



DESENVOLVIMENTO DA ESTRUTURA PLÁSTICA DE UM TERMOCIRCULADOR APLICADO À TÉCNICA CULINÁRIA *SOUS VIDE*

João Vitor de Paiva Marcotti¹, Camila de Brito Miranda², Erinaldo Sanches Nascimento³

¹Acadêmico do Curso de Ciências Econômicas, Universidade Cesumar – UNICESUMAR, EAD. Programa Voluntário de Iniciação Científica da UniCesumar – PVIC/UniCesumar. joaomarcotti@alunos.unicesumar.edu.br

²Coorientadora, Doutora, Departamento de Engenharia Química, Universidade Estadual de Maringá - UEM. cbmiranda2@uem.br

³Orientador, Mestre, Docente, UNICESUMAR. erinaldo.nascimento@unicesumar.edu.br

RESUMO

Este trabalho aborda a teoria e o projeto relacionados ao desenvolvimento da estrutura plástica e do *design* de um termocirculador. Este trabalho visa projetar, reparar falhas presentes na estrutura elaborada por Marcotti e Nascimento (2021) e possibilitar a montagem e alocação de todos os circuitos eletrônicos do equipamento proposto. A estrutura foi projetada por meio do *software* SolidWorks, sendo pensada e elaborada para possuir fácil montagem e para ser fabricada por meio de impressão 3D em plástico ABS (sigla inglesa para *Acrylonitrile Butadiene Styrene*).

PALAVRAS-CHAVE: Impressão 3D; Modelagem 3D; Plástico ABS; *Sous Vide*; Termocirculador.

1 INTRODUÇÃO

A palavra *Sous Vide* tem origem francesa, sendo traduzida como “sob vácuo”. Por sua vez, a técnica culinária *Sous Vide* é definida como o ato de cozinhar um alimento embalado a vácuo, em um recipiente repleto de água com temperatura controlada. Esta técnica culinária foi aplicada pela primeira vez em 1970 por George Pralus, chef do restaurante Troisgros, ao buscar um método de preparo de *foie gras* (traduzido do francês: fígado de pato) que reduza as perdas da consistência original do alimento (BALDWIN, 2012).

Segundo Creed e Reeve (1998), atualmente, o grande atrativo desta técnica culinária ao público geral e a cozinheiros profissionais é, sem dúvida, a sua precisão quanto ao ponto de cocção do alimento, que, independente da sua espessura, sempre será fiel ao estabelecido previamente pelo cozinheiro. Ainda, de acordo com Baldwin (2012), os alimentos preparados por meio da técnica culinária *Sous Vide* mantêm as suas propriedades organolépticas e nutricionais, além de se tornarem muito mais macios e saborosos do que quando preparados por meio de técnicas culinárias convencionais.

Nesta técnica, o controle da temperatura da água pode ser feito de forma manual, substituindo a água do recipiente à medida que esfria, ou automática, utilizando-se um termocirculador que, por meio de sensores de temperatura, microcontrolador, aquecedor (ebulidor) e outros componentes eletrônicos, é capaz de misturar e manter a temperatura da água constante do início ao fim do preparo do alimento.

Normalmente, quando se trata de impressão 3D, três materiais se destacam, sendo eles o Acrilonitrila Butadieno Estireno (ABS: *Acrylonitrile Butadiene Styrene*), o Ácido Polilático (PLA: *Polylactic acid*) e o Polietileno Tereftalato Glicol (PETG: *Polyethylene Terephthalate Glycol*).

O ABS se trata do termoplástico mais antigo, barato e comum, sendo derivado do petróleo e, portanto, de origem não renovável. Segundo Galvani (2019), objetos feitos deste material são resistentes mecanicamente e levemente flexíveis, tornando-o ideal para a produção de peças que



precisem suportar cargas mecânicas e impactos. Também são consideravelmente resistentes à umidade e a temperatura. Por estas características, costumam ser escolhidos para protótipos industriais.

Por sua vez, o *PLA* é um material biodegradável e de origens vegetal, podendo ser feito de amido de milho, cana-de-açúcar, raízes de tapioca ou amido de batata. Segundo Galvani (2019), trata-se de um material mais sensível ao calor e que necessita ser guardado em lugares frescos e secos, caso contrário, torna-se quebradiço e pode apresentar problemas.

Já o *PETG*, segundo Galvani (2019), é considerado um material nobre para a impressão 3D em razão de suas características de alta resistência mecânica e química. Apresenta resistência às temperaturas, porém inferiores às suportadas pelo *ABS*.

Este trabalho trata do projeto da estrutura de um termocirculador aplicado à técnica culinária *Sous Vide* e baseado no protótipo projetado e executado por Marcotti e Nascimento (2021). Assim, sua estrutura e *design* foram elaborados de forma a reparar falhas observadas e pontuadas pelos autores durante a montagem do equipamento.

Desta forma, este trabalho possui como objetivo corrigir falhas notadas quanto à estrutura do trabalho de Marcotti e Nascimento (2021), buscando e projetando soluções que permitam e facilitem a disposição de todos os circuitos eletrônicos e fios conectores no interior do equipamento, validando a evolução entre o protótipo obtido neste trabalho e o dos autores citados. Além de comprovar a funcionalidade proposta ao dispositivo desenvolvido: a prática da técnica culinária *Sous Vide*.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Inicialmente, realizou-se uma revisão bibliográfica, estudando tópicos a respeito da técnica culinária *Sous Vide* e aplicações do termocirculador a ela, bem como assuntos relacionados à modelagem 3D, impressão 3D e propriedades físicas, químicas e térmicas dos plásticos *ABS*, *PLA* e *PETG*. Posteriormente, a estrutura do equipamento foi projetada por meio do *software* SolidWorks.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A estrutura do equipamento projetado foi dividida em 4 partes, visando facilitar a sua montagem e fabricação via impressão 3D: porção superior, porção inferior, tampa medial e tampa inferior.

A porção superior, conforme indicada na Figura 1, foi projetada de forma a conter e proteger as 3 placas de circuito impresso (na sigla em inglês *PCB: Printed Circuit Board*) dispostas em torre em seu interior, além de ventoinha, motor CC, display OLED e botões. Em sua face traseira temos a presença de um orifício que possibilita a entrada dos fios de tensão alternada, em suas laterais há grelhas que permitem a saída do ar quente e em sua face frontal tem-se a logo da empresa fictícia responsável pela produção e comercialização deste equipamento, a Termo 3D. Dispõe de dimensões laterais iguais a 7 x 7 cm, e altura igual a 6,3 cm.

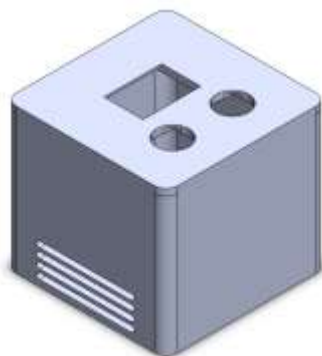


Figura 1: Porção superior em vista isométrica.

Fonte: Autoria própria.

Já a tampa medial, apresentada na Figura 2, foi elaborada de forma a fixar o motor CC, a ventoinha e os parafusos hexagonais que mantém as 3 PCBs em torre. Além disso, é responsável por ligar as porções superior e inferior do termocirculador. Dispõe de dimensões laterais iguais a 7 x 7 cm, e espessura igual a 3 mm.

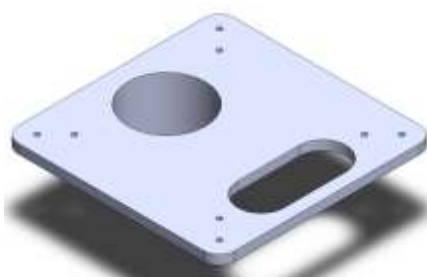


Figura 2: Tampa medial em vista isométrica.

Fonte: Autoria própria.

A porção inferior do termocirculador é a sua maior parte, e abriga o ebulidor, componente responsável por aquecer a água, o sensor de temperatura em sonda, o sensor de nível d'água e a hélice. Essa porção é mostrada na Figura 3, em 3 vistas diferentes e possui dimensões laterais iguais a 7 x 7 cm, e altura igual a 13 cm.



Figura 3: Vistas traseira (A), lateral (B) e frontal (C) da porção inferior.

Fonte: Autoria própria.



Por fim, tem-se a tampa inferior (Figura 4), parte esta que contém os imãs de fixação do termocirculador em seu interior. Ela sela a parte inferior do equipamento, possuindo grelhas que permitem a entrada de água em seu interior e possui as mesmas dimensões da tampa medial.



Figura 4: Tampa inferior em vista isométrica.

Fonte: Autoria própria.

Portanto, tem-se que a estrutura do termocirculador desenvolvido dispõe de dimensões laterais iguais a 7 x 7 cm e altura total de 19,9 cm. Essa estrutura completa é apresentada na Figura 5.



Figura 5: Vista isométrica da estrutura do termocirculador.

Fonte: Autoria própria.

Todas as partes que compõem o termocirculador mencionadas anteriormente foram pensadas e projetadas para serem fabricadas por meio de impressão 3D e compostas por plástico *ABS*. Optou-se pelo uso deste material em razão de possuir boa resistência mecânica, ponto de fusão superior à temperatura da água durante o funcionamento do equipamento e por se demonstrar superior, no geral, às outras opções disponíveis, conforme indicado no Quadro 1.

**Quadro 1:** Comparativo entre os tipos mais comuns de materiais para impressão 3D.

Material	ABS	PLA	PETG
Acabamento	Alto	Baixo	Médio
Densidade	1,04 g/cm ³	1,24 g/cm ³	1,27 g/cm ³
Temperatura máxima suportada	85°C	60°C	70°C
Rigidez	Alta	Muito alta	Média
Valor por quilograma (3DLab filamentos)	R\$65,90	R\$98,01	R\$98,01

Fonte: Galvani (2019).

Com as 4 partes finalizadas, e o material a ser utilizado definido, foi estimado o custo final de produção de uma unidade de cada parte da estrutura desenvolvida, bem como o custo total dela completa, sendo este igual a R\$17,16, indicado no Quadro 2.

Quadro 2: Tabela de custos de fabricação da estrutura desenvolvida.

Parte do termocirculador	Peso	Custo
Porção de cima	52,64 g	R\$3,47
Porção de baixo	182,34 g	R\$12,02
Tampa de baixo	9,7 g	R\$0,64
Tampa medial	15,58 g	R\$1,03
Total	260,26 g	R\$17,16

Fonte: Autoria própria.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A etapa de projeto da estrutura do termocirculador proposto foi concluída com satisfação, obtendo como resultados todos os arquivos necessários para a sua fabricação por meio de impressão 3D em plástico ABS. Assim, como continuidade a este trabalho, resta aos autores fabricarem as partes que compõem a estrutura e alocar os circuitos eletrônicos em seu interior, realizando a montagem completa do termocirculador desenvolvido, testando-o e validando seu funcionamento.

REFERÊNCIAS

BALDWIN, Douglas E. Sous vide cooking: a review. **International Journal of Gastronomy and Food Science**, [S. l.], v. 1, n. 1, p. 15-30, jan. 2012. Elsevier BV.

CREED, Philip G.; REEVE, William. Principles and applications of sous vide processed foods. **Sous Vide And Cook Chill Processing For The Food Industry**. Gaithersburg, p. 25-56, ago. 1998.

GALVANI, Yohanna. **Filamentos para impressora 3D**: entenda como funcionam e escolha o melhor para você. Entenda como funcionam e escolha o melhor para você. Disponível em: <https://www.filipeflop.com/blog/filamentos-para-impressora-3d/>. Acesso em: 20 ago. 2022.

MARCOTTI, João Vitor de Paiva; NASCIMENTO, Erinaldo Sanches. Desenvolvimento de um termocirculador aplicado à técnica culinária Sous Vide. *In*: XII EPCC - ENCONTRO INTERNACIONAL



Anais Eletrônico ISBN 978-85-459-2238-4

XI Mostra Interna de Trabalhos de Iniciação Científica

IV Mostra Interna de Trabalhos de Iniciação em Desenvolvimento Tecnológico e Inovação

DE PRODUÇÃO CIENTÍFICA DA UNICESUMAR, 2021, Maringá. **Anais Eletrônico XII EPCC.** Maringá: Unicesumar, 2021. 4p.