

DESENVOLVIMENTO DE UMA CUBA DE ELETROFORESE UTILIZANDO IMPRESSÃO 3D

André Arnaldo da Silva¹; Viviana Barbosa Paes²; Carlos Henrique Duarte Felisbino³

1. Estudante do curso de Engenharia Mecânica; e-mail andresilva.arnaldo@gmail.com
2. Professora da Universidade de Mogi das Cruzes; e-mail viviana@umc.br
3. Professor da Universidade de Mogi das Cruzes; e-mail carlosfelisbino@umc.br

Área de Conhecimento: **Ciências Exatas; Engenharia; Bioquímica.**

Palavras-chaves: Impressão 3D; Eletroforese; Manufatura aditiva.

INTRODUÇÃO

A eletroforese é uma técnica utilizada para separação de proteínas presentes em uma amostra por meio da aplicação de uma carga elétrica. A amostra a ser analisada é colocada em um gel e junto com ele depositado em um recipiente com uma solução tampão, solução essa que tem a função de manter o pH do meio estável durante o processo (MOREIRA e GARCIA,2002), então uma corrente elétrica é aplicada fazendo com que suas moléculas com íons negativos se desloquem em direção ao pólo positivo (ânodo) e suas moléculas com íons positivos se desloquem em direção ao pólo negativo (catodo), ocorrendo assim a separação das proteínas (MOREIRA e GARCIA,2002), com essa separação é possível estudar as proteínas presentes na amostra e identificá-las. A indisponibilidade das cubas de eletroforese em universidades e escolas pode estar associada ao seu valor de aquisição, chegando a custar mais de R\$2.000,00 (BUNKER,2019). Dentre muitos processos de fabricação, podemos destacar a impressão 3D, ou manufatura aditiva, que vem crescendo cada vez mais em diversos setores, por sua flexibilidade em fabricar peças de diversas geometrias com baixo custo. Esse método de fabricação, vem atraindo olhares da indústria, segundo a Gartner (2017) “[...] até 2021, 20% das 100 maiores empresas de bens de consumo do mundo usarão impressão 3D para criar produtos personalizados”. (BASILIERE, 2017), isso mostra o quanto esse meio de produção é atraente.

O processo de fabricação 3D apresenta semelhanças à uma fresadora CNC, onde através de coordenadas cartesianas a peça projetada vai ganhando forma, porém, ao invés de remover material para chegar às medidas desejadas, ele deposita material em camadas sucessivas, por esse motivo, a técnica também é conhecida como manufatura aditiva. Polímeros são utilizados na impressão, sendo os mais comuns o Acrilonitrila Butadieno Estireno (ABS) e o Poliacido Láctico (PLA), no processo esses materiais são aquecidos até sua temperatura de fusão onde são extrudados e depositados com as coordenadas da geometria da peça.

O processo de impressão é dividido em três etapas, sendo elas, o desenho do modelo em um software 3D, configuração da máquina para imprimir o modelo e, por fim, a impressão do modelo em si. Dentre esses três processos, a configuração da máquina possui influência direta no resultado final, nessa etapa, é definida a altura de cada camada de impressão da peça, a velocidade de impressão, como será seu preenchimento interno e como será a espessura de seu perímetro.

Tendo em vista os pontos apresentados, é possível supor que uma cuba de eletroforese pode ser produzida por meio da impressão 3D, com objetivo de reduzir seu custo de construção, de modo que se torne mais acessível, especialmente para fins educacionais, em escolas e universidades.

OBJETIVO

Desenvolver uma cuba de eletroforese de baixo custo, utilizando manufatura aditiva, que possa ser utilizada para fins educacionais.

METODOLOGIA

- **Testes com material**

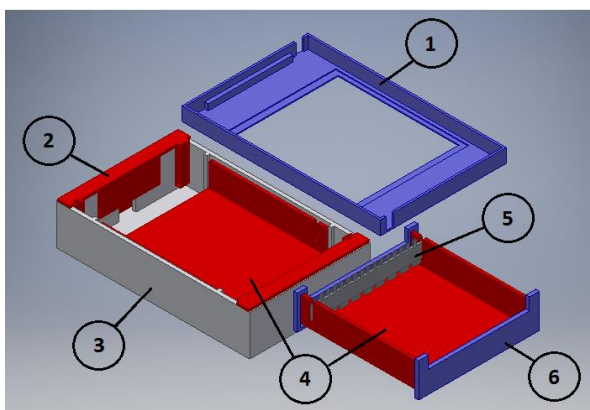
No processo de eletroforese a solução tampão além de ser utilizada para controle de pH também é o condutor de eletricidade do processo, o mesmo tem contato direto com a cuba. Para prosseguir com o protótipo impresso da cuba testou-se o comportamento do PLA e do ABS em contato a solução tampão, para isso 12 corpos de prova foram desenhados conforme com a norma ASTM D638 e impressos, sendo eles 6 de ABS e 6 de PLA, todos os corpos foram impressos com 50% de preenchimento interno e 0,2 mm de altura de camada. A temperatura de impressão para o ABS foi de 230°C e para o PLA foi de 210°C. Três corpos de cada material foram expostos a 1 litro da solução tampão TAE 50x LGC Biotecnologia por 24 horas, em seguida um ensaio de tração foi realizado com os 12 corpos a fim de verificar se houve alguma alteração nas propriedades mecânicas do ABS e do PLA ao ser exposto à solução tampão, comparando suas propriedades com e sem contato à solução.

Outro teste realizado foi o de estanqueidade, como a cuba armazena a solução tampão que é líquida, não deve haver vazamentos, para o teste, três recipientes de 24 x 24 x 16 mm foram impressos cada um com uma quantidade diferente de camadas em seu perímetro, uma com 1 camada, uma com 2 camadas e uma com três camadas, ambas foram preenchidas com água durante um período de 2 horas, a fim de observar possíveis vazamentos.

- **Projetando a cuba**

Baseado nas cubas existentes no mercado o modelo projetado para impressão possui um total de 8 peças. De acordo com a figura 1 são eles: 1- Tampa, 2- Suporte para eletrodo, 3 – Cuba, 4 – Cama para gel, 5 – Pente com dente de 1 x 7 e 1 x 2,5 mm, 6 – Placa lateral.

Figura 1 - Componentes da cuba de eletroforese



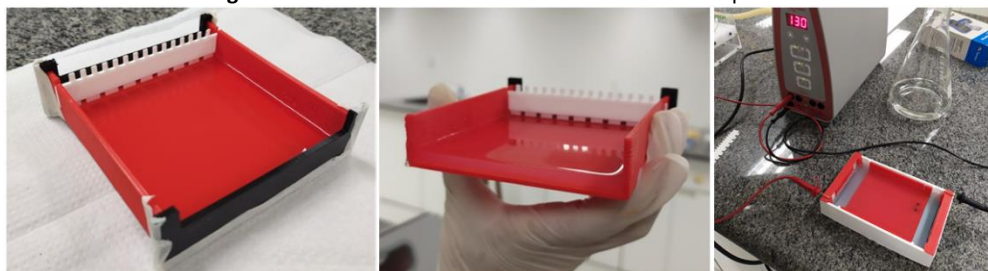
• **Ensaio de eletroforese**

Para o testar o funcionamento da cuba, um ensaio de eletroforese foi realizado com orientação da professora do curso de Ciências Biológicas Viviana Barbosa Paes da Universidade de Mogi das Cruzes. Na preparação do gel onde as amostras são depositadas, uma mistura de tampão TAE 1x e agarose foi aquecida até sua homogeneização, em seguida a solução foi retirada do fogo e adicionou-se brometo de etídeo e misturou-se até a homogeneização. Com a solução pronta a mesma foi depositada na cama junto com as placas laterais e o pente.

Com o gel preparado na cama, as laterais foram retiradas e a cama foi colocada dentro da cuba, em seguida adicionado tampão TAE 1x até cobrir a superfície do gel. Em seguida o pente que estava junto com o gel foi retirado da cama deixando espaços onde amostras de DNA foram depositadas.

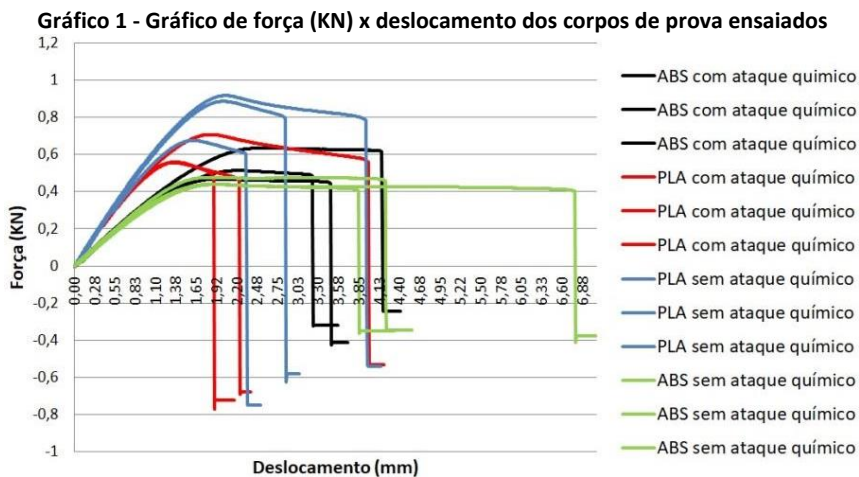
Utilizando uma fonte modelo Hoefel PS300-B uma tensão de 130V e corrente de 500mA foi aplicado na cuba durante 15 min para realizar o processo de eletroforese.

Figura 2 – Ensaio de eletroforese utilizando a cuba impressa



Resultados/ discussão

Comparando os dados dos corpos de prova impressos com ABS e PLA expostos e não expostos a solução tampão, foi possível observar que não houve alteração perceptível em sua aparência ou em suas propriedades mecânicas. No ensaio de tração (força x deslocamento), os corpos de prova apresentaram valores próximos (gráfico 1), permitindo concluir que ambos podem ser utilizados na impressão da cuba. Por motivos econômicos e de facilidade de manufatura, optou-se utilizar o material PLA.



Todas as peças da cuba foram impressas em 9h33, utilizando 211,57g de material. O processo de eletroforese ocorreu conforme esperado e com a remoção do gel da cama foi

possível observar que as amostras percorreram o gel (figura 15), comprovando o correto funcionamento da cuba.

- **Custo para fabricação da cuba impressa em 3D**

Considerando a fabricação em PLA, o custo de energia elétrica utilizada pela impressora e o fio de cobre que constitui o eletrodo, o valor total de produção da cuba seria em torno de R\$72,00.

CONCLUSÃO

Os resultados dos testes realizados mostram que é possível construir uma cuba de eletroforese utilizando impressão 3D, os materiais utilizados na impressão 3D e a forma com que a mesma foi projetada não prejudicam seu funcionamento como equipamento de laboratório, realizando o ensaio de eletroforese dentro do esperado. Com valor de produção estimado em R\$ 72,00, comparado ao valor de uma cuba comercial que custa por volta de R\$2.000,00 (BUNKER,2019) o projeto mostrou-se viável financeiramente. Com baixo custo de produção e um bom funcionamento a cuba impressa mostra-se uma boa opção para ser produzido e utilizado em escolas e universidades para aulas práticas que envolvam o processo de eletroforese.

Para trabalhos futuros e melhorias nesse projeto, é possível testar a utilização de outras cores no material para impressão da cama, de modo que facilite a visualização dos espaços de deposição de amostra no gel. Outros pontos que podem ser estudados são materiais alternativos que possam ser utilizados como eletrodo. Além disso, uma fonte também pode ser projetada para a cuba, utilizando componentes que permitam reduzir seu custo, quando comparado a uma fonte vendida comercialmente.

REFERÊNCIAS

3DX. **FILAMENTOS 3D**. Loja 3DX Filamentos, 2019. Disponível em https://www.loja3dxfilamentos.com/filamentos-3d_qO30183320XtOcXvOgalleryxSM. Acesso em 06 de Agosto de 2019.

BASILIERE, P. **Gartner Predicts 2018: 3D Printing Changes Business Models**. Site gartner.com, 12 Dezembro 2017. Disponível em: <https://blogs.gartner.com/pete-basilier/2017/12/12/gartner-predicts-2018-3d-printing-changes-business-models/>. Acesso em: 2 Maio 2018.

BUNKER. NI 2003 – **Cuba para eletroforese horizontal**. Bunker equipamentos para laboratório, 2019. Disponível em: <https://www.lojabunker.com.br/Cuba-p-Eletroforese-Horizontal1>. Acesso em 06 de Agosto de 2019.

LOCCUS. **Pentes para LCH-20x25**. Loccus, 2019. Disponível em: <https://loccus.com.br/produto/pentes-20x25/>. Acesso em 06 de Agosto de 2019.

MENDES, Marcus ; BENFATO, Mara S.. **Eletroforese**. 2015 Disponível em: <https://www.portalsaofrancisco.com.br/biologia/eletroforese>. Acesso em: 23 Abril 2018.

MOREIRA, Joerley; GARCIA, Rodrigo G.. **Eletroforese**. Alimentos e Nutrição (UNESP). 2002.