momentos mais difíceis companheirismo e cumplicidade.

Quero expressar meu agradecimento aos amigos de curso e de intercâmbio, que me ajudaram a fazer da minha vida universitária um período marcante e de muitos aprendizados.

Por fim, agradeço aos meus professores que cumpriram tão bem sua missão de passar importantes ensinamentos.

Resumo

A indústria do calçado possui um mercado grande e com diversos segmentos. Apesar disso, ainda são poucas opções de calçados feitos sob medidas para clientes, de forma que muitos encontram dificuldades na hora de comprar sapatos ou sandálias novas. A proposta do presente trabalho é a utilização de novas tecnologias como impressora 3D e scanners de pé para fabricação de calçados customizados, atendendo as necessidades específicas do cliente, como cor, tamanho, modelo e necessidades ortopédicas. Essa proposta visa aproximar as empresas de seus clientes, criando um maior vínculo a partir da fabricação customizada por meio de manufatura aditiva. O trabalho possui uma fundamentação teórica onde são abordados assuntos relativos à indústria de calçados e manufatura aditiva. Além disso, um estudo de caso com o intuito de verificar a viabilidade técnica e econômica da utilização de manufatura aditiva para produção e comercialização de calçados customizados.

Palavras Chaves – Calçados, manufatura aditiva, customização, viabilidade técnica, viabilidade econômica.

Abstract

The Shoe Industry has a large market with many business segments. Nevertheless, there are few options of customized shoes produced with Customers measures, on that way, many customers face big challenges When They are looking for new shoes. The Proposal of this Present project is the use of new technologies like 3D Printer and foot scanners on the production of customized footwear, meeting the customers' requirements of color, size, model and orthopedic needs. This proposal has the goal to approach customers and companies, using the custom manufacture to create a bigger link between companies and customers. This project has a Theoretical Foundation where are Discussed matters related to industry Footwear and additive manufacturing. In Addition, the case study trying to VERIFY the Technical and economic feasibility of using additive manufacturing for production and sale of customized shoes.

Keywords – Shoes, additive manufacturing, customization, technical feasibility, economic feasibility.

Lista de Ilustrações, Gráficos e Quadros

Figura 1: Mapeamento do Processo de análise de viabilidade técnica.....	15
Quadro 1: Principais Marcas de calçados.....	18
Quadro 2: <i>Lead time</i> para fabricação de calçados.....	19
Figura 2: Benefícios da customização de Produtos.....	22
Figura 3: Medidas de interesse do pé.....	24
Figura 4: Exemplo de scanner 3D para pés – DplusFoot.....	25
Figura 5: Consumidores Brasileiros na Internet.....	26
Figura 6: Esquema de funcionamento da FDM.....	29
Figura 7: - O processo de SLS (Esquema de funcionamento).....	30
Figura 8: - Esquema de funcionamento método Polyjet.....	31
Figura 9 – Material Tango Plus.....	34
Quadro 3: Métodos de impressão e requisitos mínimos.....	35
Quadro 4: Medidas dos pés, desenho virtual e sandália impressa.....	37
Figura 10: Projeto da sandália no Inventor software.....	38
Figura 11: Sandália feito na impressora 3D.....	39
Gráfico 1: Primeira pergunta da pesquisa de mercado.....	40
Gráfico 2: Segunda pergunta da pesquisa de mercado.....	41
Gráfico 3: Terceira pergunta da pesquisa de mercado.....	41
Gráfico 4: Quarta pergunta da pesquisa de mercado.....	42
Gráfico 5: Quinta pergunta da pesquisa de mercado.....	42
Figura 12: Mapeamento de processo da possível Comercialização.....	44
Quadro 5: Investimento Inicial.....	45
Quadro 6: Depreciação e valor residual.....	46
Quadro 7: Custos e despesas operacionais.....	46
Quadro 8: Fluxo de caixa antes do imposto de renda.....	47
Quadro 9: Imposto de renda e depreciação.....	48
Quadro 10: Custos fixos e variáveis.....	49

SUMÁRIO

Capítulo 1 – INTRODUÇÃO.....	10
1.1 Considerações Iniciais.....	10
1.2 Objetivos.....	11
1.2.1 Objetivo geral.....	11
1.2.2 Objetivos específicos.....	11
1.3 Justificativa do trabalho.....	11
1.4 Limitações do trabalho.....	11
1.4.1 Limitações relacionadas à revisão bibliográfica.....	12
1.4.2 Limitações relacionadas com o estudo de caso.....	12
Capítulo 2 – METODOLOGIA.....	13
Capítulo 3 – FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	17
3.1 Histórico da indústria de calçados.....	17
3.2 <i>Lead Time</i> na Indústria dos calçados.....	19
3.3 Características gerais da Indústria de calçados.....	20
3.4 Produção Customizada.....	21
3.5 Scanner 3D e 2D de pé.....	23
3.5.1 Exemplo de uso de scanner 3D.....	24
3.6 <i>E-commerce/comércio eletrônico</i>	25
3.7 Manufatura aditiva.....	27
3.7.1 Utilidades e evolução da manufatura aditiva.....	28
3.7.2 Métodos de Impressão 3D.....	29
3.8 Análise de viabilidade econômica.....	31
Capítulo 4 – ESTUDO DE CASO.....	33
4.1 Análise de viabilidade técnica.....	33
4.1.1 Escolha do modelo de calçado.....	33
4.1.2 Escolha do material e método de impressão.....	33
4.1.3 Medidas dos pés para modelo virtual.....	36
4.1.4 Resultado final da análise de viabilidade técnica.....	38
4.2 Análise de viabilidade econômica.....	39
4.2.1 Pesquisa de mercado.....	39
4.2.2 Sugestão de possível comercialização.....	43
4.2.3 Demanda mínima e outros índices tradicionais de análise.....	45

4.3 Considerações finais sobre o estudo de caso.....	50
Capítulo 5 – CONCLUSÃO.....	51
Capítulo 6 – REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO.....	53

Capítulo 1 – INTRODUÇÃO

Neste presente capítulo, é feita uma introdução que possibilitará uma melhor compreensão do trabalho, de maneira que será descrito o contexto, enfatizando-se a problemática inserida assim como o objetivo geral e os objetivos específicos para o estudo de caso proposto.

1.1 – CONSIDERAÇÕES INICIAIS

De acordo com Spínola (2008), a cadeia de suprimentos na indústria calçadista enfrenta diferentes desafios constantemente. Em primeiro lugar, a variedade ininterrupta, mudando a demanda e os produtos a cada temporada. Além disso, para que não falte produtos para os clientes, um grande número de modelos e de diferentes tamanhos tem que estar sempre nas prateleiras das lojas.

Uma das soluções alternativas para esses problemas pode ser a venda de calçados customizados, de modo que cada cliente possa criar seu modelo favorito e tenha esse modelo fabricado a partir das medidas de seus pés.

A estratégia de customização em massa está relacionada à capacidade de oferecer rapidamente bens ou serviços customizados (personalizados), em grandes volumes, a custos similares aos de produtos padronizados e disponibilizados por meio da produção em massa (SILVEIRA; BORENSTEIN; FLOGLIATTO, 2001).

A maneira pensada neste trabalho para conseguir a produção de calçados customizados de forma rápida, e com alto grau de precisão, foi o uso de tecnologias inovadoras, como scanners e impressoras 3D.

A impressão 3D é o nome comumente dado ao processo de deposição em camadas de material plástico, até formar um artefato tridimensional. O processo de impressão utiliza materiais plásticos, resinas, foto polímeros e alguns metais específicos dependendo da tecnologia empregada (VOLPATO, et al. 2007). Manufatura aditiva seria um nome mais técnico para esse processo.

Esse objeto criado a partir da impressora 3D, tem que primeiramente partir de uma imagem virtual criada por um computador. Por isso a importância dos scanners 2D e 3D neste trabalho, que tem a capacidade de em segundos criar uma imagem virtual dos pés com todas as medidas, facilitando a criação do desenho de um calçado customizado.

Este referente trabalho foi proposto de acordo com o seguinte problema: Provar a viabilidade técnica da utilização de scanners 3D e manufatura aditiva para produção e venda de calçados customizados, além de estimar uma demanda mínima necessária para viabilizar uma empresa que trabalhasse com essa tecnologia.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

Provar a viabilidade técnica e econômica da utilização de manufatura aditiva para produção e comercialização de calçados customizados

1.2.2 Objetivos específicos

Os objetivos específicos são:

a) Aumentar a velocidade que produtos customizados são feitos a partir do uso de tecnologia de Manufatura aditiva.

b) Utilizar scanners 3D para ter alto grau de precisão das medidas dos pés no momento de fazer o desenho virtual do calçado que será impresso.

c) Propor uma forma de Venda pela internet para os calçados customizados fabricados a partir de manufatura aditiva.

d) Estimar uma demanda mínima necessária para uma empresa que utilize este tipo de tecnologia.

1.3 JUSTIFICATIVA DO TRABALHO

A customização de produtos, além de ser uma maneira de garantir aos clientes um produto com especificações que irão satisfazê-lo, visto que serão feitos sob medida, aumenta o vínculo empresa/cliente. O uso de novas tecnologias como scanners e impressoras 3D podem facilitar muito isso, aumentando a velocidade que isso ocorre e o grau de precisão na hora da fabricação do produto customizado. A utilização de novas tecnologias pode ser uma maneira de se sobressair em um mercado que possui tantas empresas de grande porte disputando clientes em diversos segmentos, como nike, adidas, havaianas, crocs, dentre outras.

1.4 LIMITAÇÕES DO TRABALHO

Este capítulo mostra quais as principais limitações e dificuldades enfrentados durante este trabalho para que se alcançasse os objetivos desejados.

1.4.1 Limitações Relacionadas à Revisão Bibliográfica

As principais fontes desse trabalho foram artigos publicados e websites. Por ser um assunto novo, poucos livros publicados estavam disponíveis para serem usados como Referência bibliográfica, desse modo, livros foram usados em menor escala.

Além disso, muitas das tecnologias de impressão 3D são patenteadas por algumas marcas, com isso algumas informações não são encontradas tão facilmente fora do próprio site das empresas que tem a patente dessas tecnologias.

1.4.2 Limitações Relacionadas ao estudo de caso

Durante a análise de viabilidade técnica do estudo de caso, a única impressora 3D disponível no Illinois Institute of Technology, não suportava o método e material escolhidos para impressão da sandália customizada. Desse modo, foi necessário a terceirização da fabricação do produto em uma empresa de impressão 3D, ficando bem mais complicado o cálculo do custo de produção para uma empresa que possua esse tipo de tecnologia, visto que essa empresa não passou os seus custos detalhados para a impressão da sandália. Durante a análise de viabilidade financeira, alguns dos dados tiveram que ser estimados por conta da falta de informações de alguns valores, que não foram encontrados na bibliografia e nem repassados por empresas especializadas em impressão 3D.

Capítulo 2 - METODOLOGIA

A análise terá início com uma abordagem bibliográfica que tem como função, dar fundamentação teórica para a realização do estudo. Esse referencial aborda assuntos referentes ao histórico da indústria de calçados e seu processo de manufatura atual, importância da customização de produtos, uso de scanners 2D e 3D, impressora 3D (ou manufatura aditiva), e-commerce (comércio eletrônico) e análise de viabilidade econômica. Foram utilizados como fonte de pesquisa artigos, livros, páginas da *web* e material institucional de empresas que trabalham com manufatura aditiva.

Quanto à abordagem, esse trabalho realizou em diversos momentos pesquisa qualitativa, que de acordo com Goldenberg (1997), não se preocupa com representatividade numérica, mas, sim, com o aprofundamento da compreensão de um grupo social, de uma organização, etc. Porém, em alguns momentos a abordagem foi de pesquisa quantitativa, que como esclarece Fonseca (2002), as amostras geralmente são grandes e consideradas representativas da população, os resultados são tomados como se constituíssem um retrato real de toda a população alvo da pesquisa.

Quanto à natureza, pode-se apontar esse trabalho como uma pesquisa prática que visa gerar conhecimentos para aplicação prática, dirigidos à solução de problemas específicos.

Quanto aos procedimentos, foi realizado um Estudo de Caso, na Illinois Institute of Technology, que se dividiu em dois momentos. Inicialmente foi realizado um estudo de viabilidade técnica, que se utilizou de pesquisas qualitativas, onde as informações foram obtidas a partir de empresas especializadas em impressão 3D e também de marcas conhecidas da indústria de calçados. Na análise de viabilidade técnica uma sandália customizada foi fabricada por impressão 3D. A pesquisa qualitativa realizada ajudou na decisão de métodos de impressão e material utilizado. A sandália foi feita baseada nos pés de uma modelo. Inicialmente foi decidido que seria impresso uma sandália feminina para uso cotidiano.

Após ter o método de impressão e material escolhidos, as medidas dos pés da modelo foram tirados a partir de um scanner 3D, permitindo que se obtivesse as medidas necessárias para a criação do desenho virtual necessário para o processo de manufatura aditiva. O desenho foi feito usando-se o inventor software. Foi

necessário a produção do produto em uma empresa especializada, pois na Universidade a Impressora 3D disponível não utilizava o método de impressão e material escolhidos.

Pode-se considerar que os seguintes passos foram seguidos durante o estudo de caso:

- 1- Escolha do modelo da sandália, pensando em uma possível comercialização da sandália impressa.
- 2- Escolha do método de impressão e material a serem utilizados, a partir de uma pesquisa qualitativa.
- 3- Medição do tamanho dos pés da modelo, a partir de um scanner 3D localizado nas lojas Walgreens.
- 4- Com as medidas dos pés, produção do desenho virtual, a partir do inventor software.
- 5- Envio do desenho virtual para uma empresa de manufatura aditiva, onde a sandália foi impressa.
- 6- Produto recebido pelo correio 3 dias depois do pedido.

A partir do estudo de caso, foi proposto um modelo de venda para as sandálias customizadas que fossem produzidas a partir de manufatura aditiva.

A figura 1 mostra a modelagem do processo para se produzir uma sandália customizada da maneira como ocorreu na análise de viabilidade técnica, utilizando Business Process Model and Notation (BPMN).

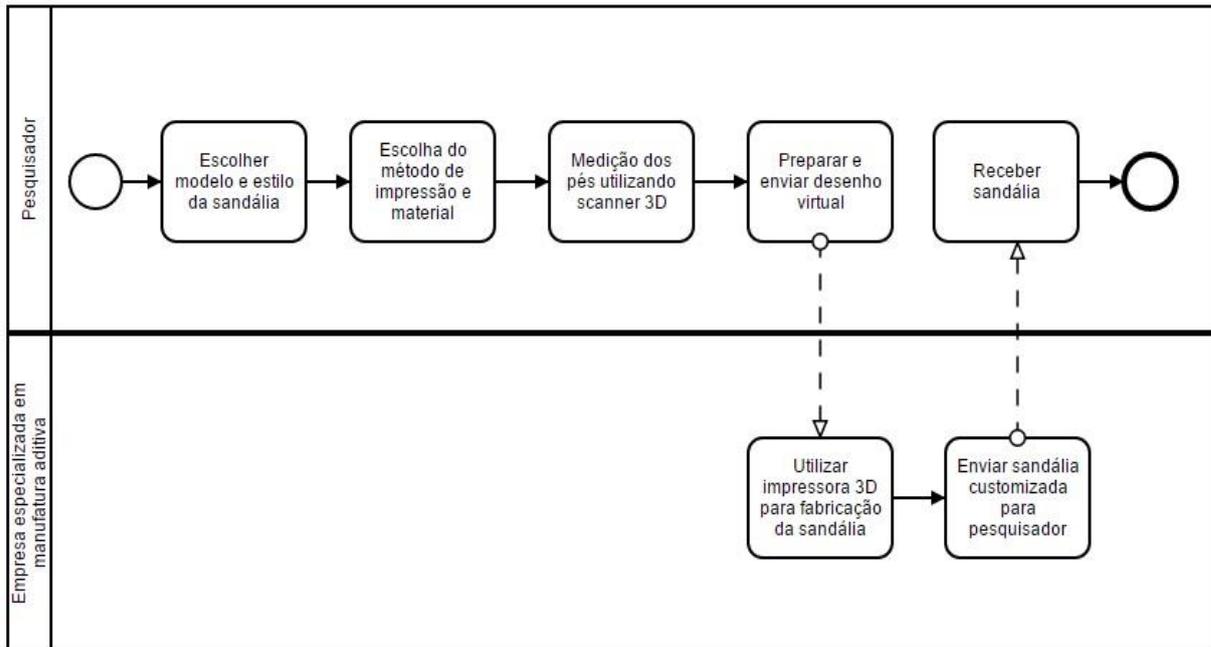


Figura 1: Mapeamento do Processo de análise de viabilidade técnica
Fonte: Autoria Própria

Com a comprovação da viabilidade técnica da utilização de manufatura aditiva para produção de calçados customizados, foi realizado um estudo de viabilidade econômica para possíveis investidores interessados em comercializar produtos fabricados com essa tecnologia.

A análise de viabilidade econômica foi dividida em três momentos: Inicialmente uma proposta de comercialização, onde foi explicado como seria a venda das sandálias customizadas. Em um segundo momento foi realizado uma pesquisa quantitativa, onde foi feita uma pesquisa de mercado para verificar a aceitação que esse produto teria no mercado, além de definir principais aspectos do produto e o preço que os potenciais clientes aceitariam pagar. Para encerrar, foi feito uma estimativa de fluxo de caixa e demanda mínima necessária para uma empresa que utilizasse esse tipo de tecnologia e o processo de vendas proposto nesse trabalho.

Pode-se dizer que a análise de viabilidade econômica seguiu os seguintes passos:

- 1 – Proposta de comercialização com explicação de como ocorreria as vendas desse produto.
- 2 – Pesquisa de mercado com intenção de diminuir incertezas relacionadas com a aceitação desse produto.

- 3 – Estimativa de demanda mínima necessária e fluxo de caixa para uma empresa que trabalhasse com esse produto e esse tipo de comercialização.

Capítulo 3 – FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 – HISTÓRICO DA IDÚSTRIA DE CALÇADOS

Desde as primeiras civilizações que a humanidade procura maneiras de proteger e vestir seus pés. Pesquisas demonstram que o calçado surgiu no final do período paleolítico entre os anos de 12.000 a.C e 15.000 a.C. Pinturas em cavernas da Espanha e sul da França fazem referências ao calçado, uma espécie de bota primitiva de pele, outros em modelos de sandálias (MCDOWELL, 1994).

Ferreira (2010) afirma que o homem primitivo utilizava couro cru, madeira, palha e tecidos para proteger os pés e que a montagem dos calçados era bem simples.

Choklat (2012) recorda que alguns dos calçados mais antigos encontrados no mundo – que datam cerca de 9.500 anos – são modelos fechados e baixos, com cordas trançadas e com aparência “surpreendentemente moderna”.

Além de proteção aos pés, com o tempo os calçados também passaram a ser uma forma de diferenciação social. Para Ferreira (2010), pode-se concluir que civilizações da Antiguidade, como a dos egípcios, já utilizavam do artefato como um diferenciador social. Apenas os mais abastados usavam sandálias com joias incrustadas, como o faraó e sua rainha; os pobres e escravos andavam descalços. Durante a idade média, os sapatos eram cada vez mais uma maneira para os homens demonstrarem poder, dinheiro e luxo.

De acordo com Novaes (2006) a partir dos meados de 1900, os sapatos deixaram de ser fabricados por simples artesãos e surgiu o novo personagem da moda, o sapateiro, e/ou melhor ainda, o designer de sapatos. No que diz respeito a design, neste século surgiram inúmeras possibilidades de saltos e propostas de sapatos, sapatilhas, sandálias, mules e botas, entre outras.

Para Ferreira (2010) é possível identificar os calçados como cultura material e objeto que comunica os desejos, valores e anseios intrínsecos das sociedades. E a indústria cada vez mais, produz por meio do design, atrações e tentações, satisfazendo momentaneamente os desejos do consumidor moderno.

As empresas que trabalham com a produção de sapatos devem ter vários desafios durante os próximos anos. Cada vez mais os clientes estão exigindo produtos inovadores e de mais qualidade.

Mais recentemente surgiu a necessidade de calçados específicos para atletas, fazendo com que essa indústria ganhasse um novo segmento, de onde vem as maiores marcas de hoje em dia.

É importante entender o que as principais empresas do ramo de calçados vem fazendo durante os últimos anos para melhor compreensão desse ramo industrial. Para Puri (2013), atualmente existem seis empresas que dominam esse setor: Nike, Reebok, Adidas, Fila, Converse and New Balance.

Estas empresas têm as suas instalações localizadas nacional e internacionalmente. Hoje em dia as mais importantes dessas fábricas estão adotando uma estratégia de outsourcing, colocando suas instalações em diferentes países, especialmente nos países do terceiro mundo, localizados na Ásia . O quadro 1 mostra como as principais empresas de calçado operam hoje.

	Nike	Reebok	Reebok
Quota de mercado	39.2%	15.1%	10.9%
Estratégia	Estratégia de terceirização.	Operação dentro dos EUA (Durante as décadas de 60 e 70) e estratégia de terceirização hoje em dia.	Estratégia de terceirização.
Local de Fabricação	Ásia	Alemanha durante anos 60 e 70. Asia hoje em dia.	Ásia

Quadro 1: Principais Marcas de calçados

Fonte: "Analysis on Footwear Industry." *Analysis on Footwear Industry*. N.p., 03 Mar. 2013. Web. 05 Julho 2015.

De acordo com Van Dusen (1998), "no ambiente global de hoje, a estratégia de produção estrategicamente mais viável é a terceirização de seus produtos. Os ganhos que são obtidos , sob a forma de transferência de risco, requisitos de capital reduzidos, salários mais baixos e capacidade de se concentrar em suas competências

essenciais, superam fortemente todas as outras opções de produção." Produzindo na China, por exemplo, a empresa terá um mercado de um tamanho que vai ser difícil de encontrar em qualquer outra parte do mundo, visto que a população desse país passa de 1 Bilhão de pessoas e irá conseguir muitas vantagens como redução de custos operacionais, custos trabalhistas, impostos e custos ambientais.

3.2 LEAD TIME NA INDÚSTRIA DOS CALÇADOS

A maneira como a indústria dos sapatos funciona pode ser bem mais complexa do que se imagina. De acordo com Van Dunsen (1998), para as principais marcas do mundo, por exemplo, o design costuma ser totalmente feito nos EUA, enquanto o processo industrial costuma ocorrer na Ásia. Leva muitos dias desde o desenvolvimento de calçados até a sua fabricação. Este processo é complicado, já que são várias etapas em diferentes locais ao longo de toda a cadeia. Há um exemplo sobre quanto tempo leva para produzir na China. Os tempos de produção são estimadas no quadro a seguir. É possível concluir que um calçado de uma grande marca comprado nos EUA, leva pelo menos 46 dias para ser produzido na Ásia, enviado e chegar ao consumidor americano. Os tempos de produção são estimadas no quadro 2.

Resumo do Lead Time	
FASE	DURAÇÃO
Produção de ferramentaria	0 – 60 dias
Tempo Geral de produção.	30 – 60 dias
Controle de qualidade e Testes de conformidade.	Inspeção de Qualidade: 3 – 5 dias Testes de Qualidade: 7 – 20 dias
Envio	Transporte em terra (China): 1 – 3 dias Transporte por mar: 7 – 33 dias Transporte (Ar): 4 – 10 dias Tansporte terra (Local): 1 – 2 dias
Total	46 – 180 dias

Quadro 2: *Lead time* para fabricação de calçados
Fonte: Fredrik Grönkvist *in Import Strategies, Shipping & Logistics*

Um dos objetivos de uma produção enxuta é a redução do lead time e de custos de estoques. A situação em geral requer um tempo grande de desenvolvimento e

produção de um calçado e um alto nível de estoques nos centros de distribuição para garantir a entrega dos calçados para os clientes em modelos e tamanhos necessários.

3.3 CARACTERÍSTICAS GERAIS DA INDÚSTRIA DE CALÇADOS

A indústria calçadista brasileira de forma geral caracteriza-se pelo uso intensivo de mão-de-obra, grande quantidade de empresas de pequeno porte e baixo grau de inovação tecnológica (SPÍNOLA 2008). Além disso, são poucas as barreiras de entrada e saída neste mercado.

Desde a década de 90, foi facilitada a entrada de produtos importados no mercado brasileiro de calçados. De acordo com Francischini (2003), se intensificou assim a preocupação com qualidade, preço e design, entre outras, tendo esses fatores grande importância como meio de sobrevivência no novo ambiente competitivo.

Os segmentos desse mercado são variados, como calçados esportivos, de segurança, femininos, masculinos, sociais, casuais, dentre outros. Nota-se que os insumos e o processo de produção variam de acordo com o produto final.

Para Zorn (2007) os calçados podem ser classificados quanto:

- Ao público-alvo: calçados masculinos, femininos e infantis;
- Ao tipo de cabedal: calçados abertos ou fechados;
- Ao uso que se destinam: calçados sociais, esportivos, de segurança de trabalho, de praia, para trekking, entre outros;
- Quanto ao modelo: mocassim, tênis, bota, scarpin, chanel, sandália, chinelo, Luis XV, inglês, napolitano, entre outros.

A matéria prima dessa cadeia pode variar bastante dependendo do segmento de calçados a ser produzido. Porém, o mais comum é que o couro seja o principal insumo na fabricação.

De acordo com Zorn (2007) em um calçado, em média, pode-se encontrar aproximadamente 20 a 25 partes ou componentes e, dividido em parte superior, o cabedal e de uma parte inferior, o solado.

Em um processo de fabricação de um típico sapato social, utilizando-se couro como principal insumo, as principais etapas do processo costumam ser corte, costura, pré fabricado, montagem e acabamento.

Os setores de corte e costuram costumam estar relacionados com a parte superior do calçado. Já o pré fabricado costuma ser responsável pela construção da parte inferior do calçado.

No setor de montagem são unidos os componentes previamente confeccionados para que se forme um calçado inteiro. Após isso, é o momento da fase de acabamento.

A transformação cultural das fábricas de calçados é fundamental para que se mantenham e consigam se sobressair diante da globalização, buscando alternativas para diferenciar seu produto e conseguir combater a concorrência internacional, com uma produção mais enxuta e rentável. (ZORN, 2007).

3.4 PRODUÇÃO CUSTOMIZADA

Enquanto a produção voltada para a variedade procura atender os desejos dos consumidores através do maior número possível de opções, a Customização em Massa tenta atingir o mesmo objetivo, mas de maneira individual, criando um único produto por consumidor.

Para Machado (2005), os fabricantes nacionais de calçados parecem usar medidas-padrão (comprimento, largura, circunferência) muito antigas para atender todo o mercado. As medidas médias dos pés das pessoas mudaram ao longo das gerações e as empresas têm empreendido poucos esforços para identificar, o resultado dessas mudanças.

Um cliente que compra produtos customizados de forma online costuma se tornar mais fiel aquela empresa. Esses clientes passam a visitar de forma mais frequente o website da marca, ficam mais tempo online nesse website e tem a tendência de comprar mais vezes e costumam comprar em média produtos mais caros. (SPAULDING, 2013).

A figura 2 mostra a fidelização dos clientes que compram peças customizadas de forma online.

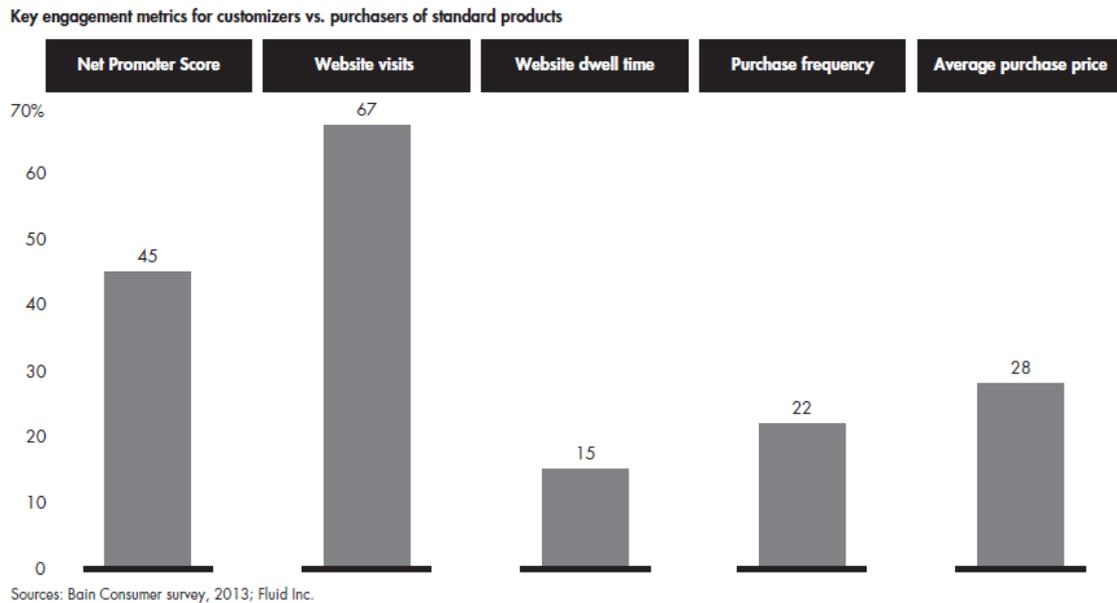


Figura 2: Benefícios da customização de Produtos

Fonte: Spaulding, Elizabeth, and Christopher Perry - *Bain Brief*. N.p., 16 Sept. 2013. Web. 20 Julho.

A figura mostra que número de visitas em website, frequência de compra, média de preço das compras e o tempo que o cliente passa no website da empresa tendem a aumentar depois que esse faz alguma compra de produto customizado.

Todos os dias milhares de clientes saem para lojas a procura de um novo par de sapatos, porém muitas vezes essa atividade não é tão fácil como deveria ser. Várias dificuldades costumam acontecer quando esses consumidores estão nas compras e muitas vezes impedem que empresas consigam vender seus calçados. Indisponibilidade de tamanhos, estilos de sapatos que não agradam, desconforto causado pelo modelo do calçado são apenas alguns desses vários problemas existentes.

No momento em que uma empresa de calçados cria um sapato feito especialmente para o cliente, usando suas medidas, cores favoritas e estilo de sua preferência, o vínculo entre a empresa e o cliente é fortalecido, ela faz com que o consumidor se sinta valorizado por essa empresa. Além disso, o cliente não vai passar por situações ruins como não encontrar o seu tamanho ou modelo preferido. Outras vantagens como a conveniência de que o comprador não necessita experimentar vários sapatos e ter o poder de modificar o produto de qualquer maneira que ele quiser são apenas alguns exemplos de como pode ser agradável o processo de customização para o cliente.

Uma das maneiras de se customizar um produto é a partir de modularização. A modularização Consiste num método de projeto do produto no qual o mesmo é montado de diferentes formas, a partir de um conjunto de partes constituintes padronizadas. Esse conceito apresenta uma variedade de ramificações não pertencendo apenas uma área do conhecimento, ou seja, é interdisciplinar (KUBOTA; MIGUEL, 2013).

Um dos tipos de modularização é a modularização do projeto. Nessa abordagem, é possível ampliar a variedade de produtos ofertados e permite que os criem famílias de componentes que compartilhem características comuns – reduzindo custos de desenvolvimento para a próxima geração de produtos, promovendo a continuidade. (KUBOTA; MIGUEL, 2013).

3.5 SCANNER 3D E 2D DE PÉ

O conhecimento sobre as dimensões do pé humano e a distribuição de pressão plantar é de importância crucial para o desenvolvimento de fôrmas para calçados. Contudo, não existem informações confiáveis sobre as dimensões dos pés da população brasileira, gerando não conformidade para o produto nacional em relação ao mercado. (BEZ, 2012)

“O Scanner 3D de pés pode contribuir para fabricação customizada de sapatos ao capturar a forma tridimensional dos pés humanos, criando-se um molde 3D dos pés” (FRANCAD, INC). Ele fornece flexibilidade para o negócio , oferecendo sapatos para os clientes que precisam de algum pedido especial.

Existem dois tipos mais comuns de scanners dos pés. O primeiro é o scanner 3D, que dar as medidas e dimensões dos pés, além de fornecer uma imagem 3D do objeto, no caso o pé, scaneado.

Algumas das medidas possíveis de se obter com um scanner 3D normalmente são: Comprimento do pé, largura do retopé e largura do antepé e altura do antepé. (BEZ,2012).

O segundo tipo de Scanner é o Scanner Plantar 2D. Esse tem como principal utilidade passar além das medidas dos pés, analisar a postura e os pontos de contato da base plantar dos pés (FRANCAD, INC). Com isso, o solado do calçado pode ser

ajustado para um calce ideal para esses pés. A figura 3 mostra algumas das medidas que podem ser conhecidas com a utilização de um scanner 3D.

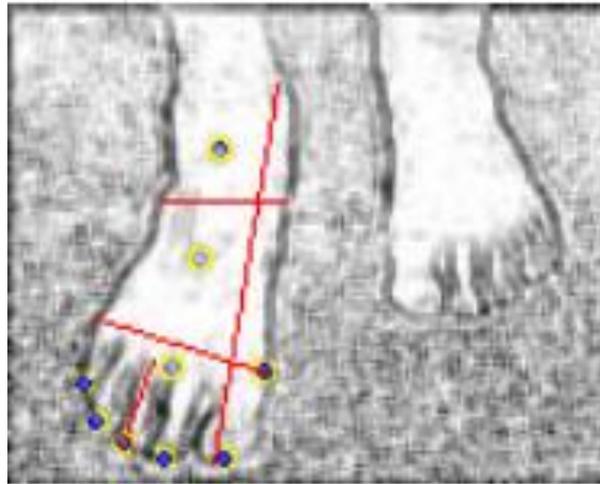


Figura 3: Medidas de interesse do pé.
 Fonte: Diligitalizador 3D para Imagens antropometricas do pé (2016).

Para se ter uma visualização completa do pé e ser possível fabricar calçados ideais para alguém que use esses tipos de scanners, o ideal seria a utilização dos 2 tipos em conjunto, de modo que as medidas e os pontos de contatos dos pés com o chão possam ser analisados.

3.5.1 Exemplo de uso de scanner 3D

Para se ter uma melhor ideia de como se utiliza um scanner 3D de pés é necessário ver o funcionamento de um modelo típico de scanner.

O dPlusFoot é um sistema de digitalização óptico sem contato que inclui o equipamento de digitalização dPlus, um suporte especial de posicionamento, adaptado para a digitalização fácil e rápida de pés e o software de controle. (REVERSE INC, 2016).

É um típico aparelho de scanner 3D para empresas de calçados que buscam fazer sapatos ou sandálias com o melhor ajuste possível para os pés de cada cliente.

A tecnologia utilizada baseia-se na projeção de padrões de luz estruturada e análise das reflexões na superfície do objeto, por uma câmara de alta resolução, com algoritmos patenteados pela Reverse. (REVERSE INC 2016).

Os sensores devem estar em posições pré definidas, para que se obtenha uma imagem do pé. Assim como em outros scanners, o sistema é operado com comandos simples (em geral apenas um toque em algum painel). Com isso, algoritmos sofisticados calculam rapidamente e com precisão as medidas, produzindo automaticamente um modelo de pé 3D.

A maioria dos scanners também costumam ter interação com algum software de CAD especializado. No caso do DplusFoot, o software é o DplusMagic.

A figura 4 mostra um scanner DplusFoot, utilizado para criação de imagem dos pés.

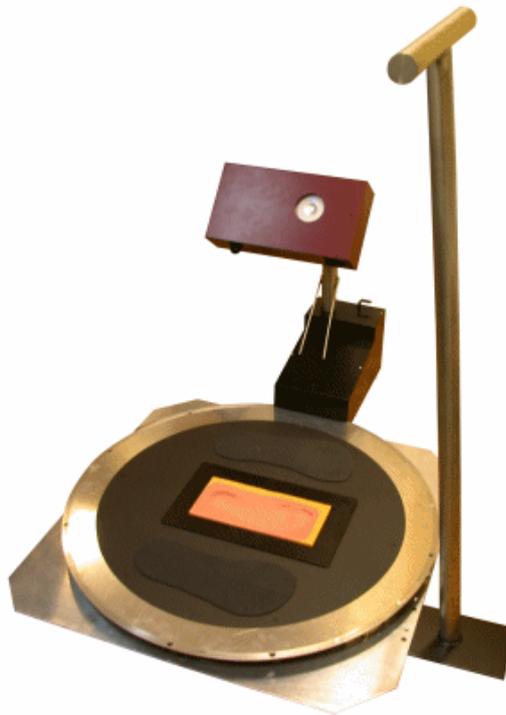


Figura 4: Exemplo de scanner 3D para pés – DPlusFoot
Fonte: Material institucional Reverse Lda

3.6 E-Commerce/Comércio eletrônico

E-commerce ou comércio eletrônico pode ser definido como a compra ou venda por meios digitais. Para Diniz (2011), um bom exemplo de comércio eletrônico ou comércio virtual é o ato de comprar e vender pela Internet. Muitos ramos da economia são ligados a esse tipo de comércio, algo que motiva as empresas a investirem um pouco nesse tipo de estratégia.

Uma das principais formas de comércio eletrônico e que será abordada neste trabalho é conhecida como B2C – Business-to-Consumers (Empresa-Consumidor). De acordo com Diniz (2011) B2C é a negociação eletrônica entre empresas e consumidores. Esta modalidade representa a virtualização da compra e venda. A diferença entre o B2C e a compra direta em uma loja, é que na primeira, as pessoas escolhem e pagam os produtos via Internet, enquanto a segunda, as pessoas precisam ir até a loja física.

Com o avanço do uso da Internet, passando a ser algo cada vez mais comum entre todas as idades, gêneros e classes sociais, o aumento do uso desse tipo de comércio vem sendo notado cada vez mais nos últimos anos.

Para se ter idéia do poder do comércio virtual hoje, de acordo com pesquisa da e-bit (2010) o número de consumidores on-line que saltou de pouco mais de um milhão em 2001 para estimados 23 milhões em 2010, conforme ilustrado pela tabela 3.

Quantidade de e-consumidores no Brasil - (em milhões) - eBit

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
e-Consumidores	1.1	2.0	2.6	3.4	4.8	7.0	9.5	13.2	17,6	23,0
Crescimento %	-	81%	30%	31%	41%	46%	36%	39%	33%	30%

Figura 5: Consumidores Brasileiros na Internet
Fonte: e-bit pesquisa (2010)

Quem busca compra na Internet, normalmente são consumidores que querem achar e adquirir produtos de forma rápida, fácil e cômoda. Esses três pontos costumam faltar quando se vai em busca de comprar calçados de forma tradicional.

Para Vilar (2013), a personalização é uma grande arma de diferenciação que pode ser muito bem sucedida no e-commerce, desde que seja feito um planejamento detalhado da produção de cada um desses produtos únicos para atender às expectativas do consumidor.

Grandes marcas permitem, através de suas lojas virtuais, que o consumidor mude cores, acrescente detalhes e faça um produto único para ele. No ramo da indústria de calçados, grandes marcas como Nike, Reebok e Adidas permitem a personalização de cores em partes de alguns de seus tênis e até mesmo em cadarços.

As desvantagens de usar o e-commerce ainda existem, como falta de confiança em vários sites, fretes caros e dificuldade para troca ou reparo de produtos quebrado.

3.7 MANUFATURA ADITIVA

Impressão 3D ou fabricação aditiva é o processo de criação de objetos sólidos em três dimensões a partir de um arquivo digital.

Volpato et al (2007) define a prototipagem rápida ou impressão 3D como um processo de fabricação através da adição de material em forma de camadas planas sucessivas, permitindo fabricar componentes físicos em três dimensões (3D) com as informações obtidas diretamente do modelo geométrico gerado no sistema CAD, de forma rápida, automatizada e totalmente flexível.

Já para Junior (2013), as impressoras 3D são máquinas de prototipagem rápida, desenvolvidas para criar produtos inovadores no menor tempo possível, se diferenciando das máquinas convencionais. No início, as máquinas eram utilizadas apenas em indústrias, mas o processo se expandiu e o principal objetivo dos pesquisadores dessa área é adotar seu uso em escritórios e residências particulares.

Para conseguir um objeto 3D impresso é necessário utilizar processos de aditivos. O processo aditivo consiste em estabelecer as sucessivas camadas de material até que todo o objeto seja criado. Cada uma destas camadas é mostrada como uma secção transversal horizontal em fatias finas do eventual objeto .

O processo de sobreposição de camadas se repete até o objeto ficar pronto. O tempo estimado para a impressão 3D ficar pronto varia de acordo com o tamanho e complexidade do que está imprimindo. Podendo variar de alguns minutos até várias horas. Após a impressão estar concluída, o objeto ainda costuma passar por uma fase de polimento para remover possíveis imperfeições. (ROSSI, 2013).

Porém, para que essa impressão 3D ocorra é necessário que seja feito um projeto virtual antes. Esse projeto pode ser feito em CAD (Computer Aided Design) usando um programa de modelagem 3D ou um scanner 3D (Copiando um objeto existente).

As principais vantagens são a redução do tempo de fabricação, por ser uma tecnologia relativamente rápida, já que o processo é executado em um único passo. Redução de custo, uma vez que é possível obter protótipos ainda em fases iniciais de

forma barata devido aos materiais empregados e evitando também prejuízos no caso de falhas. E ainda tem a capacidade de construir peças com geometrias complexas e dificultosas para outros processos, maior precisão e qualidade em produtos finais, melhores resultados em testes e ensaios com prototipagem por impressão 3D (GARCIA, 2010).

Para as indústrias de calçados especificamente, essa tecnologia também pode trazer inumeras vantagens. Primeiramente, permite a fabricação customizada de sapatos de acordo com as preferências de estilo de cada cliente. Além disso, pode ajudar a corrigir várias condições ortopédicas. A empresa New Balance, por exemplo, fez recentemente um projeto onde desenvolveu sapatos de corrida feitos em impressora 3D. Esses sapatos eram feitos de forma individual para atletas profissionais, sendo impressos de modo a melhorar estabilidade, acomodar deformidades e redistribuir forças de acordo com a pisada de cada atleta.

3.7.1 Utilidades e Evolução da Manufatura aditiva

Para Nascimento (2013), a prototipagem rápida vem se apresentando útil nos mais diversos campos de aplicação, desde setores diretamente ligados à fabricação de peças mecânicas para automóveis, aviação, setores aeroespacial e militar e até mesmo maquinário pesado, como também áreas não diretamente correlatas como design (desde peças decorativas até embalagens de produtos), medicina dentre outros.

A medicina por exemplo, vem utilizando cada vez mais a Impressão 3D para fabricação de próteses, sendo muito útil por conta da capacidade de construção rápida de acordo com as proporções físicas de cada paciente, substituindo velhas próteses pré-fabricadas de tamanhos padrões, às quais nem sempre eram de perfeita adaptação para os diferentes pacientes. (NASCIMENTO, 2013).

Para Silveira (2015), a invenção da Impressora 3D em 1984 pode ser considerado o início de uma quarta revolução Industrial. Em 1986 foi criada a primeira impressora 3D comercial. A partir desse momento, novas empresas surgiram fazendo essa tecnologia ter uma evolução constante.

A expressão “impressora 3D” foi usada pela primeira vez apenas em 1996, 12 anos depois de sua invenção. Apesar de o nome ter se popularizado, ele não é o mais correto para definir esse tipo de processo. Em termos técnicos, o que esses

equipamentos fazem é a chamada prototipagem rápida ou manufatura aditiva. “Essas definições incluem todas as tecnologias de fabricação ou prototipagem baseadas na deposição ou solidificação sucessiva de camadas de material”. (SILVEIRA, 2015)

3.7.2 Métodos de Impressão 3D

Existem vários métodos de impressão 3D. As impressoras 3D diferem umas das outras nas formas como as camadas são construídas para criar o objeto final. As tecnologias mais populares são sinterização seletiva a laser (SLS, de 1994) e modelagem por fusão e deposição (FDM, de 1989).

A tecnologia de modelagem por fusão e decomposição (FDM) é um poderoso método de manufatura aditiva patenteado pela Stratasys. As impressoras 3D baseadas na tecnologia FDM produzem as peças camada por camada, de baixo para cima, ao aquecer e extrudar um filamento termoplástico, formando o objeto em cima de uma plataforma (STRATASYS, INC). Normalmente fabrica materiais muito resistentes, de baixo custo, porém rígidos e o grau de detalhamento e precisão não é tão alto. A Resolução (espessura das camadas sólidas) é de 50 a 400 microns. A figura 6 exemplifica o funcionamento do método de impressão por fusão e decomposição.

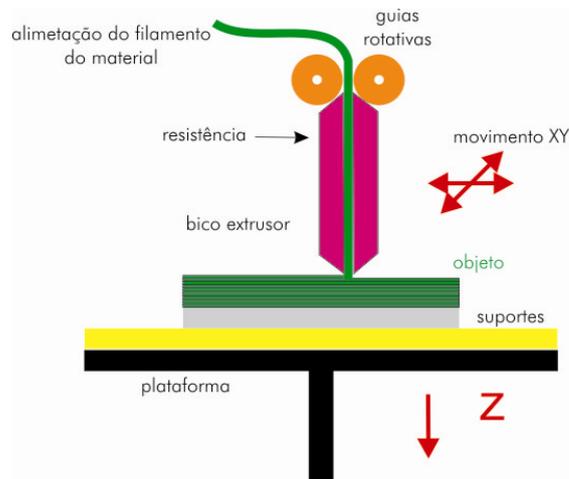


Figura 6: Esquema de funcionamento da FDM,

Fonte: Stratasys, Inc (2016).

A sinterização seletiva a laser (SLS) funciona com o objeto sendo criado através da deposição de uma camada do material em forma de pó, e em seguida, os grânulos deste pó, são fundidos seletivamente.

Atualmente, as impressoras 3D com tecnologia SLS podem criar objetos utilizando uma grande variedade de materiais em pó. Estes incluem cera, poliestireno, nylon, vidro, cerâmica, aço inoxidável, titânio, alumínio e diversas ligas, incluindo cromo e cobalto. (TAKAGAKI, 2012). A resolução (espessura das camadas sólidas) é de 50 a 150 microns. A figura 7 exemplifica o funcionamento do método de sinterização a laser.

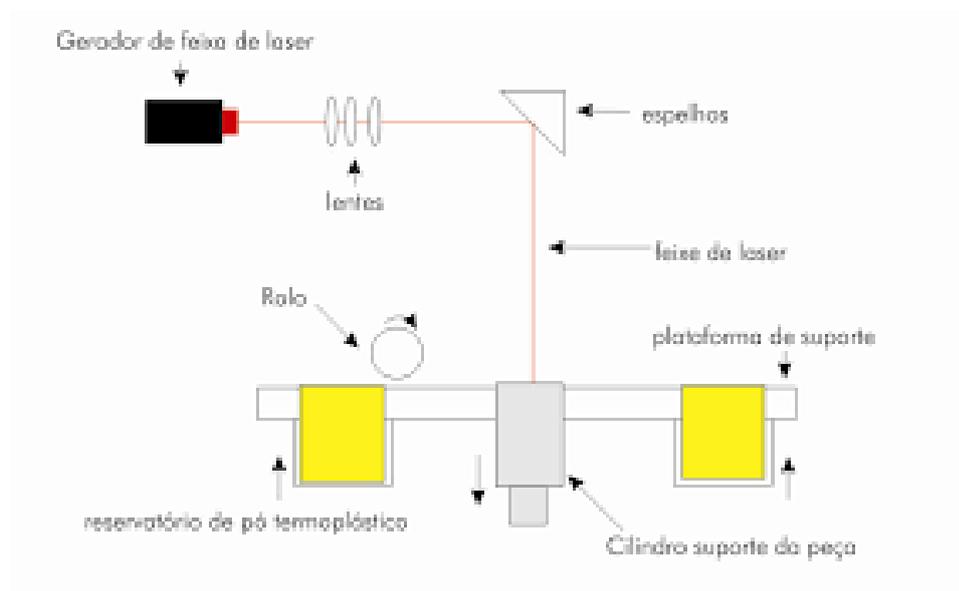


Figura 7: O processo de SLS (Esquema de funcionamento).

Fonte: (Rede Nacional de Prot. Rápida Portugal).

Outro método mais recente e que vem sendo bastante utilizado é o PolyJet (Dos anos 2000). Este método oferece velocidade, qualidade e resolução. É um método exclusivo das impressoras Objet da Stratasys®. O PolyJet utiliza um sistema de jato de tinta para deposição da resina em pequenas gotas sobre uma bandeja. Após a deposição do material, uma luz UV é lançada para cura da camada. (SILVA, 2008). Ele possui uma grande capacidade de simular materiais transparentes, flexíveis ou rígidos e plásticos de engenharia. Os modelos são impressos com precisão em camadas tão finas quanto 16 microns para produzir superfícies suaves e geometrias complexas. As propriedades dos materiais variam de borracha a materiais

rígidos, transparentes a opacos, tons neutros a cores vibrantes e materiais padrão a biocompatíveis. (STRATASYS Inc, 2016).

É um método excelente para objetos pequenos que podem precisar ter um alto grau de detalhamento como uma sandália ou um sapato customizado. Com isso, pode-se obter partes lisas, precisas e altamente detalhadas, em um processo rápido.

A figura 8 mostra os diversos componentes de uma impressora 3D que funciona pelo método Polyjet.

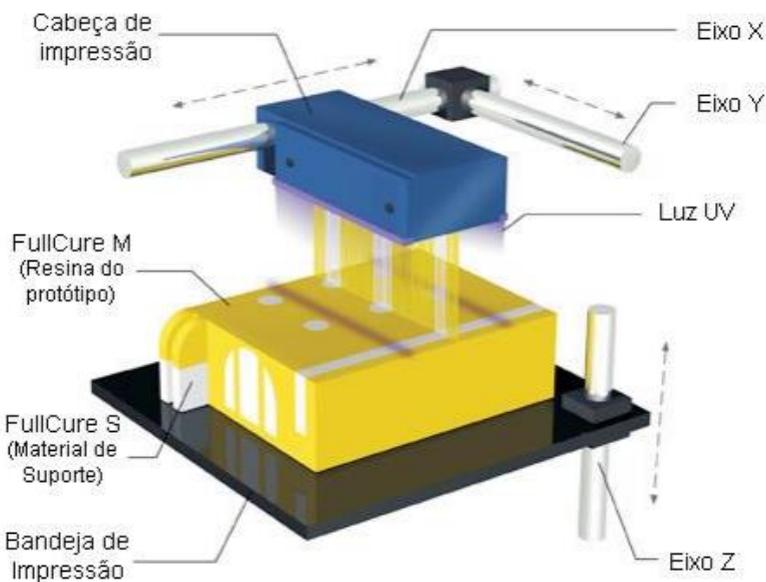


Figura 8 - Esquema de funcionamento método Polyjet

Fonte: Folheto Institucional Sycad

3.8 – ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA

Um dos maiores desafios para as organizações é o planejamento de investimentos em novos projetos, visto que são várias as incertezas no mercado. A análise de viabilidade econômica visa identificar os benefícios de certo investimento comparando-se com seus custos. Para Macedo (2007), se faz necessário mensurar os fluxos de caixa relevantes e aplicar técnicas de decisão apropriadas. O Modelo de Desconto de Fluxo de Caixa (DFC) é um processo que cumpre este papel em consonância com a meta de maximização da riqueza dos proprietários do empreendimento.

No modelo de Fluxo de Caixa várias técnicas costumam ser utilizadas, dentre elas: Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR), Período de Payback (PPD), Ponto de Equilíbrio em Vendas. (URTADO, 2010).

O valor presente líquido (VPL) de um projeto é a soma dos valores presentes de cada um dos fluxos de caixa – tanto positivos como negativos – que ocorrem ao longo da vida do projeto. (URTADO, 2010).

Para Assaf Neto (2007), o método da TIR, ao levar em conta o dinheiro no tempo, expressa na verdade a rentabilidade se for uma aplicação, ou custo no caso de um financiamento do fluxo de caixa.

O Payback é denominado como o tempo de repagamento do investimento ou empréstimo, ou seja, a quantidade de período que se leva para recuperar o investimento ou o tempo que o investimento leva para zerar seu fluxo acumulado (URTADO, 2010).

Por fim, o Ponto de equilíbrio em Vendas definido por Jiambalvo (2002) é o número de unidades que precisam ser vendidas para uma empresa atingir o equilíbrio, ou seja ter um resultado que não implique em lucro ou prejuízo mas sim um resultado zero

Capítulo 4 - ESTUDO DE CASO

O estudo de caso foi dividido em duas partes. Inicialmente um análise de viabilidade técnica para que se provasse a possibilidade de impressão de sandálias customizadas utilizando manufatura aditiva. Após isso, foi feito uma análise de viabilidade econômica para se provar que seria viável a comercialização desse produto.

4.1 ANÁLISE DE VIABILIDADE TÉCNICA

Foi realizado inicialmente uma análise de viabilidade técnica, onde foi feita a impressão de uma sandália a partir das medidas dos pés de uma modelo, para que ficasse comprovado na prática a viabilidade do uso de scanners e impressoras 3D para fabricação de calçados customizados. Para isso, foram escolhidos o método de impressão e material mais compatíveis com o estilo escolhido da sandália.

4.1.1 – Escolha do modelo de calçado

O modelo de calçado foi escolhido pensando-se em se obter uma demanda estável em caso de possível comercialização, além de ser facilmente customizado e que tivesse a possibilidade de ser impresso por inteiro no mesmo material.

Com isso, concluiu-se que a melhor opção seria a fabricação de sandálias de uso cotidiano, comumente vendidas por famosas marcas no Brasil como “havaianas”, “Melissa” e “Crocs”. São calçados que podem ser usados em diversos locais, além de serem confortáveis e práticos. São comuns em todas as regiões do Brasil e o serviço desses produtos customizados ainda é uma grande novidade.

4.1.2 Escolha do Material e do método de impressão

Neste trabalho, a sandália que foi pensada seria uma confortável para uso no dia a dia, modelo feminina. Além disso a sandália deveria ser feita a partir de algum método de alta precisão, de modo que os clientes que viessem a comprar ficassem satisfeitos com o grau de perfeição dos detalhes escolhidos na hora de fazer o design do calçado.

Foram visitadas lojas das marcas Havaianas, Melissa e Crocs. O intuito dessas visitas eram além de ver possibilidades de modelos de calçados, também ir em busca de descobrir os motivos de porque essas sandálias são em geral consideradas confortáveis para o uso diário. Um dos pontos comuns entre essas marcas eram o material utilizado. Em ambos os três casos, o principal insumo vinham de tipos diferentes de borracha.

Foram feitas ligações para diversas empresas especializadas em impressão 3D. Sabendo-se das exigências de se ter um material de propriedades semelhantes à borracha, além de ter que ser bastante resistente, o material mais indicado por todas as empresas contactadas foi o da Família Tango (Conhecido também como Rubber-like).

Para essa sandália em específico, foi escolhido o TangoPlus (Borracha translúcida), pois o preço é menor do que coloridos e a sandália impressa nesse momento teria como finalidade apenas mostrar a viabilidade técnica do uso de manufatura aditiva e scanners 3D, de modo que um aumento de custo para o projeto apenas para que a sandália tivesse cor não iria agregar nenhum valor. A figura 9 mostra uma peça impressa com o material Tango Plus.



Figura 9: Material Tango plus
 Fonte: 3D Printers Canada, Inc

Produtos feitos com materiais da família Tango são ideais para revestimentos macios, além de possuir elasticidade e resistência. Além de calçados, pode ser utilizado para impressão de Mangueiras, pegadores, maçanetas, fechos, etc. Outras vantagens do uso de materiais da família Tango para a fabricação de sandálias/calçados, são citados pela 3D Printers Canada, In:

- Difícil ruptura, mais ainda para TangoPlus, proporcionando uma sensação realista de borracha e silicone.
- Permite que partes do modelo se estendam para caber facilmente com outras partes, útil principalmente caso alguma parte da sandália seja impressa separadamente do restante
- É possível escolher diferentes níveis de flexibilidade e dureza.
- Fácil alternar entre materiais, permitindo a produção de subconjuntos com várias propriedades do material.

Considerando-se como requisitos mínimos uma impressão em material resistente e semelhante à borracha, além de alto grau de detalhamento na produção, o método Polyjet de impressão foi o único entre os 3 mais conhecidos que atendeu todos esses requisitos, como pode ser observado no quadro 3.

	FDM	SLS	Polyjet
Grau de Resolução	Baixa Resolução - espessura das camadas sólidas de 50 a 400 microns	Média Resolução - espessura das camadas sólidas de 50 a 150 microns	Alta Resolução - espessura das camadas sólidas de 16 microns
Imprimir em material semelhante à borracha	SIM	NÃO	SIM
Imprimir em material resistente	SIM	NÃO	SIM

Quadro 3 - Métodos de impressão e requisitos mínimos.
 Fonte: Autoria Própria, 2016.

Ainda de acordo com uma das empresas especializadas em manufatura aditiva, a Cideas Inc, o método polyjet possui um custo maior e uma velocidade de impressão semelhante aos outros dois métodos. Porém visto que para impressão de sandálias customizadas em material tipo borracha o único método viável era o Polyjet, esse foi o escolhido.

Com isso foi escolhido o método por conta do grau de precisão e pela possibilidade de imprimir em materiais resistentes, porém flexíveis ao mesmo tempo.

Vale salientar, que na Illinos Institute of Technology não havia impressora 3D disponível que suportasse o método e material de impressão escolhidos. Com isso, o desenho virtual foi enviado para uma empresa especializada em impressão 3D, a Cideas Inc, localizada em Chicago - IL. O preço cobrado por 1 unidade com escala reduzida e espessura reduzida (Para diminuir quantidade de material e por consequência o preço) foi de 60,00 dólares. O *lead time* de acordo com a empresa, para impressões pelo método Polyjet era de 1 a 3 dias.

4.1.3 Medidas dos pés para modelo virtual

Foi decidido que o estudo de caso não levaria em conta possíveis problemas ortopédicos da modelo, pois o modelo escolhido foi uma sandália de uso diário, que costuma ter sua sola sem nenhum tipo de inclinação. Desse modo foi considerado na hora da fabricação do calçado apenas as medidas dos pés.

Com isso, não houve necessidade de se tirar as imagens a partir de um scanner 2D (Para a região da base do pé, indentificando possíveis problemas ortopédicos).

Para se obter as medidas necessárias (Comprimento do pé, largura do retropé, largura e altura do antepé), foi utilizado um scanner 3D disponível em diversas farmácias walgreens da cidade de Chicago, com o preço de uso de 2 dólares.

O modelo de scanner utilizou uma imagem 3D dos pés com todas as medidas necessárias para fazer o desenho.

Como já enfatizado anteriormente, as medidas usadas foram o comprimento do pé, largura do retropé, largura e altura do antepé.

O Comprimento do pé é necessário para que a sandália tenha a medida ideal de comprimento, não ficando apertado, nem folgada nas extremidades (Ponta dos dedos e calcanhar).

A Largura do retropé e do antepé corretas visam garantias que o mesmo problema não ocorra, porém nas laterais dos pés.

Por fim, a altura do antepé visa garantir que a sandália não faça pressão em excesso na parte superior do pé ao ser calçada.

Considerando-se pequenas folgas que o pé deve ter para a sandália e que o modelo impresso teria dimensões reduzidas por conta dos custos do projeto, as medidas finais ficaram como mostra o quadro 4:

	Medidas do pé direito (mm)	Medida da sandália no desenho (mm)	Medida da sandália impressa (mm)
Comprimento do pé/ Sandália	231 mm	241 mm	78 mm
Largura do retropé/ Sandália parte de trás	68 mm	68 mm	23 mm
Largura do antepé/ Sandália parte da frente	91 mm	91 mm	30 mm
Altura do antepé/ altura do cabedal	42 mm	42 mm	14 mm

Quadro 4 – Medidas do pé, desenho virtual e sandália impressa.
Fonte: Autoria Própria, 2016

A sandália, como pode ser verificada no quadro 4, foi impressa em escala reduzida (1:3), por questão de redução de custos para o projeto.

O comprimento da sandália no desenho virtual, ficou 10 mm maior do que o comprimento do pé, para que se tivesse a folga necessária para os dedos e calcanhar. Em relação à largura e altura da sandália, não precisou haver alteração em relação a largura e altura do pé, visto que o material escolhido para impressão, como explicado posteriormente, é de borracha e com propriedade elástica, não provocando incômodos para quem estiver usando.

Com essas medidas, a sandália foi desenhada usando-se o software Inventor® 3D CAD, com a ajuda de um profissional em Desenhos 3D. É possível com um modelo desenhado nesse software, imprimir um produto a partir de vários modelos de

impressora 3D. Usando-se o Inventor é possível usufruir de ferramentas profissionais para projeto mecânico 3D, documentação e simulação de produtos.

A figura 10 mostra o desenho virtual da sandália já pronto para ser impresso.

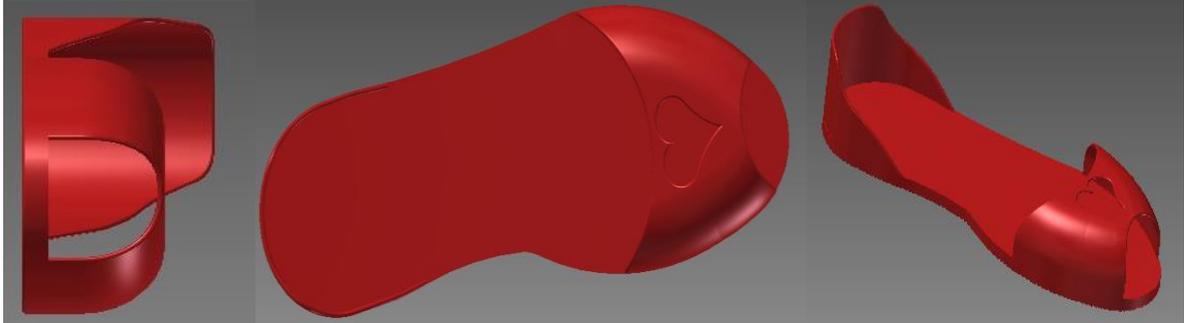


Figura 10: Projeto da sandália no Inventor software.
Fonte: Autoria Própria, 2016.

4.1.4 Resultado Final da análise de viabilidade técnica

A ideia proposta era de desenvolver um sapato ou sandália usando uma impressora 3D, de forma customizada, sob medida para os pés de algum possível cliente. A sandália foi feita baseada em um pé feminino, deixando o produto o mais ajustado possível para esse pé. Este sandália, mesmo em escala reduzida, representa como um produto 3D foi pensado nesse trabalho

Antes de ser feito o modelo virtual da sandália, os pés da modelo foram medidos a partir de um scanner 3D, que proporciona uma rápida visualização 3D dos pés scaneados, completos, com dimensões e medidas.

A partir das medidas feitas a partir do scanner 3D, foi possível fazer o modelo virtual seguindo as medidas exatas dos pés da modelo. Em caso de calçados fechados ou esportivos ainda seria possível a visualização do tipo de pisada para que o calçado fosse feito de modo a melhorar estabilidade e acomodar deformidades.

A figura 11 mostra como ficou a sandália feita na Impressora 3D, esse modelo caso não tivesse tido suas dimensões reduzidas já estaria pronta para o uso.



Figura 11: Sandália feita na impressora 3D
Fonte: Aatoria Própria, 2016.

Com a impressão realizada, ficou comprovada a viabilidade técnica da utilização de scanners e impressoras 3D para a fabricação desse tipo de calçado customizado.

4.2 ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA

Para a uma análise de viabilidade econômica foi realizada uma pesquisa quantitativa para verificar o interesse de potenciais clientes neste tipo de produto. Visto o resultado positivo na pesquisa de interesse, foi proposto um modelo de comercialização e foi realizado uma estimativa de demanda mínima para a viabilidade econômica de uma empresa que utilize esse tipo de tecnologia.

4.2.1 Pesquisa de mercado

A pesquisa de mercado foi realizada a partir de uma enquete realizada em uma rede social. A finalidade era descobrir além do interesse de possíveis clientes em calçados customizados produzidos por manufatura aditiva, também o quanto esses clientes estariam dispostos a pagar e com que frequência possivelmente iriam atrás desse produto.

O produto seria semelhante ao produzido para provar a viabilidade técnica, sendo vendido por meio virtual e o cliente tendo a liberdade de customizar o tamanho, o modelo e a cor de acordo com suas preferências.

Foi aplicada com o intuito de diminuir a incerteza em relação à aceitação que esse produto teria no mercado brasileiro, tendo como público alvo mulheres que possuem acesso a Internet.

Após uma rápida explicação sobre o produto, foram feitas algumas perguntas onde 183 respostas foram registradas. Os gráficos 1, 2, 3,4 e 5 mostram como foram as respostas ao questionário.

1 – Qual seu interesse em adquirir o produto descrito?

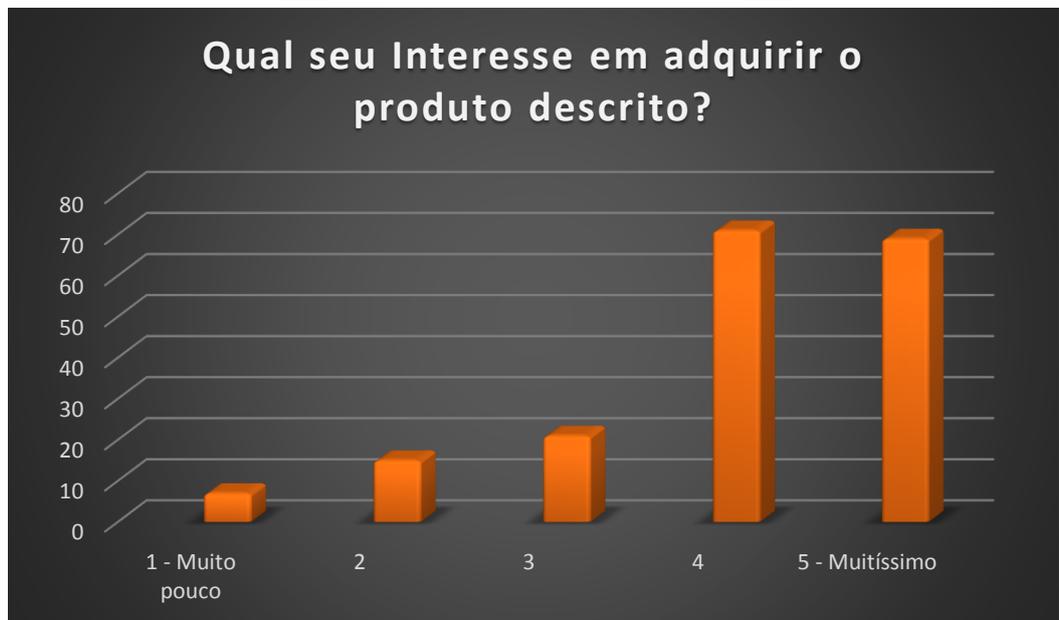


Gráfico 1 – Primeira pergunta da pesquisa de mercado
Fonte: Autoria Própria, 2016.

O gráfico 1 mostra que boa parte dos entrevistados e potenciais clientes possuem grande interesse no produto descrito, mostrando que as possibilidades de aceitação por parte do público são altas.

2 – Qual a característica mais atraente desse produto?



Gráfico 2 – Pergunta 2 da Pesquisa de Mercado
Fonte: Autoria Própria, 2016.

O gráfico 2 mostrou que as características mais importantes para os entrevistados são a possibilidade de modificar o designer e os tamanhos sob medida, o que provam a importância do processo de customização para esse produto.

- 3 – Até quanto você estaria disposto a pagar por um produto com essas características?



Gráfico 3 – Pergunta 3 da pesquisa de mercado
Fonte: Autoria Própria

O gráfico 3 mostra que boa parte dos entrevistados considera até 120,00 reais um preço justo para esse tipo de produto.

4 – Com que frequência você compra sandálias de uso cotidiano?

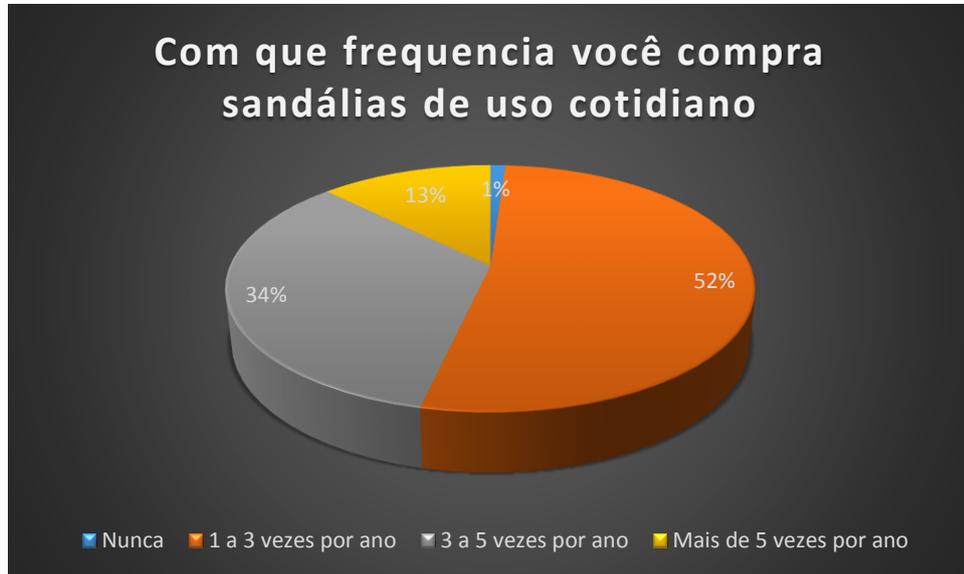


Gráfico 4 – Pergunta 4 da pesquisa de mercado
Fonte: Autoria Própria

5 – Com que frequência você compraria esse produto?



Gráfico 5 – Pergunta 5 da pesquisa de Mercado.
Fonte: Autoria Própria

Os gráficos 4 e 5 demonstram que a maior possibilidade é que esses possíveis clientes comprem de 1 até 3 vezes por ano esse produto.

Conclui-se pela pesquisa de Mercado que o produto tem grandes possibilidades de ter uma boa aceitação por parte de possíveis clientes. Junto com uma boa aceitação, é um produto que deve ter uma demanda razoável, visto que a maior parte dos seus clientes costumam comprar esse tipo de calçado pelo menos 3 vezes por ano e a maior parte dos entrevistados passariam a comprar a sandália customizada de 1 a 3 vezes nesse mesmo período.

Além disso, é possível verificar que o ponto mais atrativo do produto na opinião dos entrevistados foi a possibilidade de criação de seu próprio designer e a sandália ser feita com suas medidas. Com isso, percebe-se que as possibilidades de customização que serão oferecidas ao cliente devem ser vastas, já que isso deve ser o ponto mais atrativo do produto.

O preço de 100 a 120 reais foi um valor apontado como justo para a maior parte dos entrevistados

4.2.2 Sugestão de Possível comercialização

Para comercializar um produto customizado feito a partir de manufatura aditiva, deve-se ter em mente que a comercialização terá que ser diferente de como ocorre no comércio tradicional de calçados. Já tendo sido comprovada que esse tipo de tecnologia pode ser empregada para produção de calçados customizados e tendo sido realizada uma pesquisa de mercado que indica uma boa aceitação do produto, nesse momento, propõe-se um possível método de comercialização para sandálias produzidas a partir da tecnologia empregada na análise de viabilidade técnica.

Para que o processo modelado na figura 12 seja viável a empresa teria que ter já certas tecnologias e estrutura de negócios listadas abaixo:

1 – Parceria com farmácias ou comércios que estejam espalhados pela cidade, para que seja possível scanners 3D estarem disponíveis para possíveis clientes usarem pagando apenas o custo de uso.

2 – Possuir Website com estrutura para interação com os clientes, de forma que seja possível os clientes enviarem as medidas dos pés tiradas pelo scanner 3D e também escolherem o modelo com detalhes e cores desejadas na sandália.

3 – Possuir quantidade suficiente de Impressoras 3D para suportar a demanda e enviar as sandálias customizadas no prazo estabelecido no momento da compra.

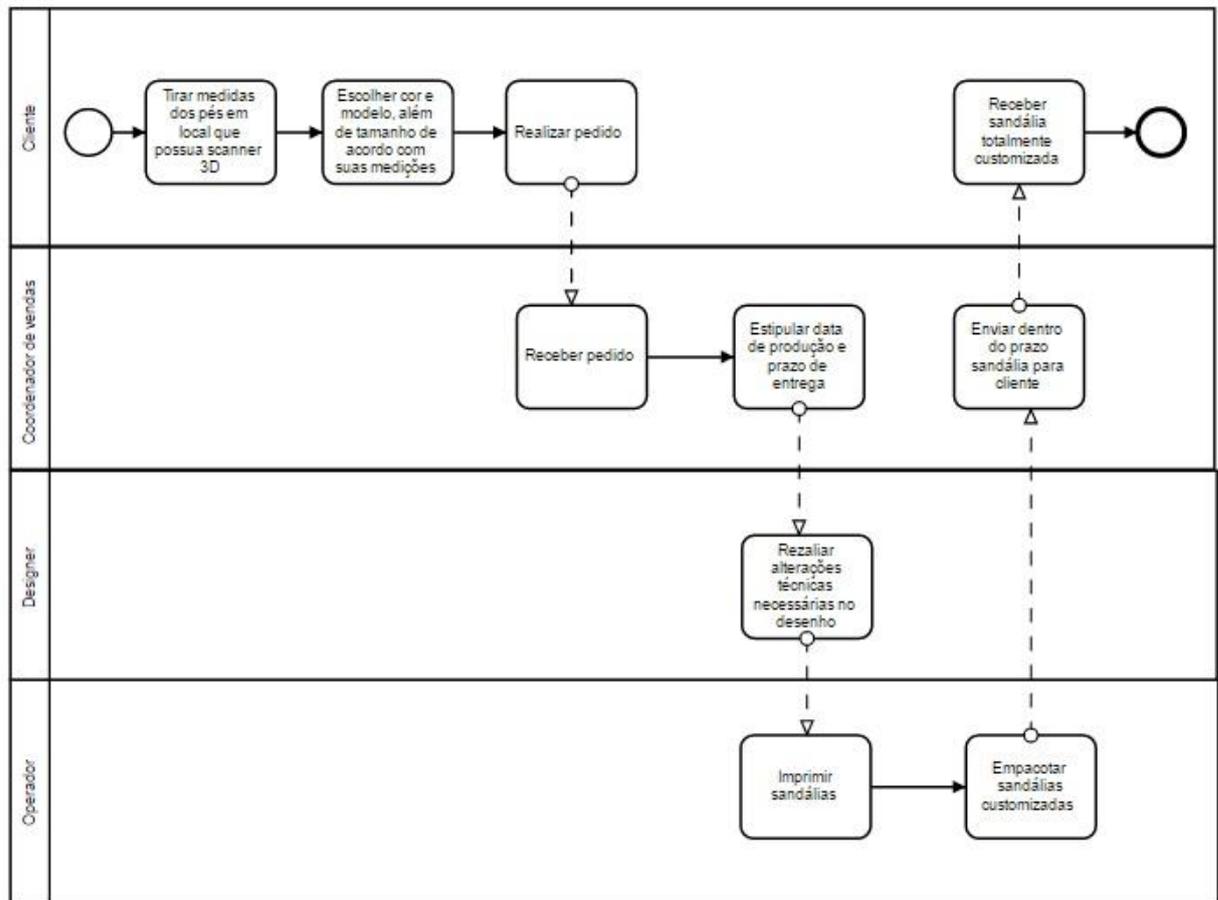


Figura 12: Mapeamento de processo da possível comercialização
Fonte: Autoria Própria, 2016.

As etapas demonstradas no mapeamento da figura 12 podem ser descritas da seguinte maneira:

- 1 Cliente se dirige para farmácias que possuem determinado scanner 3D e pagando um valor simbólico recebem do scanner todas as informações de medidas dos pés.
- 2 Cliente monta no site seu modelo, escolhendo cor e podendo adicionar ou retirar detalhes das opções disponíveis.
- 3 Cliente entra com as medidas que foram dadas pelo scanner 3D antes de confirmar o pedido.
- 4 Coordenador de vendas recebe o pedido e estabelece o prazo para produção e envio.
- 5 Designer faz alterações técnicas necessárias no desenho para que esse seja impresso.
- 6 Operador realiza Impressão e empacota as sandálias.

7 Coordenador de vendas envia sandália dentro do prazo estipulado.

Observa-se que após o cliente ter as medidas dos seus pés, ocorrerá o modelo de e-commerce B2C (Business to consumer), que é o modelo predominante de vendas on-line que permite ao consumidor final adquirir um produto ou serviço através da internet.

Para montar o seu calçado customizado, o cliente deve ter acesso no próprio website da empresa para a possibilidade de colocar as medidas do seu pé que foram tiradas pelo scanner 3D e poder montar seu produto final tendo a possibilidade de escolher diferentes opções de partes da sandália ou sapato, podendo escolher diferentes cores para cada parte, além de diferentes designs. Ao juntar todas as partes, dentro do website da empresa, o cliente teria seu modelo virtual de calçado pronto para ser pedido para fabricação.

4.2.3 – Demanda mínima e outros índices tradicionais de análise

Neste item apresenta-se uma metodologia para análise de viabilidade econômico financeira aplicada ao projeto de venda de sandálias customizadas, utilizando Taxa Mínima de Atratividade (TMA) de 14,15 % a.a, que é a taxa selic do dia 10/06/2016. O horizonte de análise é de 5 anos. O principal intuito é estimar uma demanda mínima necessária para a viabilidade do projeto, porém também serão analisados outros índices tradicionais de Viabilidade Econômico-Financeira, tais como Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR), Período de Payback (PPD), Ponto de Equilíbrio em Vendas.

O quadro 5 mostra os investimentos a serem realizados.

Itens Investimento Inicial		
Equipamentos (2 Impressoras 3D)	R\$	50.000,00
Equipamento (3 Computadores)	R\$	9.000,00
Equipamento (10 scanners 3D)	R\$	30.000,00
Total Equipamentos	R\$	89.000,00
Instalações	R\$	10.000,00
Desenvolvimento do website	R\$	4.000,00
Total	R\$	103.000,00

Quadro 5: Investimento Inicial

Fonte: Autoria Própria, 2016.

Foi estimado para os equipamentos uma vida útil de 5 anos. Já em relação às instalações (Sala de operações) considerou-se uma vida útil de 25 anos.

Estimou-se um valor residual de 30% do valor de aquisição para as instalações. Já para os equipamentos, desconsiderou-se valor residual para computadores e scanners e foi considerado 10% para as impressoras 3D. O quadro 6 mostra os valores da depreciação anual (DEPR) destes itens, bem como seus valores residuais (VR):

Depreciação anual e valor residual				
	Vida útil	Valor atual	Depreciação	Valor Residual
Impressoras 3D	5 anos	R\$ 50.000,00	R\$ 9.000,00	R\$ 5.000,00
Computadores e scanners	5 anos	R\$ 39.000,00	R\$ 7.800,00	R\$ -
Sala de fabricação	25 anos	R\$ 10.000,00	R\$ 280,00	R\$ 3.000,00
Totais			R\$ 17.080,00	R\$ 8.000,00

Quadro 6: Depreciação e valor residual
Fonte: Autoria própria, 2016.

Os custos e despesas operacionais, tais como matéria-prima, mão-de-obra, aluguel da área onde será implantado a sala de operação, embalagens, transporte, água e luz, manutenção e outros estão listados no quadro 7.

Ítems	Descrição	Qtde	Preço	Total
Matéria-prima	Fotopolímero líquido	913 litros	R\$ 70,00	R\$ 63.910,00
Aluguel	Sala De Operação	12	R\$ 1.500,00	R\$ 18.000,00
Mão-de-Obra	Salários+encargos	13	R\$ 4.000,00	R\$ 52.000,00
Embalagens	Caixa para as sandálias	1825	R\$ 3,00	R\$ 5.475,00
Transporte	Frete	1825	R\$ 10,00	R\$ 18.250,00
Água e luz	Consumo	12	R\$ 600,00	R\$ 7.200,00
Outros		12	R\$ 250,00	R\$ 3.000,00
Manutenção	Manutenção nas Impressoras	12	R\$ 300,00	R\$ 3.600,00
Total de Custos e despesas operacionais				R\$ 170.835,00

Quadro 7: Custos e despesas Operacionais
Fonte: Autoria Própria, 2016.

O valor total destes custos e despesas operacionais é considerado como saída de caixa anual no fluxo de caixa do projeto. O item manutenção foi estimado em R\$ 300,00 por mês, referente à uma visita técnica mensal. Além disso, considerou-se que a empresa teria capacidade de produzir 5 sandálias customizadas por dia, 2,5 em cada impressora, vendendo cada par por R\$120,00. Para chegar nessa capacidade foi considerada um período de funcionamento de 10 horas por dia para cada impressora, além de uma velocidade média de impressão de 2 horas por unidade de sandália, 4 horas o par. Essa informação de velocidade de impressão foi estimada pela empresa alemã all3DP. A demanda considerada foi 100% da capacidade. Foi considerado que cada litro de matéria-Prima (Fotopolímero Líquido) seria suficiente para produzir 2 pares de sandália. De posse de todas estas informações anteriores pode-se montar a fluxo de caixa antes do imposto de renda. O fluxo de caixa anual antes do IR pode ser visto no quadro 8:

Fluxo de Caixa do Projeto						
ítems	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
Saídas						
Total dos Investimentos	R\$ 103.000,00	-	-	-	-	-
Total custos e despesas operacionais	-	R\$ 170.835,00				
TOTAL	-R\$ 103.000,00	R\$ 170.835,00				
Entradas						
Receita com a venda das sandálias	-	R\$ 219.000,00				
Valor residual	-	-	-	-	-	R\$ 8.000,00
TOTAL	-	R\$ 219.000,00	R\$ 219.000,00	R\$ 219.000,00	R\$ 219.000,00	R\$ 227.000,00
Fluxo de Caixa	-R\$ 103.000,00	R\$ 48.165,00	R\$ 48.165,00	R\$ 48.165,00	R\$ 48.165,00	R\$ 56.165,00

Quadro 8: Fluxo de caixa antes do Imposto de Renda
Fonte: Autoria Própria, 2016.

Considerando-se o imposto de renda em 30% e a depreciação estabelecida no quadro 06, teremos no quadro 9 os resultados de fluxo de caixa após o imposto de renda:

Vida útil	Fluxo de caixa antes do imposto de renda	Despesas com depreciação	Renda tributável	Imposto de renda - 30%	Fluxo de caixa considerando depreciação e imposto	Fluxo de caixa após imposto de renda
0	-R\$ 103.000,00	R\$ -	R\$ -	R\$ -	-R\$ 103.000,00	-R\$ 103.000,00
1	R\$ 48.165,00	R\$ 17.080,00	R\$ 31.085,00	R\$ 9.325,50	R\$ 21.759,50	R\$ 38.839,50
2	R\$ 48.165,00	R\$ 17.080,00	R\$ 31.085,00	R\$ 9.325,50	R\$ 21.759,50	R\$ 38.839,50
3	R\$ 48.165,00	R\$ 17.080,00	R\$ 31.085,00	R\$ 9.325,50	R\$ 21.759,50	R\$ 38.839,50
4	R\$ 48.165,00	R\$ 17.080,00	R\$ 31.085,00	R\$ 9.325,50	R\$ 21.759,50	R\$ 38.839,50
5	R\$ 56.165,00	R\$ 17.080,00	R\$ 39.085,00	R\$ 11.725,50	R\$ 27.359,50	R\$ 44.439,50

Quadro 9: Imposto de renda e depreciação
Fonte: Autoria Própria, 2016.

O fluxo de caixa do ano 0 representa o valor do investimento inicial já descrito no quadro 01. O valor das saídas nos outros anos são descritas em custos e despesas operacionais (quadro 07). No final do ano 5 tem-se, além do já descrito, o valor de recuperação dos investimentos por seu valor residual (quadro 06). Já o valor das entradas representam, conforme já salientado, o valor das receitas anuais de vendas das sandálias customizadas, considerando-se uma capacidade de 5 sandálias por dia e uma demanda igual a capacidade.

O diagrama 1 a seguir representa o fluxo de caixa para o projeto:

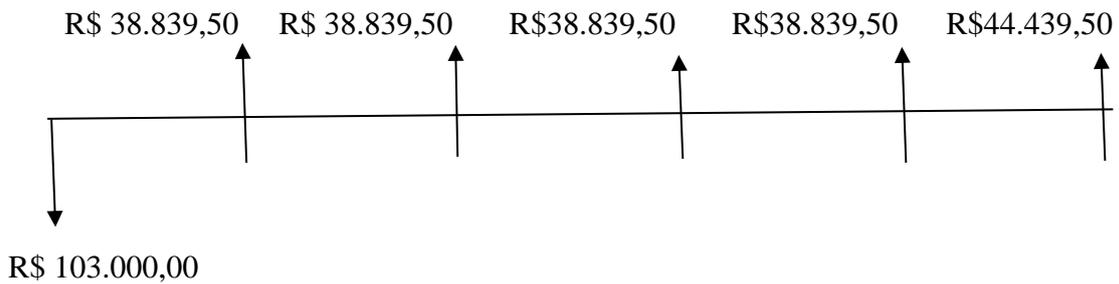


Diagrama 1: Fluxo de Caixa para o Projeto
Fonte: Autoria Própria, 2016.

Com esses dados, considerando uma taxa mínima e atratividade de 14,5% como dito anteriormente, calcula-se VPL do projeto em R\$ 31.597,84. Além disso, a TIR foi calculada em 26,52%.

Para calcular o Ponto de equilíbrio segue o quadro 10 com a classificação dos custos em fixos e variáveis:

Ítems	
Matéria-prima	Variavel
Aluguel	Fixo
Mão-de-Obra	Fixo
Embalagens	Variavel
Transporte	Variavel
Água e luz	Fixo
Outros	Fixo
Manutenção	Fixo

Quadro 10: Custos fixos e variáveis
Fonte: Autoria própria: 2016.

O valor total dos custos fixos foi de R\$ 84.050,00 por ano e os variáveis de R\$ 87.635,00 no mesmo período de tempo. A partir daí calculou-se o Ponto de Equilíbrio.

O ponto de equilíbrio em vendas é de \$ 140.120,66 por ano. Essa valor representa 64% da receita projetada por ano. Isso significa que para que a empresa opere sem prejuízos terá que vender no mínimo uma média de 3,2 sandálias por dia, ou aproximadamente 1170 por ano.

Nessa análise, boa parte dos valores foram estimados, principalmente em relação à matéria prima e investimento de impressoras 3D e capacidade de produção, pois essa tecnologia é patenteada, dificultando obtenção de informações. Os valores foram estimados com base em equipamentos similares, mas de tecnologias

diferentes. Esse é uma análise de viabilidade financeira simplificada e não deve ser levada como indicação de investimento.

Com os dados adquiridos, observa-se que o projeto pode ter uma boa rentabilidade, por apresentou um TIR bem maior do que a taxa mínima de atratividade. Além disso, a demanda mínima necessária ficou próxima de 64% da capacidade estimada das impressoras 3D.

O Payback simples foi de 2,66 anos e o descontado de 3,61 anos. Com isso, espera-se que no máximo ao fim do quarto ano todo o investimento já tenha sido recuperado.

4.3 – CONSIDERAÇÕES FINAIS SOBRE O ESTUDO DE CASO

O uso de manufatura aditiva para a produção de alguns tipos de calçados já é possível, podendo se obter bons resultados no produto final. As impressoras 3D ainda são uma tecnologia relativamente nova e cara. Em caso de ter que terceirizar o serviço, a comercialização dos calçados ainda seria inviável, por conta do alto preço que as empresas desse segmento cobram para produzir usando manufatura aditiva. Caso decida-se investir na tecnologia, pode ser uma grande opção de inovação, se obtendo redução no lead time e um produto customizado com alto grau de precisão. Além disso, existem possibilidades que um projeto com a utilização dessas tecnologias seria rentável, como demonstrou a análise de viabilidade econômica.

É possível constatar também que a junção de manufatura aditiva com scanners 2D e 3D é benéfica, trazendo mais segurança para as medidas do produto e afetando muito pouco os custos, visto que o uso de scanners é relativamente barato.

A customização de calçados é um fator que deve atrair muitos clientes, tendo grandes chances de garantir uma demanda suficiente para quem decida investir nessa tecnologia

Capítulo 5 - CONCLUSÃO

O modo como normalmente os calçados são produzidos e vendidos não satisfazem completamente toda a população de clientes. Por tanto, as empresas de calçado devem tentar investir mais em sapatos customizados, mudando cada parte do calçado que for necessária para que se consiga atender as expectativas do consumidor e dar a maior gama de opções possíveis para os seus clientes. Em outras palavras, o cliente deve ser o centro de atenção do produtor de calçados.

No entanto, em geral calçados personalizados são mais caros e tem um lead time de produção ainda maior do que sapatos produzidos em massa. Uma das maneiras de tentar resolver esse problema de tempo e preço é buscando novas alternativas tecnológicas. Nesse contexto entra a manufatura aditiva, usando as mais modernas impressoras 3D e sua capacidade de produzir com perfeição e velocidade peças industriais em variados tipos de materiais.

Conclui-se com o trabalho que o uso de impressoras 3D para produção de calçados customizados é possível, provado pelo estudo de caso e inclusive já sendo utilizado por algumas empresas de fora do Brasil.

É possível com o uso de manufatura aditiva, alinhada com outras tecnologias como scanners e comércio virtual, uma produção e venda de calçados com maior precisão de tamanhos, conforto e comodidade para os clientes, como foi demonstrado na análise de viabilidade técnica.

Durante a pesquisa de mercado, verificou-se que a venda de calçados customizados por meio de manufatura aditiva tende a agradar potenciais clientes, provavelmente tendo uma boa aceitação no mercado.

A análise de viabilidade financeira, possuiu algumas incertezas por conta de alguns valores tendo sido estimados sem uma fonte segura, porém mostraram que existem grandes chances de ser um investimento com grandes possibilidades de se obter um retorno atrativo.

Os objetivos específicos foram em geral parcialmente atingidos. O primeiro que seria aumentar a velocidade que produtos customizados são feitos a partir do uso de

tecnologia de Manufatura aditiva não foi em sua totalidade atingido, visto que apesar de ser um processo que não possui pausas ainda é bastante demorado.

A Utilização scanners 3D para ter alto grau de precisão das medidas dos pés no momento de fazer o desenho virtual do calçado que será impresso foi realizada na análise de viabilidade técnica.

A Proposta uma forma de Venda pela internet para os calçados customizados fabricados a partir de manufatura aditiva e a estimativa da mínima necessária para uma empresa que utilize este tipo de tecnologia foram realizados na análise de viabilidade econômica.

Capítulo 6 - RERERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

3D PRINTERS CANADA. **Tango Materials**. Disponível em: <<http://www.3dprinterscanada.com/tango-materials.php>>. Acesso em: 8 dez. 2015.

ASSAF NETO, A. **Matemática Financeira e suas Aplicações** – 9ª ed. São Paulo: Editora Atlas, 2007

BEZ, Marta R. et al. **Digitalizador 3D para Imagens antropométricas dos pés**. In: XII CONGRESO ARGENTINO DE CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN, 2006, Novo Hamburgo. **Anais...** . Potrero de Los Funes: Cacic2006, 2006. p. 701 - 712. Disponível em: <http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/22457/Documento_completo.PDF?sequence=1>. Acesso em: 12 dez. 2015.

CANCIGLIERI JUNIOR, Osiris; SELHORST JUNIOR, Aguilar; LAROZINSKI NETO, Alfredo. **Processo de Prototipagem rápida por deposição ou remoção de material na concepção de novos produtos - Uma abordagem comparativa**. In: XXVII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2007, Foz do Iguaçu.

CONCEIÇÃO JUNIOR, Pedro de Oliveira; MARQUES, Dani Marcelo Nonato. **Impressoras 3D: Redução de custo e tempo no desenvolvimento de produtos**. Revista E-fatec, Garça, v. 3, p.40-44, 2013. Anual.

DINIZ, Letícia Lelis et al. **O comércio eletrônico como estratégia de vendas para empresas**. In: III Encontro científico e simposio de educação Unisalesiano, 2011, Araçatuba. **Anais...** . Araçatuba: III Encontro Científico e Simpósio de Educação Unisalesiano, 2011. p. 1 - 13. Disponível em: <<http://www.unisalesiano.edu.br/simposio2011/publicado/artigo0093.pdf>>. Acesso em: 30 nov. 2015.

FERREIRA, N. R. A. **O calçado como artefato de proteção à diferenciação social: A história do calçado da Antiguidade ao século XVI**. Ciência et Praxis, v. 3, n. 6, p. 83-90, 2010. Disponível em: <<http://www.fip.fespmg.edu.br/ojs/index.php/scientae%20/article/viewFile/238/108>>. Acesso em: 30 out. 2015.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC, 2002. Apostila.

FRANCISCHINI, ANDRESA SILVA NETO; AZEVEDO, PAULO FURQUIM DE. **Estratégias das empresas do setor calçadista diante do novo ambiente competitivo: análise de três casos**. *Gest. Prod.*, Dez 2003, vol.10, no.3, p.251-265

FRANCAD INFORMÁTICA. **Scanners de pé**. [20--]. Disponível em: <http://francad.com.br/pdf/ShoeMaster_ScannersPe.pdf>. Acesso em: 08 nov. 2015

GARCIA, Luís Hilário Tobler. **Desenvolvimento e fabricação de uma mini-impressora 3D para cerâmicas**. 2011. 105 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Projeto Mecânico, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2011. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18146/tde-30052011-124131>>. Acesso em: 11 nov. 2015.

GERSON ZORN. **Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas - Sbrt**. Dossiê Técnico: **Processo de fabricação do calçado**. 2007. Disponível em: <<http://www.sbrt.ibict.br/dossie-tecnico/downloads/DT/MTY5>>. Acesso em: 18 nov. 2015.

GOLDENBERG, Mirian. **A arte de pesquisar: como fazer pesquisa qualitativa em ciências sociais**. Rio de Janeiro: Record, 1997.

GRÖNKVIST, Fredrik. **Production & Lead Time in Asia: A Complete Guide**. 2015. Disponível em: <<http://www.chinainportal.com/blog/production-lead-times-in-asia-a-complete-guide/>>. Acesso em: 20 out. 2015.

JIAMBALVO, James. **Contabilidade Gerencial**, ed. LTC, Rio de Janeiro, 2000.

KUBOTA, F. I.; MIGUEL, P. A. C. **Modularidades nos Setores Industriais de Bens de Consumo: Perspectivas Futuras de Pesquisa por meio de uma análise da Literatura**. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 33., 2013, Salvador. A Gestão dos Processos de Produção e as Parcerias Globais para o Desenvolvimento Sustentável dos Sistemas Produtivos. Cd-room: Abepro, 2013. 14 p. CD-ROM.

MACHADO, André Gustavo Carvalho; CARMO, Francisco D. C. Ferreira; MORAES, Walter Araújo Fernando de. **Estratégias de Customização em Massa: evidências e análises do setor calçadista brasileiro**. In: XII SIMPEP, 7., 2005, Bauru. Disponível em: <[file:///C:/Users/jose/Downloads/Machado_AGCEstrategias de cus.pdf](file:///C:/Users/jose/Downloads/Machado_AGCEstrategias%20de%20cus.pdf)>. Acesso em: 19 nov. 2015.

MCDOWELL, Colin. **Shoes - Fashion and Fantasy**. Londres: Thames & Hudson, 1994

NASCIMENTO, Allan André do. **Tendências tecnológicas em Prototipagem rápida e Manufatura aditiva**. 2013. 96 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: <<http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10008740.pdf>>. Acesso em: 12 dez. 2015.

NOVAES, Gabriela Caldeira de Castro. **Os sapatos ao longo da existência humana e sua contemporaneidade**. Antenna Web: Revista digital do IBmoda, São Paulo, v. 2, p.25-32, out. 2006. Disponível em: <<http://www.antennaweb.com.br/antenna/edicao2/artigos/pdf/artigo4.pdf>>. Acesso em: 15 nov. 2015.

PURI, Gorky et al. **Analysis on Footwear Industry**. [s.i], 2013. Color. Disponível em: <<http://pt.slideshare.net/djsam13/analysis-on-footwear-industry>>. Acesso em: 02 nov. 2015.

REVERSE ENGINEERING (Portugal). **Produtos e Aplicações**. 2013. Disponível em: <<http://www.reverse.com.pt/Scanning3D.html>>. Acesso em: 22 nov. 2015.

ROSSI, Carlos. **Impressoras 3D, uma nova revolução tecnológica**. 2013. Disponível em: <<http://megaarquivo.com/2013/02/05/7589-impressoras-3d-uma-nova-revolucao-tecnologica/>>. Acesso em: 29 out. 2015.

SILVA, Guilherme Canuto da. **Prototipagem rápida e ferramental rápido aplicados às peças utilizadas em ensaios estáticos de embalagens para acondicionamento e transporte de peças automotivas**. 2008. 154 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Automotiva, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008. Cap. 154. Disponível em: <http://www.automotiva-poliusp.org.br/wp-content/uploads/2013/02/silva_guilherme.pdf> Acesso em: 8 dez. 2015.

SILVEIRA, Evanildo da. **Novas Portas para o Futuro. Problemas Brasileiros**, São Paulo, v. 427, p.4-6, jan. 2015. Disponível em: <http://www.sescsp.org.br/online/artigo/8645_NOVAS+PORTAS+PARA+O+FUTURO#/tagcloud=lista>. Acesso em: 04 dez. 2015.

SILVEIRA, G. da; BORENSTEIN, D.; FOGLIATTO, F.s.. **Mass customization: literature review and research direction**. International Journal Of Production Economics. [s.i], p. 1-13. jun. 2001.

SPAULDING, Elizabeth; PERRY, Christopher. **Making it personal: Rules for success in product customization**. 2013. Disponível em: <<http://www.bain.com/publications/articles/making-it-personal-rules-for-success-in-product-customization.aspx>>. Acesso em: 19 out. 2015.

SPÍNOLA, Vera. Indústria de calçados: **Características, evolução recente e perspectivas para o segmento baiano**. Revista **Desenbahia**, Salvador, v. 8, p.153-174, mar. 2008. Disponível em: <http://www.desenbahia.ba.gov.br/uploads/2508201111043281_Cap 8.pdf>. Acesso em: 12 dez. 2015.

STRATASYS LTD.. **Tecnologia FDM: Peças duráveis impressas em 3D com termoplástico de verdade**. Disponível em: <<http://www.stratasys.com/br/impressoras-3d/technologies/fdm-technology>>. Acesso em: 2 dez. 2015.

STRATASYS LTD.. **Tecnologia Polyjet: Impressão 3D com precisão em uma ampla gama de materiais**. Disponível em: <<http://www.stratasys.com/br/impressoras-3d/technologies/polyjet-technology>>. Acesso em: 2 dez. 2015.

TAKAGAKI, Luiz Koiti. **Tecnologia de Impressão 3D**. Revista Inovação Tecnológica, São Paulo, v. 2, n. 2, p.28-40, jul. 2012. Disponível em: <[file:///C:/Users/jose/Downloads/54-124-1-SM \(1\).pdf](file:///C:/Users/jose/Downloads/54-124-1-SM (1).pdf)>. Acesso em: 08 dez. 2015.

URTADO, Edson Silva. **Aplicação do método do valor presente líquido, na análise de viabilidade econômica de projetos na indústria metal mecânica**. In: XIII ENCONTRO LATINO AMERICANO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 2009, São José dos Campos

VAN DUSEN, Steven. **The Manufacturing Practices of the Footwear Industry: Nike vs. the Competition**. 1998. Disponível em: <<http://www.unc.edu/~andrewsr/int092/vandu.html>>. Acesso em: 10 out. 2015.

VOLTOPATO et al. . **Prototipagem rápida - tecnologias e aplicação**. São Paulo: Edgard Blucher, 2007.