

GEÍSA AIGER DE OLIVEIRA
GUSTAVO JAVIER ZANI NÚÑEZ
JAIRE EDERSON PASSOS

ORGANIZADORES



Des ign pes em qui sa.

vol 5

GEÍSA AIGER DE OLIVEIRA
GUSTAVO JAVIER ZANI NÚÑEZ
JAIRE EDERSON PASSOS

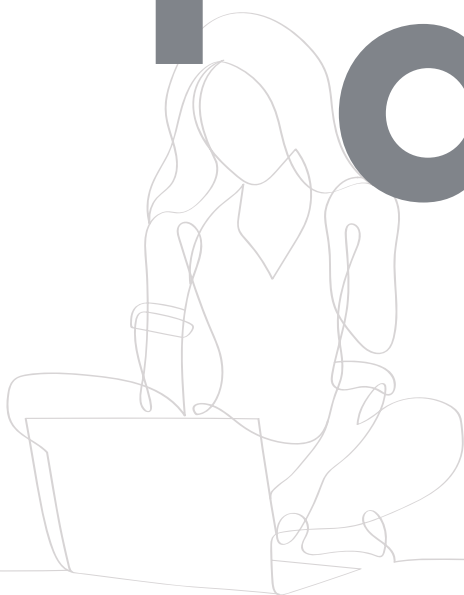
ORGANIZADORES



Des ign pes em qui sa.



vol 5



D457 Design em pesquisa : volume 5 [recurso eletrônico] / organizadores Geisa Gaiger de Oliveira, Gustavo Javier Zani Núñez [e] Jaire Ederson Passos. – Porto Alegre: Marcavísal, 2023.
356 p. ; digital

ISBN 978-65-89263-58-6

Este livro é uma publicação do Instituto de Inovação, Competitividade e Design (IICD) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (www.ufrgs.br/iicd)

1. Design. 2. Gestão de Design. 3. Gestão de projetos. 4. Design – Emoção. 5. Design - Educação. 6. Design – Tecnologia. 7. Design – Sustentabilidade. 8. Design – Desenvolvimento humano. 9. Design – Teoria e método. 10. Design contra a Criminalidade. I. Oliveira, Geisa Gaiger de. II. Zani Núñez, Gustavo Javier. III. Passos, Jaire Ederson.

CDU 658.512.2

CIP-Brasil. Dados Internacionais de Catalogação na Publicação.
(Jaqueline Trombin – Bibliotecária responsável CRB10/979)

CAPÍTULO 1

Avaliação da suavização da superfície de peças impressas em ABS com vapor de acetona: estudo de caso de textura bioinspirada

Viviane Pestano, Mariana Pohlmann, Fabio Pinto da Silva

R e s u m o

Este capítulo versa sobre a suavização superficial de peças produzidas em ABS pelo processo de impressão 3D por FFF com o auxílio de acetona. Foi avaliada a minimização do efeito escada, característica do processo, em protótipos com texturas em alto relevo. A fim de se obter parâmetros adequados para utilização neste estudo, foi realizada uma revisão de literatura para levantar dados de trabalhos correlatos, como: tempos de exposição, ciclos de repetições e formas de aplicação da acetona. Testes práticos foram executados para determinar o tempo de exposição aos vapores de acetona ideal a ser aplicada em uma textura projetada, sem que houvesse perdas significativas de forma. Após avaliação por digitalização 3D, os resultados indicaram que não ocorreram grandes deformações geométricas, considerando o tempo de 30 minutos escolhido para aplicação da técnica, que resultou em uma superfície mais lisa e brilhante.

1 Introdução

O tato, assim como a visão, deve ser considerado em um projeto de design como um fator importante, principalmente tratando-se de objetos cuja interação manual é indispensável. Algumas pesquisas afirmam que durante a manipulação do objeto a mão humana é capaz de perceber maior satisfação ou segurança através das texturas aplicadas nos objetos (OKAMOTO; NAGANO; YAMADA, 2013; SCHREINER; RECHBERGER; URGEN BERTLING, 2013; ZHANG *et al.*, 2017).

Uma ferramenta muito utilizada e que auxilia o designer na fase de criação e fabricação de protótipos é a impressora 3D por FFF (Fabricação por Filamento Fundido). A evolução nesse segmento de impressão 3D prospera devido à quantidade crescente de pesquisas que tentam solucionar seus problemas construtivos, motivos esses, que ainda travam sua

introdução definitiva na indústria tradicional (BERMAN, 2011; JIANG; KLEER; PILLER, 2017). Um desses limites é o acabamento superficial do objeto impresso (BASHA *et al.*, 2021; GALANTUCCI; LAVECCHIA; PERCOCO, 2009).

De fato, peças impressas possuem textura característica devido às marcas deixadas pela construção de cada camada: o efeito escada. Uma alternativa para contornar esse efeito é expor os objetos impressos em acrilonitrila butadieno estireno (ABS) à dimetil-cetona (acetona). Isso é possível devido à característica amorfa do ABS que interage com a acetona causando amolecimento do filamento e deixando a superfície mais lisa (GALANTUCCI; LAVECCHIA; PERCOCO, 2009; GARG; BHATTACHARYA; BATISH, 2017).

Uma vez que o efeito escada pode causar interferência não só visual, mas também tátil, é importante dominar o processo de suavização com vapor de acetona nas peças impressas em ABS. Desta forma, torna-se possível sua utilização como método criativo de novas texturas tridimensionais sem a interferência natural do meio produtivo. Assim, o objetivo deste trabalho foi identificar a relação entre tempos de exposição do ABS à acetona e as perdas dimensionais resultantes na geometria. Visando verificar a replicabilidade do método, os resultados foram aplicados em uma amostra com textura bioinspirada.

2 Fabricação por Filamento Fundido (FFF)

No processo de Fabricação por Filamento Fundido (FFF), são utilizados filamentos (geralmente polimérico) que passam por um cabeçote aquecido, onde são amolecidos e, por conseguinte, a massa fundida é empurrada até bico dosador que deposita um fio de filamento na mesa de impressão. O sistema de extrusão (cabeçote e bico dosador) trabalha nos eixos X e Y até a finalização da camada. A seguir, a mesa de impressão se desloca no eixo Z até o arremate final da forma idealizada no projeto 3D (CAMPOS, 2011).

Existem muitas vantagens neste modo de fabricação como: produção de produtos personalizados em pequena e média escala; facilidade de compartilhamento de projetos e terceirização de serviços; *Bridge Manufacturing* (transformar um produto de produção reduzida em uma de larga escala); entre outros (BERMAN, 2011). Contudo, a manufatura por FFF possui limites a serem resolvidos, entre eles está o aspecto de escada deixada pela deposição do filamento fundido (GALANTUCCI; LAVECCHIA; PERCOCO, 2009).

3 Processos de suavização do ABS impresso por FFF com acetona

Para tentar aprimorar o acabamento superficial de peças de ABS produzidas por FFF, diversos estudos vêm sendo conduzidos. Como exemplo, foram selecionados alguns trabalhos que abordaram o assunto utilizando três metodologias distintas: exposição do ABS impresso com imersão em uma solução de acetona (GALANTUCCI; LAVECCHIA; PERCOCO, 2009); exposição do ABS impresso em vapor de acetona aquecida (CHOHAN; SINGH, 2017; CHOHAN; SINGH; BOPARAI, 2016, 2018, 2020; CUNICO *et al.*, 2017; PIATANZA *et al.*, 2018); e exposição do ABS impresso em vapor de acetona fria (GARG; BHATTACHARYA; BATISH, 2017; LALEHPOUR; JANETEAS; BARARI, 2018; NEFF; TRAPUZZANO; CRANE, 2018). Por ser a abordagem do presente trabalho, os estudos sobre a técnica que submete peças impressas em ABS ao vapor de acetona fria estão detalhados a seguir.

Para a execução dos testes, Lalehpour; Janeteas; Barari (2018) imprimiram peças com ângulos variados (5° a 90°) e com duas alturas de camada (0,0254 e 0,3302 mm). A exposição ao vapor de acetona teve variação de tempo (8, 10 e 15 s) e de números de ciclos (2, 3 e 4). Com os dados obtidos, foi verificado que a suavização da superfície é maior em peças com inclinação de 40° e com 0,0254 mm de altura de camada.

Garg; Bhattacharya; Batish (2017) imprimiram dois modelos de peça com três orientações de impressões diferentes (horizontal, vertical e perpendicular). As peças ficaram expostas ao vapor de acetona por 40 minutos em ambiente com temperatura controlada (18 a 20°C). Em todas as amostras, a suavização da superfície foi satisfatória e a acuidade dimensional variou na casa dos milímetros.

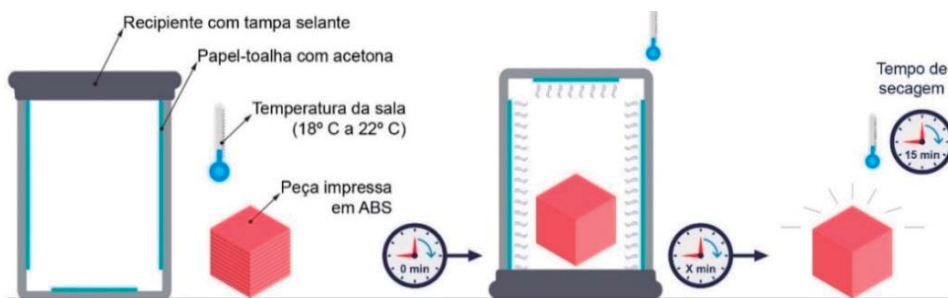
Outro estudo que também estava focado na acuidade dimensional foi o de Neff; Trapuzzano; Crane (2018). Além da perda de dimensão eles também buscavam identificar a influência do processo de suavização nas propriedades mecânicas dos objetos impressos. Os corpos de prova foram impressos seguindo a norma ASTM D638-10:2015 em três espessuras diferentes (1, 2 e 4 mm). Todas as amostras ficaram expostas ao vapor de acetona por 45 minutos e deixadas para secar por 5 dias antes de serem submetidos ao teste de tração. Foram obtidos resultados distintos indicando que a variação dimensional, assim como a variação das propriedades elásticas das amostras, depende da espessura de impressão. Em contraponto, foi identificada uma melhora na ductilidade. Quanto à porosidade interna, foi percebida uma efetiva melhora, tornando o objeto impresso mais impermeável após a exposição ao vapor de acetona.

4 Método

Em face ao exposto, este estudo descreve a aplicação prática do vapor de acetona fria em amostras impressas em ABS por FFF. A técnica foi escolhida, pois tem manuseio simplificado, não exige um equipamento específico e é relativamente segura.

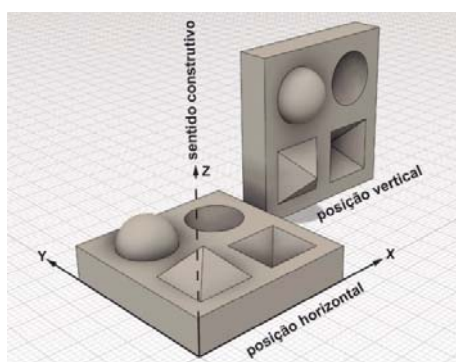
O método de suavização por acetona fria (Figura 1), apesar de simples, requer atenção do operador quanto aos tempos aplicados, ao controle da temperatura ambiente (18 a 22 °C) e ao uso dos EPIS. Neste trabalho, foram utilizados recipientes herméticos de 300 ml, papel-toalha para embeber 5 ml de acetona 99,5% e um cronômetro. Diferentes tempos de exposição ao vapor da acetona foram testados: 20, 30 e 40 min. Baseado na literatura, foi estabelecido o tempo de 15 minutos, em temperatura ambiente, para a secagem das peças.

Figura 1 – Metodologia para a suavização de objetos impressos 3D por FFF com o uso de acetona fria.



Fonte: dos autores.

A geometria das peças foi escolhida de modo que suas superfícies possibilitassem a análise do comportamento da técnica em superfícies planas, inclinadas e curvas, assim como, em topografias côncavas e convexas. As peças foram produzidas por FFF O (uPrint SE, Stratasys), foi utilizado filamento de ABS (ABS Plus 430XL Ivory, Stratasys) e altura de camada de 0,0254 mm. Foram utilizados dois sentidos construtivos – horizontal e vertical (Figura 2) – com diferentes escalas de modo aos picos e vales ficarem com 2, 3 e 4 mm.

Figura 2 – Sentido construtivo das amostras preliminares.

Fonte: dos autores.

Para a análise do desvio geométrico 3D (3D geometric deviation), as peças foram digitalizadas (antes e depois da exposição ao vapor de acetona) com o scanner 3D a laser (Digimill 3D, Tecnodrill), lente de 75 mm (precisão z de 0,01 mm) e resolução xy de 0,05 mm. Os dados obtidos foram avaliados no software Geomagic Qualify. Para análise visual, foi utilizado o Microscópio Eletrônico de Varredura – MEV (TM3000, Hitachi) e a Lupa Estereoscópica (SZX16, Olympus).

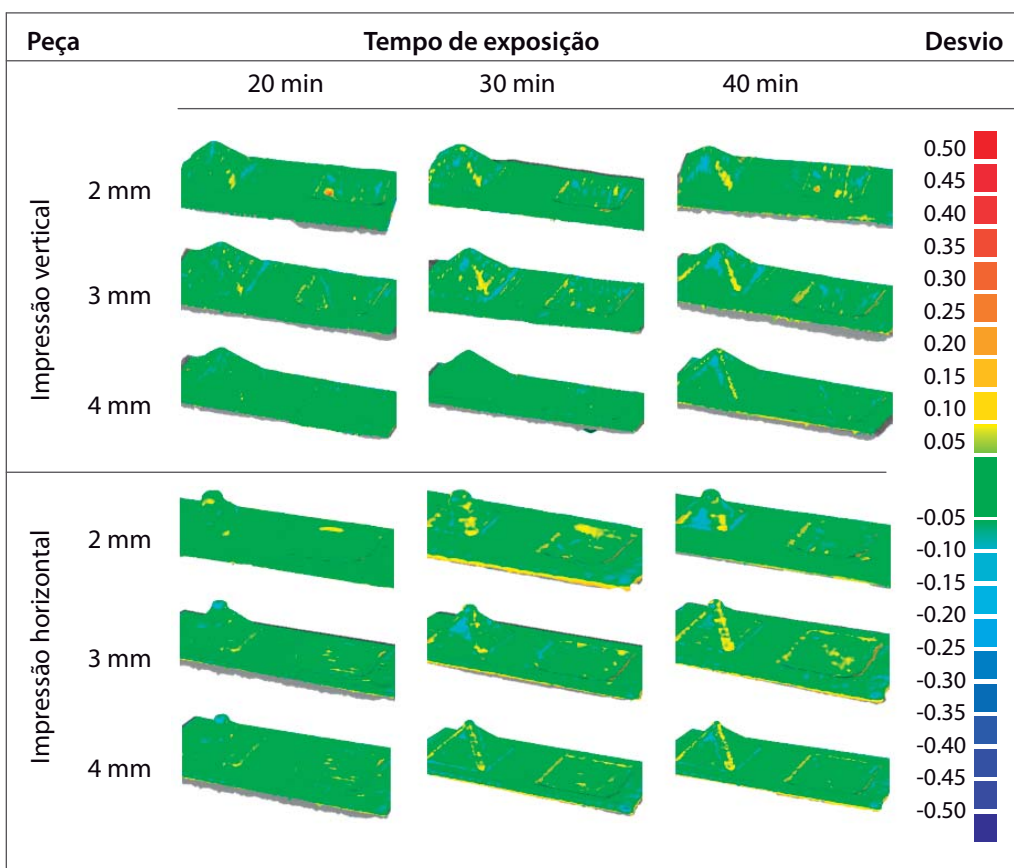
5 Análise e discussão dos resultados

Após a aplicação do vapor de acetona, foi possível observar o aumento do brilho da superfície, indicando uma menor rugosidade. Antes da evaporação da acetona, as peças ficam com a superfície amolecida e é necessário cuidado no manuseio. Por esta razão, o tempo de secagem de 15 minutos foi fundamental para a obtenção do resultado final. Ainda, foi possível observar a diferença das superfícies tratadas em relação à base da peça – que não foi suavizada por estar em contato com o fundo do recipiente e, portanto, sem contato com o vapor da acetona.

No que tange ao desvio dimensional, pode-se dizer que, quantitativamente, não houve diferença (Quadro 1). Porém, qualitativamente, são observadas diferenças nos locais onde as cores mudam do verde (neutro na escala) para os tons de azul, amarelo e vermelho. A justificativa para não se observarem mudanças quantitativamente se deve ao fato da área afetada pela suavização (amarela e azul) ser pequena em relação à área do modelo (área verde). Assim, os valores de desvios dimensionais se diluem na média de erros da superfície.

Entre os sentidos de impressão vertical e horizontal (Quadro 1), foram observados maiores desvios dimensionais nas amostras impressas horizontalmente, principalmente nos cumes e bordas laterais das pirâmides. Esse resultado fica mais evidente com o aumento do tempo de exposição. Nas amostras com impressão na vertical foi possível verificar maiores desvios dimensionais nas peças com picos e vales menores (2 mm e 3 mm) e com tempo de exposição maior (40 min). Além disso, foi possível observar maior efeito escada na porção plana das amostras impressas com orientação vertical.

Quadro 1: Comparação 3D das peças em diferentes tempos de exposição ao vapor de acetona.

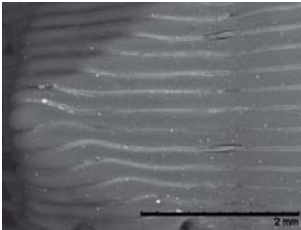
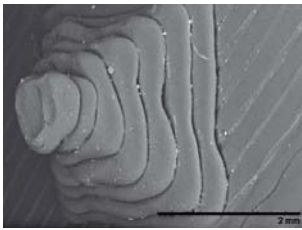
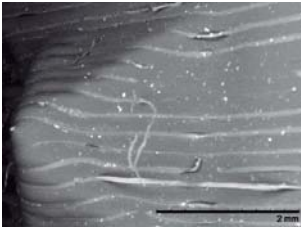
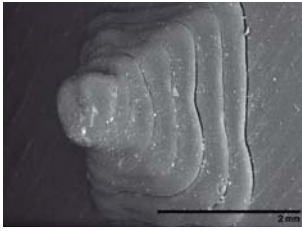
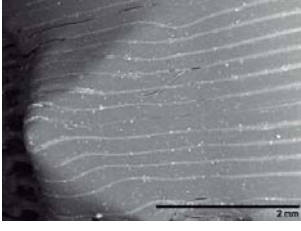

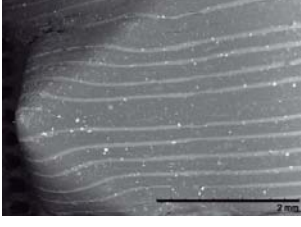
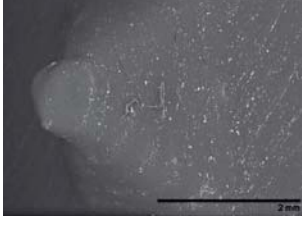


Fonte: dos autores.

Nas análises visuais por MEV (Quadro 2), podem ser observadas mudanças na geometria das peças. Esse resultado corrobora com a comparação 3D do Quadro 1.

Na primeira linha do Quadro 2, estão dispostas as fotos das pirâmides impressas por FFF sem nenhum tratamento. Nessas imagens, observa-se que, em termos de qualidade de impressão, a vertical mantém as formas gerais da pirâmide – com o formato de cume mais preciso – quando comparado com a impressão horizontal. Também foi possível observar que a deformação das arestas e cumes das pirâmides aumenta em tempos maiores de exposição ao vapor de acetona.

Quadro 2: MEV das amostras impressas por FFF antes e depois da exposição ao vapor de acetona.

Tempo	Impressão vertical	Impressão horizontal
0 min		
20 min		
30 min		
40 min		

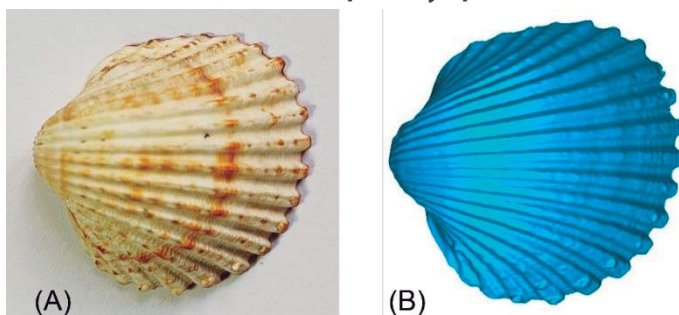
Fonte: dos autores.

Tanto na comparação 3D, quanto nas imagens obtidas por MEV, foi possível verificar que a melhor qualidade superficial está nas peças que foram impressas na orientação vertical. Outra observação é que, dependendo da escala dos elementos criados para a textura, deve-se excluir o tempo de exposição mais alto (40 min), devido ao risco de perder as formas mais diminutas da textura.

6 Validação dos resultados em uma textura bioinspirada

Para verificar a replicabilidade dos resultados obtidos, foi selecionada por conveniência um objeto natural com textura superficial característica. Assim, como inspiração para o design de uma textura, foi utilizada a concha bivalve da família Cardiidae (Figura 3), popularmente conhecida como berbigão (SCHNEIDER, 1995). Seu desenho simétrico radial proporciona um aspecto suave e aderente.

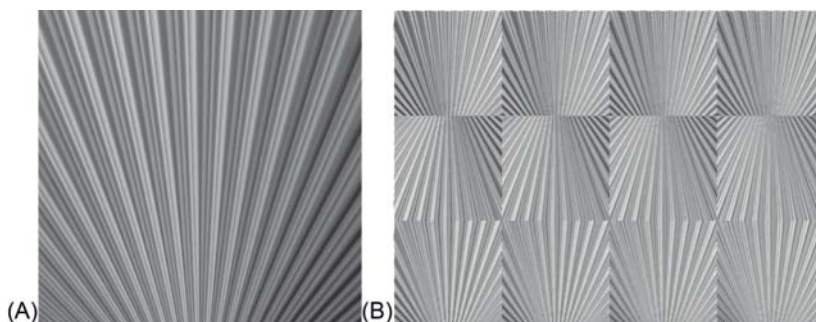
Figura 3: Imagens da concha bivalve natural (A) e sua NURBS (Non-Uniform Rational B-splines) após escaneamento 3D (B)



Fonte: dos autores.

Para a aquisição da geometria natural da concha foi utilizando o scanner a laser Digimil 3D (LDSM – UFRGS) e com o auxílio do programa Geomagic Studio foi possível exportar a geometria em formato *.STL para que possibilitasse o manejo da malha 3D.

Figura 4: Módulo de repetição



Fonte: dos autores.

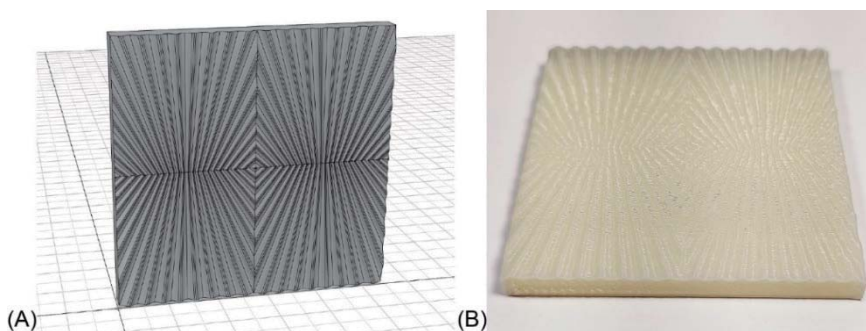
Para a criação de um *rapport* inspirado na concha do berbigão, foi necessário criar um módulo de repetição. Desta forma, alguns estudos de *rapports* foram criados seguindo dois conceitos básicos: volumetrias múltiplas e simplificação da forma. Nas volumetrias múltiplas, a ideia foi usar a forma

natural da concha e criar padrões com ela. Já na simplificação da forma, trabalhou-se com uma parte significativa da concha (ranhura natural) e, a partir dela, foram criados os padrões de repetição do *rapport* (Figura 4).

Na Figura 4A, está o módulo de repetição criado a partir da ranhura central da concha bivalve que foi repetida radialmente e, posterior a isto, recortada na forma de um retângulo. Sua reprodução no *rapport* (Figura 4B) foi dada utilizando cópias no sentido horizontal e espelhamento no sentido vertical. As arestas do módulo de repetição se encaixam criando o efeito visual apresentado, o qual foi selecionado para o estudo final.

A amostra da textura 3D bioinspirada da concha bivalve foi impressa no sentido vertical, mantendo os mesmos parâmetros das amostras iniciais. O *rapport* escolhido para impressão 3D por FFF consiste na repetição de quatro módulos. A dimensão da base da peça foi de 50 x 50 mm (Figura 5).

Figura 5: *Rapport* em CAD com orientação de impressão na vertical (A) e amostra com a textura bioinspirada impressa por FFF (B).



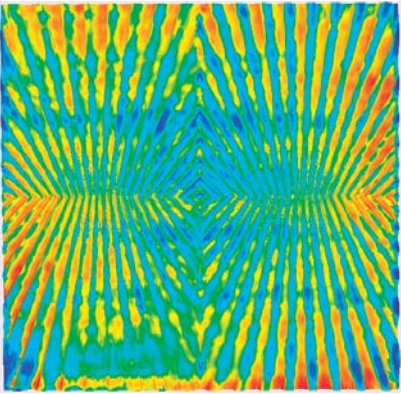
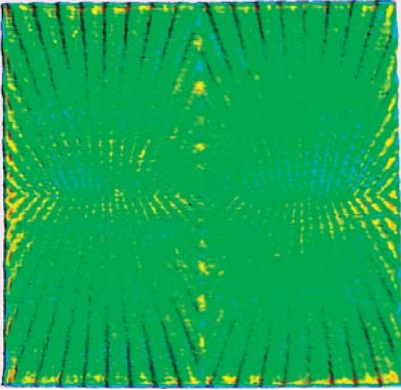
Fonte: dos autores.

Para a suavização do efeito escada, foi utilizado o tempo de exposição de 30 minutos. Este tempo foi definido tendo em conta as imagens de MEV (Quadro 2), onde a suavização da rugosidade de impressão se mostrou mais efetiva e, ao mesmo tempo segura, pois a perda dimensional ainda foi pequena. A amostra da textura bioinspirada foi digitalizada em 3D e analisada no MEV e na lupa estereoscópica antes e depois da exposição ao vapor de acetona.

Na primeira linha do Quadro 3, está a análise comparativa 3D do desenho CAD no formato STL com a amostra impressa sem o tratamento superficial. É possível observar um desvio dimensional em toda a extensão das duas laterais da amostra durante a impressão (tons de azul no espectro). Além disto, também se verifica que tanto os picos, quanto os vales, possuem zonas de desvio dimensional (tons de azul e laranja). O erro quadrático mé-

dio (RMS) apresentado entre as duas peças foi de 0,09 mm. Cabe salientar que esse valor está dentro da tolerância esperada para o processo de impressão 3D por FFF. Os tons azuis e vermelhos estão mais fortes, pois a escala foi mantida para permitir uma melhor comparação em relação às demais peças.

Quadro 3: Comparação 3D de todas as etapas do processo (modelo CAD, impressão 3D por FFF e suavização da rugosidade superficial com vapor de acetona).

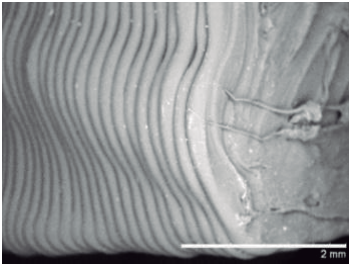
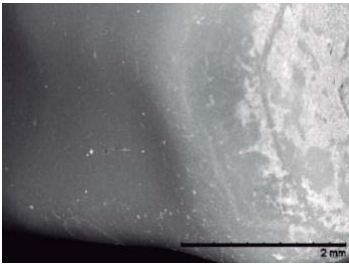
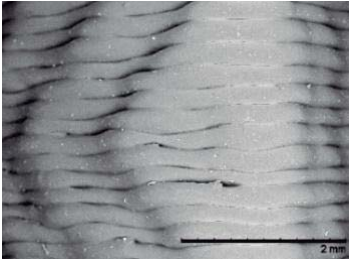
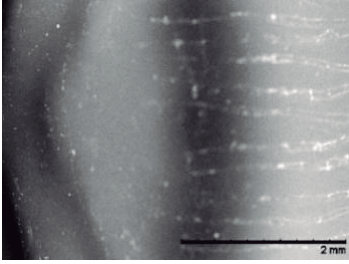


Etapa	RMS (mm)	Comparação 3D	Desvio
Modelo CAD comparado com impressão 3D sem tratamento	0,09		0.50 0.45 0.40 0.35 0.30 0.25 0.20 0.15 0.10 0.05
Impressão 3D sem tratamento comparado com a impressão com tratamento	0,04		-0.05 -0.10 -0.15 -0.20 -0.25 -0.30 -0.35 -0.40 -0.45 -0.50

Fonte: dos autores.

Já na comparação 3D entre a peça impressa por FFF, antes e depois da exposição ao vapor de acetona (segunda linha do Quadro 3), foi verificado um desvio dimensional menor. As áreas mais afetadas são próximas às quatro arestas externas, as quais apresentaram uma pequena deformação, indicando que a peça deu uma leve inchada. Além disto, nas porções onde o raio da textura diminui (mais ao centro) existe uma perda de forma indicada pelos tons de azul, isso ocorre devido à dimensão da textura ser muito pequena no local. A análise quantitativa está condizente com a descrição qualitativa,

pois o valor RMS ficou em 0,04 mm, indicando baixa distorção geométrica. Assim, o resultado da suavização da superfície foi considerado satisfatório, uma vez que o erro dimensional resultante da técnica é menor do que o erro inerente ao próprio processo de impressão 3D por FFF.

Quadro 4: Imagens de MEV e Lupa da amostra da textura bioinspirada.

Equipamento	Impressão 3D sem tratamento	Impressão 3D com tratamento
MEV		
		
LUPA		

Fonte: dos autores.

No Quadro 4 estão as imagens realizadas no MEV e na lupa estereoscópica. Nas análises das imagens da amostra com a textura bioinspirada, foi possível averiguar que a rugosidade superficial, deixada pelo caminho de deposição do filamento, ficou completamente alisada em todas as superfícies que tiveram contato com o vapor de acetona (topo e laterais). Além da suavização, foi verificada uma leve perda de forma, também condizente com a análise de comparação 3D.

7 Considerações finais

A técnica de suavização com vapor de acetona fria se mostrou rápida e eficiente, proporcionando uma superfície alisada e brilhante. O resultado do estudo prático ficou em sintonia com a literatura revisada (GARG; BHATTACHARYA; BATISH, 2017; LALEHPOUR; JANETEAS; BARARI, 2018; NEFF; TRAPUZZANO; CRANE, 2018), visto que foi possível suavizar o efeito escada, porém, com alguma perda dimensional.

Com base no estudo realizado, os principais cuidados a serem considerados por quem irá aplicar o procedimento são os tempos de exposição, a temperatura ambiente da sala e respeitar o tempo de secagem do ABS após a exposição ao vapor de acetona (15 min) para que a superfície se mantenha preservada. É importante lembrar que uma das faces das amostras permaneceu em contato com a base do recipiente e isso impediu que ocorresse o alisamento nesta. Quando a técnica for aplicada em um protótipo, o mesmo deverá ser fixado de forma a possibilitar que o vapor de acetona percorra todas as faces a serem alisadas.

Os resultados finais, que compararam uma textura bionspirada impressa por FFF ao seu modelo 3D, se mostraram satisfatórios e condizentes aos testes preliminares. Assim, foi evidenciado que a metodologia de suavização com o auxílio dos vapores de acetona fria é uma boa alternativa de acabamento para protótipos impressos por FFF. Por fim, também foi apurada a necessidade de mais estudos quanto à suavização com vapor de acetona, visando ao aumento da precisão do processo, para minimizar as perdas de detalhes geométricos.

Referências

- ASTM D638-03. **Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics**. USA. 2003.
- BASHA, S. M. *et al.* State of Art on Vapour Smoothing of Fused Deposition Modelling Components. **Applied Mechanics and Materials**, [S. l.], v. 903, p. 57–63, 2021.
- BERMAN, Barry. **3-D printing**: The new industrial revolution. [S. l.], 2011.
- CAMPOS, Luiz Emanuel S. M. **Impressoras 3 D - definições, conceitos e prática**. 1. ed. Buenos Aires: Delearte Emcampos, 2011. E-book.
- CHOHAN, Jasgurpreet Singh; SINGH, Rupinder. Pre and post processing techniques to improve surface characteristics of FDM parts: a state of art review and future applications. **Rapid Prototyping Journal**, [S. l.], v. 23, n. 3, p. 495–513, 2017.
- CHOHAN, Jasgurpreet Singh; SINGH, Rupinder; BOPARAI, Kamaljit Singh. Parametric optimization of fused deposition modeling and vapour smoothing processes for surface finishing of biomedical implant replicas. Measurement: **Journal of the International Measurement Confederation**, [S. l.], v. 94, p. 602–613, 2016.
- CHOHAN, Jasgurpreet Singh; SINGH, Rupinder; BOPARAI, Kamaljit Singh. Thermal and surface characterization of ABS replicas made by FDM for rapid tooling applications. **Rapid Prototyping Journal**, [S. l.], v. 24, n. 1, p. 28–36, 2018.
- CHOHAN, Jasgurpreet Singh; SINGH, Rupinder; BOPARAI, Kamaljit Singh. Post-processing of ABS Replicas with Vapour Smoothing for Investment Casting Applications. **Proceedings of the National Academy of Sciences India Section A - Physical Sciences**, [S. l.], 2020.

- CUNICO, Marlon Wesley Machado *et al.* Investigation of additive manufacturing surface smoothing process. **Rapid Prototyping Journal**, [S. l.], v. 23, n. 1, p. 201–208, 2017.
- GALANTUCCI, L. M.; LAVECCHIA, F.; PERCOCO, G. Experimental study aiming to enhance the surface finish of fused deposition modeled parts. **CIRP Annals - Manufacturing Technology**, [S. l.], v. 58, n. 1, p. 189–192, 2009.
- GARG, Ashu; BHATTACHARYA, Anirban; BATISH, Ajay. Effect of cold vapour treatment on geometric accuracy of fused deposition modelling parts. **Rapid Prototyping Journal**, [S. l.], v. 23, n. 6, p. 1226–1236, 2017.
- JIANG, Ruth; KLEER, Robin; PILLER, Frank T. Predicting the future of additive manufacturing: A Delphi study on economic and societal implications of 3D printing for 2030. **Technological Forecasting and Social Change**, [S. l.], v. 117, p. 84–97, 2017.
- LALEHPOUR, Amirali; JANETEAS, Conner; BARARI, Ahmad. Surface roughness of FDM parts after post-processing with acetone vapor bath smoothing process. **International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, [S. l.], v. 95, n. 1–4, p. 1505–1520, 2018.
- NEFF, Clayton; TRAPUZZANO, Matthew; CRANE, Nathan B. Impact of vapor polishing on surface quality and mechanical properties of extruded ABS. **Rapid Prototyping Journal**, [S. l.], v. 24, n. 2, p. 501–508, 2018.
- OKAMOTO, Shogo; NAGANO, Hikaru; YAMADA, Yoji. Psychophysical Dimensions of Tactile Perception of Textures. **IEEE Transactions on Haptics**, [S. l.], v. 6, n. 1, p. 13, 2013.
- PIETANZA, Sergio; SORGENTE, Donato; PERCOCO, Gianluca. Enhancing the sustainability of chemical vapour polishing of additive manufactured ABS parts using a vacuum chamber. **Rapid Prototyping Journal**, [S. l.], v. 23, n. 6, p. 1043–1050, 2018.
- SCHNEIDER, JAY A. Phylogeny of the Cardiidae (Mollusca, Bivalvia): Protocardiinae, Laevicardiinae, Lahilliinae, Tulongocardiinae subfam. n. and Pleuriocardiinae subfam. n. **Zoologica Scripta**, [S. l.], v. 24, n. 4, p. 321–346, 1995.
- SCHREINER, Sabrina; RECHBERGER, Marcus; URGEN BERTLING, J. “. **Haptic perception of friction-correlating friction measurements of skin against polymer surfaces with subjective evaluations of the surfaces’ grip**. [S. l.], 2013.
- SINGH, Jaspreet; SINGH, Rupinder; SINGH, Harwinder. Investigations for improving the surface finish of FDM based ABS replicas by chemical vapor smoothing process: a case study. **Assembly Automation**, [S. l.], v. 37, n. 1, p. 13–21, 2017.
- ZHANG, S. *et al.* Finger pad friction and tactile perception of laser treated, stamped and cold rolled micro-structured stainless steel sheet surfaces. **Friction**, [S. l.], v. 5, n. 2, p. 207–218, 2017.

Como citar este capítulo (ABNT).

PESTANO, V., POHLMANN, M., SILVA, F.P. da. Avaliação da suavização da superfície de peças impressas em ABS com vapor de acetona. *In*: OLIVEIRA, G.G. de; NÚÑEZ, G.J.Z.; PASSOS, J.E.; **Design em Pesquisa – Volume 5**. Porto Alegre: Marcavizual, 2022, cap. 5, p. 9-21. E-book. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/iicd/publicacoes/livros>. Acesso em: 10 de novembro de 2022 (exemplo).

Como citar este capítulo (Chicago).

PESTANO, VIVIANE, POHLMANN, MARIANA, SILVA, FABIO PINTO DA. “Avaliação da suavização da superfície de peças impressas em ABS com vapor de acetona”. *In*: Design em Pesquisa – Volume 5 edited by Geísa Gaiger de Oliveira, Gustavo Javier Zani Núñez, Jaíre Ederson Passos, 9-21. Porto Alegre: Marcavizual. <http://www.ufrgs.br/iicd/publicacoes/livros>.