

DESENVOLVIMENTO DE UM TERMOCIRCULADOR APLICADO À TÉCNICA CULINÁRIA SOUS VIDE

João Vitor de Paiva Marcotti¹, Erinaldo Sanches Nascimento²

¹Acadêmico de Curso de Ciências Econômicas, EAD, Universidade Cesumar – UNICESUMAR. Bolsista PIBIC/ICETI-UniCesumar. joaovmarcotti@hotmail.com

²Orientador, Mestre, Departamento de Engenharia, UNICESUMAR. Pesquisador do Instituto Cesumar de Ciência, Tecnologia e Inovação – ICETI. erinaldo.nascimento@unicesumar.edu.br

RESUMO

Sous vide é uma técnica de culinária francesa, a qual consiste no cozimento de um alimento dentro de uma sacola de plástico não tóxico sob vácuo, em um recipiente com água sob temperatura controlada. A temperatura constante e baixa sob a qual o alimento é mantido por várias horas de cozimento, preserva as suas propriedades e características físicas, garantindo aparência e maciez impossíveis de se atingir com técnicas de culinária tradicionais. A temperatura da água pode ser mantida constante de forma manual ou automática, utilizando para isso um termocirculador, objeto de interesse deste projeto. Um termocirculador consiste em um ebulidor e um circuito eletrônico microcontrolado responsável por ativa-lo ou não dependendo da temperatura da água, funcionando como um termostato. Outros componentes e funcionalidades podem ser acrescentados ao termocirculador, como display para exibição de informações, sensor de nível d'água, conexão wifi ou bluetooth e uma hélice com motor CC, garantindo uma maior homogeneidade da temperatura da água.

PALAVRAS-CHAVE: Impressão 3D; Arduino; ESP01.

1 INTRODUÇÃO

A palavra *sous vide* tem origem francesa, sendo traduzida como “sob vácuo”. Já a técnica culinária *sous vide*, é definida como o ato de cozinhar um alimento, este embalado a vácuo, em um recipiente repleto de água com temperatura controlada. [1]

Esta técnica culinária foi aplicada pela primeira vez em 1970 pelo chef do restaurante Troisgros, George Pralus, que buscava um método para preparar *foie gras* (fígado de pato) sem perder a consistência original do alimento. [2]

Atualmente, o que mais chama a atenção do público e dos cozinheiros profissionais quanto ao uso desta técnica culinária é, sem dúvida, a sua precisão quanto ao ponto de cocção do alimento, que, independente da sua espessura, sempre será fiel ao estabelecido pelo cozinheiro. Isto ocorre, pois a temperatura interna do alimento tende a se igualar à temperatura da água do recipiente no qual ele se encontra. Ainda, os alimentos preparados por meio da técnica *sous vide* mantêm as suas propriedades organolépticas e nutricionais, além de se tornarem muito mais macios e saborosos. [1] [3] [4]

A troca de calor entre o alimento e a água do recipiente ocorre por meio da irradiação, fenômeno este facilitado pelo alimento estar sob vácuo. Ou seja, quanto melhor for o vácuo no qual o alimento se encontra, mais precisa será a sua temperatura interna.

O controle da temperatura da água pode ser feito de forma manual, adicionando água quente a medida que a água do recipiente esfria, ou automática, por meio de um termocirculador capaz de manter a sua temperatura constante do início ao fim do cozimento.

Um termocirculador é um aparelho eletrônico que, por meio de sensores de temperatura, um microcontrolador, um motor com hélice, uma resistência elétrica e outros componentes eletrônicos, mistura e mantém um líquido à uma temperatura definida previamente pelo usuário.

Atualmente, um termocirculador para a prática desta técnica possui um elevado preço no mercado brasileiro, iniciando em R\$1.000,00 para máquinas amadoras e

alcançando valores superiores a R\$8.000,00 para equipamentos profissionais, dificultando a sua adoção por restaurantes pequenos e cozinheiros amadores. [6] [7]

Este projeto busca desenvolver um termocirculador de baixo custo e de montagem simples, visando tornar mais acessível a prática da técnica culinária *sous vide*, além de a divulgar, e combinar, em um produto final, conhecimentos sobre eletrônica, impressão 3D e culinária.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

A confecção de toda a estrutura do termocirculador acontecerá por meio de impressão 3D utilizando o plástico ABS (Acrlonitrilo Butadieno Estireno), que possui boa resistência mecânica e ponto de fusão superior à temperatura da água durante o seu funcionamento e superior ao ponto de fusão dos plásticos concorrentes, o PLA (Poliácido Láctico) e o PETG (Polietileno Tereftalato de Etileno Glicol). O design do protótipo foi obtido por meio do software de desenho e simulação SolidWorks, dispendo de 4,5x4,5x20cm como dimensões XYZ finais.

Para a programação do microcontrolador ATmega328p-pu foi utilizado a Arduino IDE, em razão da familiaridade com este software e praticidade ofertada por suas bibliotecas e layout

Para projetar o circuito esquemático e a placa de circuito impresso (PCB) referente a ele, utilizou-se o software EasyEDA, em razão da facilidade proporcionada por ele ao se orçar e encomendar a placa desenvolvida por meio da empresa chinesa JLC PCBs.

Para o aquecimento da água optou-se por um ebulidor com potência de 680W, e tensão alternada de 110V, controlado por um microcontrolador por meio de um módulo rele.

Para o processamento das informações enviadas pelo sensor de temperatura e controle do aquecimento do ebulidor, será utilizado o microcontrolador ATmega328p, programado por meio da Arduino IDE, e para a conexão wifi, será utilizado o módulo ESP01.

Como fonte de energia para o microcontrolador e demais componentes eletrônicos, será utilizado um transformador e circuito retificador 110V – 5V, retirados de um carregador de celular. Como fonte de energia para o ebulidor, será utilizada uma tomada doméstica de 110V.

Por fim, para evitar que o termocirculador seja ligado em ambiente seco, o que acarretaria no derretimento do ebulidor e comprometimento de todo o produto, será utilizado um sensor de nível d'água, que permitirá o funcionamento do ebulidor e demais componentes eletrônicos apenas quando estiver em contato com a água. Um buzzer passivo será responsável por alertar o usuário caso esta situação ocorra.

Testes foram realizados em protoboard para conferir o funcionamento do circuito projetado, afim de garantir a funcionalidade da PCB projetada. [8] [9]

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Até o momento, a pesquisa contou com a escolha e compra de todos os componentes que compõem o termocirculador, a elaboração e testes do circuito eletrônico presente em seu interior, o desenho de sua estrutura e a escolha do nome da empresa fictícia responsável pela comercialização do produto final desenvolvido.

O circuito eletrônico foi desenvolvido e projetado em PCB, sendo necessário alterar suas configurações diversas vezes, com o objetivo de reduzir suas dimensões, e consequentemente as dimensões do termocirculador, além de corrigir erros observados durante os testes do circuito em protoboard. A primeira PCB projetada possuía dimensões de 9,7x6cm, com conexão direta entre microcontrolador e motores. Já a versão final, é dividida em duas PCBs, dispostas uma sobre a outra, ambas com dimensões iguais a

3,6x3cm. Foi necessário adicionar ao circuito transistores NPN para o controle do motor e *cooler*, com seu terminal *gate* conectado às portas digitais do Arduino, com o objetivo de exigir menos corrente do microcontrolador.

A estrutura do termocirculador sofreu mudanças graças às alterações de dimensões da PCB, partindo de 10x10x35 cm em sua primeira versão, para 4,5x4,5x20 cm em sua versão final, medidas compactas e suficientes para alocar todos os componentes necessários para o funcionamento do protótipo.

Ainda, vale destacar a redução na altura do termocirculador, iniciando com 35cm, e dispondo de 20cm de altura em sua versão final, uma redução de 57,14%.

Com a conclusão do desenho da estrutura do termocirculador, PCB e a compra dos demais componentes eletrônicos, foi elaborada uma planilha em Excel, contendo o orçamento do produto final desenvolvido, sendo o seu preço total igual a R\$449,24.

Por fim, com os dados referentes ao ebulidor adquirido e com o auxílio de sites escolares e uma planilha em Excel, utilizando-se princípios e equações de calorimetria e circuitos elétricos, foi possível realizar os cálculos a fim para se obter o tempo necessário para aquecer 1 litro d'água, partindo da temperatura de 20°C para 60°C. Utilizou-se as seguintes equações: [8] [9]

$$Q = m * c * \Delta T \quad (1)$$

$$Q = P * t \quad (2)$$

$$P = i * V \quad (3)$$

$$i = V/R \quad (4)$$

Igualando (1) e (2)

$$P * t = m * c * \Delta T \quad (5)$$

Substituindo (3) em (5)

$$i * V * t = m * c * \Delta T \quad (6)$$

Substituindo (4) em (6)

$$\frac{V * V * t}{R} = m * c * \Delta T \quad (7)$$

Isolando t (tempo em segundos)

$$t = \frac{m * c * \Delta T * R}{V * V}$$

Sendo as variáveis, para 1 litro de água:

Massa (m) = 1000 gramas

Calor específico (c) = 4,2 joules

Variação de temperatura (ΔT) = (60-20) = 40 °C

Resistência (R) = 33,3 Ohms

Tensão (V) = 180 volts

$$t = \frac{1000 * 4,2 * (60 - 20) * 33,3}{180 * 180}$$
$$t = 172,67 \text{ segundos} = 2,88 \text{ minutos}$$

Portanto, o tempo necessário para aquecer 1 litro de água de 20°C à 60°C é, teoricamente, igual a 2 minutos e 53 segundos, e sua veracidade será conferida, posteriormente, de forma prática, durante a fase de testes do projeto.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para os meses restantes no cronograma do projeto, espera-se encomendar a PCB projetada, além da impressão em plástico ABS da estrutura do termocirculador, bem como a idealização e elaboração de uma empresa fictícia para a fabricação e comercialização do produto desenvolvido, contendo plano de negócios, modelo de negócios, marca, redes

sociais e divulgação. Além Disso, espera-se que o produto final passe por uma fase de testes, que contará com a validação dos cálculos de calorimetria realizados e a preparação de diversos alimentos por meio da técnica culinária Sous Vide.

REFERÊNCIAS

[1] - BALDWIN, E. D. Sous vide cooking: A review.

[2] - História do sous vide. Disponível em: <<https://web.archive.org/web/20160819041358/http://chefsousvide.com/sous-vide/historia-sous-vide>>. Acesso em: 19 de maio de 2020.

[3] - CREED, G. P.; REEVE, W. Principles and applications of sous vide processed foods.

[4] - Vacook™ WiFi: the professional thermocirculator for a perfect sous-vide cooking. Disponível em: <<https://www.italynnova.com/showcase/vacook-wifi-the-professional-thermocirculator-for-a-perfect-sous-vide-cooking/>>. Acesso em: 30 de outubro de 2020.

[5] - CULKIN, J. Aprenda Eletrônica com Arduino.

[6] - Termocirculador Sous Vide Cetro SV95. Disponível em: <https://www.cetroloja.com.br/termocirculador-sous-vide-sv95?utm_source=Site&utm_medium=GoogleMerchant&utm_campaign=GoogleMerchant&gclid=Cj0KCQjw3duCBhCAARIsAJeFyPXRkz7kTSG5AXMhRukliLWnby8sd0C_T_3kpqsMgo_F6k7aWf-aepsaAvGPEALw_wcB>. Acesso em: 21 de março de 2021.

[7] - Termocirculador Sous Vide Profissional Sulpack SVS 18. Disponível em: <https://www.pontofrio.com.br/termocirculador-sous-vide-profissional-sulpack-svs-18-1504300933/p/1504300933?utm_medium=cpc&utm_source=GP_PLA&IdSku=1504300933&idLojista=32731&utm_campaign=3p_shopping-full&gclid=Cj0KCQjw3duCBhCAARIsAJeFyPUc0c-Hpigv9QT0P6n4IU8tkY4YJX5pXYwTJSGmsB2tzpfMvbmNNaUaAtq0EALw_wcB>. Acesso em: 21 de março de 2021.

[8] – Efeito Joule. Disponível em: <<https://brasilescola.uol.com.br/fisica/efeito-joule.htm>>. Acesso em: 29 de julho de 2021.

[9] – Equação fundamental da calorimetria. Disponível em: <<https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/equacao-fundamental-calorimetria.htm>>. Acesso em: 29 de julho de 2021.