CARACTERIZAÇÃO DIELÉTRICA DO ACRILONITRILA BUTADIENO ESTIRENO APÓS IMPRESSÃO EM 3D

Kelvin Meira Barbosa, Christian Luz Pelissari de Oliveira, Kleber Willian Albino Lima Junior, José Henrique Galeti
Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Mato Grosso do Sul – Três Lagoas – MS
kel.meir@gmail.com; jose.galeti@ifms.edu.br

Resumo

A adoção da impressão em 3D como ferramenta na confecção de protótipos levou pesquisadores utilizarem-na em seus experimentos e, a partir deles, observar características dos materiais utilizados. Neste artigo, o objetivo central é descrever a caracterização dielétrica do material Acrilonitrila butadieno estireno (ABS), após sua impressão em 3D, ao se utilizar corpos de prova com diferentes porcentagens de preenchimento. Assim o processo da caracterização do material quanto a sua rigidez dielétrica foi realizada através do teste de ruptura dielétrica.

Palavras-chave: Rigidez dielétrica; Materiais isolantes; ABS.

Introdução

Muito se tem estudado sobre aspectos físicos, químicos e mecânicos de materiais, o que não deixa de ser um assunto relevante até hoje [1], [2], pois os avanços tecnológicos, dentre eles, a impressão 3D, proporcionam novas possibilidades de produção, o que demanda dos pesquisadores a adoção desta poderosa ferramenta no desenvolvimento de protótipos em projetos [3], [4], [5]. Apesar disso, pouco se sabe a respeito da caracterização dielétrica dos materiais após impressos em 3D; o processo de fusão aos quais os polímeros, utilizados como matéria prima, são submetidos podem afetar a qualidade dos produtos impressos, o que torna necessário o estudo dessas propriedades [6].

Assim, neste trabalho foi feita a caracterização dielétrica do ABS após sua impressão em 3D ao se utilizar corpos de prova com diferentes porcentagens de preenchimento, visto que o processo de extrusão e o ar no interior da peça, preenchida por treliças, pode afetar suas características.

Metodologia

A caracterização dielétrica de um material é uma técnica que permite avaliar e monitorar a sua qualidade, além de suas propriedades dielétricas em função da composição química, da temperatura, da frequência etc. [7].

A rigidez dielétrica de um material é uma característica muito importante que determina qual intensidade máxima do campo elétrico em que o material pode ser submetido indefinidamente sem que este passe a conduzir eletricidade [8]. Para se adquirir o valor da rigidez dielétrica é necessário que sejam feitos corpos de prova e submete-los a uma tensão elétrica, variável, a qual se pode aumentar a intensidade até o instante que as amostras se comportem como um condutor.

Para a realização deste trabalho foram utilizados os seguintes equipamentos: Impressora 3D Procer, Testador de óleo isolante da *General Eletric*, Osciloscópio digital *PicoScope*, Micrômetro, Balança de precisão, óleo isolante, *Software* para configurar as impressões 3D *Cura*.

Foi necessário levantar os melhores parâmetros de configuração para a impressão 3D, pois erros de impressão são comuns e podem influenciar drasticamente na aquisição das características dielétricas do material estudado, visto que, a forma do material altera a disposição das linhas de campo elétrico sobre o mesmo, se a amostra estiver deformada isso se refletirá na medida da rigidez dielétrica.

Foram impressas várias amostras de ABS (Acrilonitrila Butadieno Estireno) em formato cubico, com dimensões 50 x 50 x 2,2 mm com os parâmetros de impressão: velocidade de impressão, temperatura do bico de extrusão, temperatura da mesa da impressora, fixos, variando somente a densidade das amostras através de seu preenchimento. O *software Cura*, permite selecionar a porcentagem que a amostra é preenchida pelo material, aumentando ou diminuindo o numero de treliças no interior do corpo de prova (figura 1). Assim espera-se que quanto mais preenchida a amostra, maior seja sua rigidez dielétrica uma vez que a permissividade relativa do material está entre 2,7 e 3,2 e a permissividade do ar é aproximadamente igual a 1.

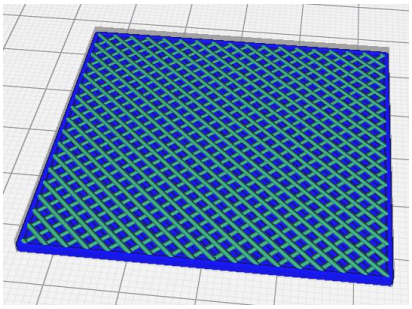

Figura 1. Amostra no software Cura ressaltando-se as paredes em azul e treliças em verde. Fonte: do Autor

O menor preenchimento possível utilizado na impressão das amostras foi 40%, abaixo disso elas apresentavam fissuras em sua estrutura, inviabilizando seu uso, por isso foram feitas amostras de 40% a 90% de preenchimento, variando apenas 10% o preenchimento entre elas, ou seja, foram impressas corpos de prova de 50%, 60% até 90% de preenchimento.

Foram medidas as dimensões de cada amostra com um micrômetro, nos cinco principais pontos da peça (extremidades e o meio) e assim tirada espessura média de cada e calculado seu volume, além de medida sua massa. Com essas informações, calculou-se a densidade do material após impresso, pois no processo de impressão o material armazena ar em seu interior.

Após essa etapa, foi feito o teste de ruptura dielétrica utilizando um Testador de Óleo Isolante (TOI) composto por um auto transformador de alta tensão; foi utilizado um multímetro digital para monitorar e adquirir os sinais durante o teste (figura 2), estes, aplicados, foram monitorados, indiretamente, por meio de um enrolamento secundário do TOI.

As amostras foram inseridas no cadinho do TOI, pressionadas entre dois eletrodos; foi utilizado óleo isolante para preencher o cadinho, de maneira que o rompimento do dielétrico não ocorresse pelo exterior da amostra, ou seja, por sua superfície, mas pelo interior do material (figura 3).

Figura 2. TOI utilizado na realização dos testes de ruptura dielétrica, juntamente com o multímetro digital [6]. Fonte: JÚNIOR et al. (2018).

Aplicaram-se tensões senoidais de 60 Hz, com variação de sua amplitude de modo crescente até que ocorresse o rompimento do dielétrico em cada corpo de prova. Durante o teste, obtiveram-se formas de onda de tensão como esta:

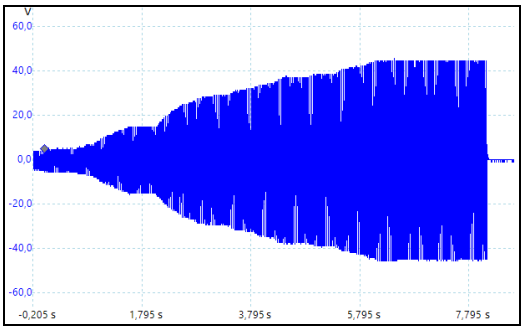

Figura 3. Sinal da forma de onda durante o teste de ruptura dielétrica. Fonte: do Autor.

No laboratório, com auxílio de um microscópio, observou-se onde ocorreu a ruptura em cada dielétrico, assim, indicando que a peça realmente foi rompida, como mostra a figura 4.

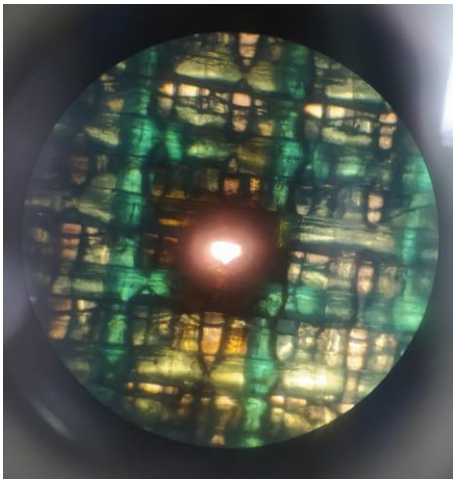

Figura 4. Furo observado no microscópio causado pelo rompimento do dielétrico. Fonte: do Autor.

Deste modo, esperava-se relacionar as características físicas das amostras, que é a porcentagem do preenchimento da peça, com a sua rigidez dielétrica, além de como isso afeta essa propriedade do material.

Resultados e Discussão

As tabelas a seguir dispõem dos dados obtidos através dos testes e medições citados anteriormente.

Tabela 1. Espessura média dos corpos de prova de acordo com o preenchimento.

Preenchimento (%)	Espessura medida nos cantos das amostras (mm)					Espessura média (mm)
	A	B	C	D	E	
40	2,268	2,262	2,243	2,213	2,192	2,235
50	2,027	1,995	2,015	2,054	1,987	2,0156
60	2,093	2,135	2,144	2,172	2,081	2,125
70	2,082	2,061	2,039	2,1	2,021	2,0606
80	2,066	2,091	2,073	2,045	2,027	2,0604
90	2,109	2,126	2,105	2,078	2,059	2,0954

Tabela 1: Fonte: do Autor.

Tabela 2. Dados do volume, massa e densidade de cada amostra.

Preenchimento (%)	Volume (cm³)	Massa (g)	Densidade (g/cm³)
40	55,89	2,9025	0,051932367
50	50,39	3,1765	0,063038301
60	53,125	3,4626	0,065178353
70	51,515	3,625	0,070367854
80	51,51	3,7501	0,072803339
90	52,385	3,9042	0,074528968

Tabela 2: Fonte: do Autor.

Tabela 3. Resultado do teste de ruptura de dielétrico, tensão máxima suportada pela amostra em função da porcentagem do seu preenchimento.

Preenchimento das amostras (%)	Tensão de ruptura (kV)
40	6,518
50	5,992
60	5,668
70	8,498
80	5,67
90	9,296

Tabela 3: Fonte: doAutor.

Tabela 4. Resultado do teste de ruptura 2 do dielétrico.

Preenchimento das amostras (%)	Tensão de ruptura (kV)
40	6,932
50	4,566
60	4,884
70	8,034
80	5,034
90	6,928

Tabela 4: Fonte: doAutor

Ao interpretar os dados, na tabela 1, pode-se observar que: apesar dos parâmetros da impressora 3D terem sido fixados, variando apenas a porcentagem do preenchimento de cada peça, as amostras não tem uma espessura uniforme durante toda a sua estrutura.

A tabela 2 apresenta os dados do volume massa e densidade conforme a porcentagem do preenchimento das amostras. É possível observar que a massa e a densidade aumentam de acordo com o preenchimento, com uma grande variação.

Das informações das tabelas 3 e 4, podemos montar os gráficos 1 e 2 da tensão de ruptura das amostras pela porcentagem de seu preenchimento.

Gráfico 1: Tensão de ruptura em função da porcentagem de preenchimento das amostras:

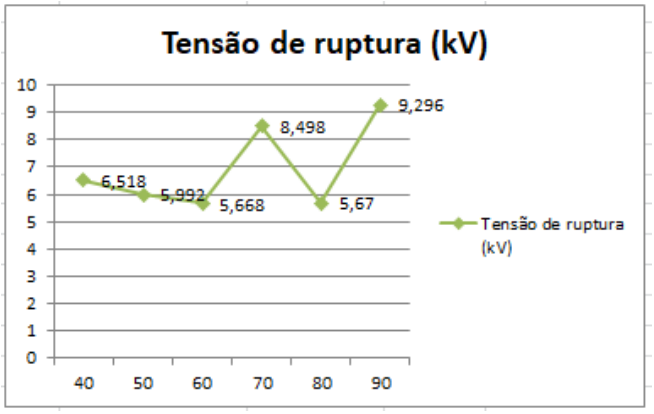

Gráfico 1: Fonte: do Autor.

Gráfico 2: Tensão de ruptura em função da porcentagem de preenchimento das amostras:

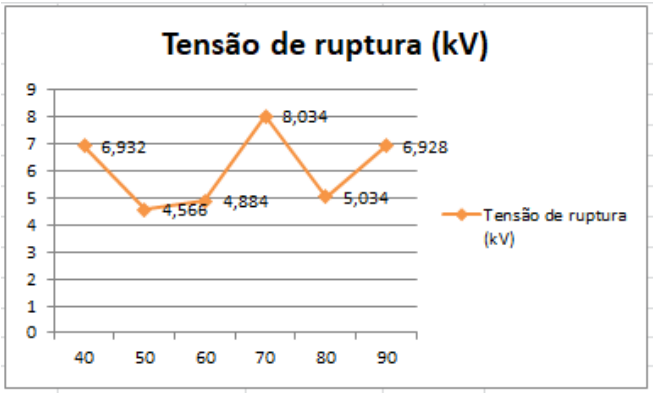

Gráfico 2: Fonte: do Autor

Observando os gráficos, tanto no teste 1 e no teste 2 (após rompimento do dielétrico) não é possível relacionar a tensão de ruptura com a porcentagem de preenchimento das amostras, visto que os valores obtidos não seguem um padrão lógico, o que leva os pesquisadores pensar em possíveis falhas experimentais, como algum erro durante a impressão, visto que há certa imprecisão causada por fatores internos da impressora e também fatores externos. A falta de homogeneidade dos corpos de prova, pois se a espessura da parede das amostras (parte onde não há treliças, que envolve toda a peça) não for mesma para todas elas, independentemente do seu preenchimento ser 40% ou 80% isso pode se refletir nos resultados.

Considerações Finais

Com o desenvolvimento deste trabalho esperava-se encontrar uma relação direta entre o preenchimento do material e a rigidez dielétrica, no entanto as variações da rigidez dielétrica com o parâmetro proposto foram inconclusivas, o que pode ser em decorrência do número insuficiente de amostragem ou indicando a influência de outros parâmetros como a homogeneidade do material. Dada a sua característica eminentemente experimental e da impossibilidade de uso do laboratório, devido às decorrências do contexto de Covid-19, novos trabalhos serão propostos em complemento ao atual.

Referências

[1] CARVALHO, R. S. et al. **Fabricação e caracterização de cerâmicas dielétricas usando alumina e aluminossilicatos.** Cerâmica, v. 66, n. 377, p. 56-64, 2020.

[2] SCHÄFER, Laura. **Estudo de cargas cerâmicas** que aumentam a condutividade térmica da resina epoxi, mas que mantêm elevadas a resistividade elétrica e a rigidez dielétrica. 2020.

[3] BARBOSA, Kelvin Meira et al. **High Voltage Optical Sensor Insulation Using PLA (Polylactic Acid)**. In: 2018

13th IEEE International Conference on Industry Applications (INDUSCON). Ieee, 2018. p. 1362-1367.

[4] SOUSA, Ferdinan et al. **Design, ergonomia e impressão 3d: um exercício prático de projeto para protetores de tomada**. Revista ErgodesignHCI, [S.l.], v. 7, n. Especial, p. 168-179, dec. 2019. ISSN 2317-8876. Disponível em: <http://periodicos.puc-rio.br/index.php/revistaergodesign-hci/article/view/1313>. Acesso em: 15 sep. 2020. doi: http://dx.doi.org/10.22570/ergodesignhci.v7iEspecial.1313.

[5] SOUZA, Victor Carbonera de et al. **Desenvolvimento de um multicóptero para inspeção de linhas de transmissão de energia elétrica**. 2020.

[6] JÚNIOR, Gilberto da Conceição et al. **Caracterização De Materiais Dielétricos Pós Processados Em Impressora 3d.** Semict, 2018.

[7] CREMASCO, Paula Figueiredo Matheus. **Instrumentação para a caracterização dielétrica de filmes biodegradáveis**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, 2016.

[8] CANEVAROLO JR, Sebastião V. et al. **Técnicas de caracterização de polímeros.** Artliber, São Paulo, v. 430, n. 2004, 2004.