

PROPRIEDADES DOS COMPÓSITOS A BASE DE POLIAMIDA COM CARGAS QUASICRISTALINAS RECICLADAS PRODUZIDOS VIA SPIN COATING

Antonia Pamela de Sousa, pamelasousa-@hotmail.com¹
Aline Karla Barbosa da Silva, alinekarla.akbs@gmail.com¹
Lucas R. F. Figueiredo, lucasricardo85@gmail.com¹
Eliton S. Medeiros, elitonsdemedeiros@gmail.com¹
Danniel Ferreira de Oliveira, dannieldeoliveira@gmail.com¹
Danielle Guedes de Lima Cavalcante, danielleguedes02@gmail.com¹

¹ Universidade Federal da Paraíba, Cidade Universitária, s/n, João Pessoa- PB, Cep 58051-900

Resumo: Na busca por atender as demandas tecnológicas, os estudos de materiais assim como técnicas para processá-los têm sido crescentes em todo o mundo, buscando assim, unir menor custo de processamento, as melhores propriedades dos materiais envolvidos, reutilização de recursos e meios mais sustentáveis. Dessa forma, o desenvolvimento de novos materiais e produtos eletrônicos, em especial, semicondutores, filmes e compósitos, têm se destacado no mercado. O objetivo deste trabalho consiste no desenvolvimento de revestimentos compósitos com matriz de Poliamida 6 e cargas quasicristalinas icosaedrais, buscando analisar a influência da pureza dos materiais precursores da liga quasicristalina nas possíveis propriedades semicondutores do tipo p ou do tipo n nos compósitos desenvolvidos, além de propriedades microestruturais, superficiais e tecnológicas, que possam ser inovadoras para os compósitos desenvolvidos. Para o desenvolvimento desse trabalho serão utilizados Poliamida 6 (PA6), cargas quasicristalinas (QC), de material reciclado, processada via fundição convencional e tratadas termicamente. A liga foi cominuída via moagem de alta energia e transformada em pó. Posteriormente, esse pó (QC) foi solubilizado a PA6 e através da técnica de Spin Coating foi desenvolvido revestimentos compósitos de PA6/ QC 0%, 1%, 3% e 5% de quasicrital (% Volume). De modo, a comparar as propriedades da PA6 pura e dos compósitos através de Análise Térmica (TG e DTG), molhabilidade, Análise Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) e espectroscopia no ultravioleta visível (UV-VIS). Com isso, foi a fabricação dos revestimentos compósitos via Spin Coating, observado um aumento na estabilidade térmica do compósito em relação ao polímero puro, redução na rugosidade média (Ra) e redução nos valores de Energia de Gap (Eg) com o acréscimo de partículas quasicristalinas.

Palavras-chave: quasicristal, energia de gap, revestimentos, Spin Coating

1. INTRODUÇÃO

As promissoras combinações de compósitos de matriz polimérica com cargas, sejam metálicos, cerâmicos e, atualmente, quasicristalinos, a fim de obter melhores propriedades têm sido objeto de diversas pesquisas (Golovkova *et al.*, 2020; Uflyand *et al.*, 2019). Dentre essas pesquisas, destacam-se a utilização de materiais poliméricos, que modificados possam apresentar propriedades semicondutoras (Chou *et al.*, 2020). Sendo os semicondutores uma de classe de materiais avançados, formado por átomos de um ou mais elementos, que apresentam um intermédio das combinações das propriedades elétricas de materiais condutores e isolantes, com condutividade variando entre $10^3 \Omega \cdot \text{cm}^{-1}$ e $10^{-12} \Omega \cdot \text{cm}^{-1}$, entre outras características, como a energia de banda proibida (Eg) ou Gap (Callister e Rethwisch, 2017).

Diversas rotas de fabricação de compósitos com matrizes poliméricas têm sido objeto de pesquisas e resultados de avanços tecnológicos (Golovkova *et al.*, 2020; Uflyand *et al.*, 2019). O *spin coating*, técnica usada para fabricar filmes e revestimentos, compósitos, células solares e dispositivos eletrônicos, vem ganhando espaço, pois permite a deposição da solução em um substrato em rotação e, à medida que o solvente evapora, o filme é formado, tendo espessura uniforme e de forma econômica (Braga *et al.*, 2020; Sun *et al.*, 2019).

Estudos demonstraram a viabilidade do uso de cargas quasicristalinas (QC) para a fabricação de compósitos com matrizes poliméricas. Dentre eles, o epóxi, que mostrou resultados satisfatórios para aumentar a dureza e as propriedades da superfície (Barros *et al.*, 2019). Compósitos de polietileno de alta massa molecular com QC vem sendo testado para próteses acetabulárias, mostrando boa avaliação tribológica, entre outros estudos (Anderson *et al.*, 2002).

Entretanto, pouco se sabe a respeito da interação entre poliamidas (PA 6) e QC e quase nenhum estudo foi desenvolvido no que se refere à viabilidade da técnica do *Spin Coating*, para processar esses materiais, embora ambos tenham características interessantes para o desenvolvimento tecnológico e diversas aplicações potenciais, como a PA, que apresenta boa resistência térmica, resistência química, baixa densidade e custo reduzido, sendo um dos polímeros mais utilizados industrialmente e seu consumo no Brasil é de 24.000 toneladas / ano (Marcos, 2012). Já os QC apresentam baixa energia superficial, baixo coeficiente de atrito, alta resistência ao desgaste, à corrosão e alta dureza.

Com isso, o objetivo deste trabalho consiste no desenvolvimento de revestimentos compósitos com matriz de PA6 e QC, buscando analisar a influência das impurezas dos materiais precursores da liga quasicristalina nas possíveis propriedades dos compósitos, que possam ser inovadoras.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Materiais

Utilizou-se QC AlCuFe, tendo todos os elementos precursores reciclados, com composição nominal $\text{Al}_{62,2}\text{Cu}_{25,5}\text{Fe}_{12,3}$, diâmetro médio (Dm) de partículas de 6,33 μm e Poliamida 6, em grânulos, fabricada por Thathi Polímeros - SP.

2.2. Método

Os componentes da liga foram fundidos, em forno de indução, sob atmosfera de argônio, formando esferas com 10 g, no Laboratório de solidificação rápida (LSR) - UFPB. Realizou-se tratamento térmico durante 12h, temperatura ambiente até temperatura de 750°C, em atmosfera controlada de argônio, para homogeneização da fase quasicristalina (Barros *et al.*, 2019). Em seguida, a liga foi moída, no moinho de esferas planetário para obtenção dos pós.

Para a formulação da solução polimérica utilizou-se 2g de PA6 e 15 ml de ácido fórmico, solubilizados por 2 horas, sob agitação magnética. Os pós metálicos, nas proporções percentuais de 0% de, 1%, 3% e 5% de (%Vol. QC) foram adicionados a 5 ml da solução polimérica e agitados por 15 minutos, formando a solução PA 6 / QC, que foi depositada, no substrato do *Spin Coating*, com rotação de 1200 rpm e após 1-1,5 min, sendo removido o solvente, formou-se o revestimento, com uma espessura média de 0,1 mm.

2.2.1 Caracterizações

Os revestimentos foram submetidos às análises termogravimétricas (TG), usando 3-5 mg de amostra em cadinho de alumina sob atmosfera de nitrogênio (50ml/min), e aquecimento da temperatura ambiente a 700 °C, com taxa de 10 °C/min, com intuito de analisar a influência do acréscimo de QC na estabilidade térmica, sendo observado o percentual de resíduo de massa.

Foi realizado Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV), utilizando corrente de 4mA, distância focal de 12 mm e tensão entre 8-20 kV, para avaliar a morfologia superficial das amostras.

Foi realizado, também, ensaio de perfilometria, utilizando o equipamento óptico sem contato (CCI MP, Taylor Hobson, Inglaterra), da marca AMETEK, que conectado a uma unidade computadorizada que permite a obtenção dos dados, para analisar a influência do QC na rugosidade dos compósitos.

E foi feito a espectroscopia no ultravioleta visível (UV-VIS), utilizando um o espectrofotômetro SHIMADZU UV-2550 na faixa de comprimentos de onda entre 200 e 800 nm, com intuito de analisar a energia de gap das amostras.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1. Filme PA/QC

Como se pode observar nas imagens macroscópicas, abaixo, foi possível produção de filmes de PA/QC, utilizando a técnica de *spin coating*, com as formulações estabelecidas, Fig.1.

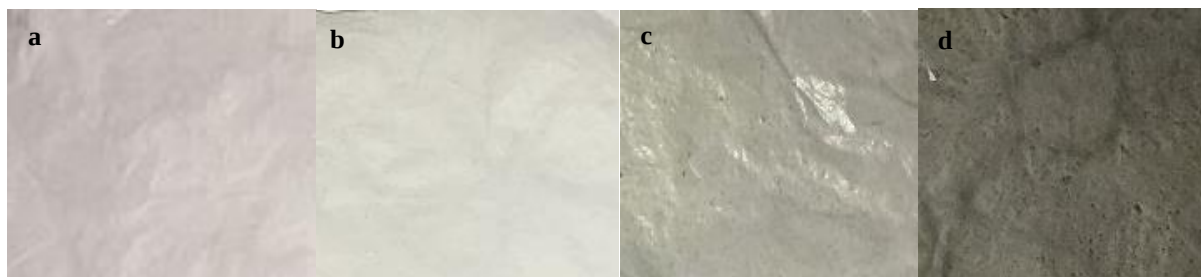


Figura 1- Imagens macroscópicas, dos filmes compósitos de poliamida 6/QC via técnica de *Spin-Coating*. (a) 0%QC (b) 1%QC, (c) 3%QC e (d)5%QC.

As amostras apresentaram uma característica macroscópica homogênea, com cor mais escura, de acordo com a adição de quasicristal, como esperado e espessura de 0,1 mm.

3.2. Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV)

A Figura 2 mostra a morfologia das amostras com a adição de cargas quasicristalinas, representadas pelas regiões mais claras e intensificadas com o aumento das cargas (Shen *et al.*, 2010).

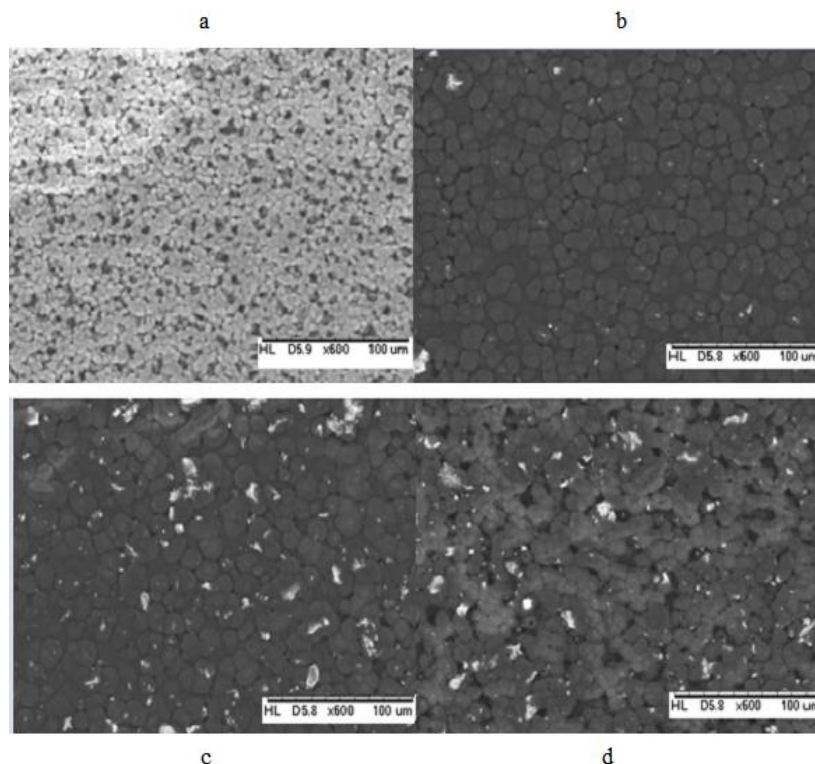


Figura 2- morfologia dos compósitos de PA/QC. (a) 0%QC (b) 1%QC, (c) 3%QC e (d) 5%QC.

As partículas estão bem distribuídas na matriz usando a técnica *Spin Coating*, tornando-se mais evidente nas Figs. 2c e 2d, cujas porcentagens de cargas são maiores. Foi observado formação de aglomerados de partículas quasicristalinas, isso pode estar associado ao fato de as partículas possuírem diâmetros médio de 6,33 μm , bem pequenas, e ampla distribuição, que varia entre 0,1 e 30 μm , contribuindo assim para a aglomeração dessas partículas, corroborando os resultados de outros trabalhos utilizados como matriz epóxi (Barros *et al.*, 2019). Alguns poros podem ter sido causados devido ao desprendimento de partículas quasicristalinas no momento da evaporação do solvente, comportamento semelhante ocorre com compósitos PA6 e materiais argilosos (Sinha Ray e Okamoto, 2003; Zhao e Zhang, 2010).

Pôde-se observar, analisando as imagens da Fig. 2, que os tamanhos médios dos grãos dos compósitos tiveram uma tendência a aumentar, com adição da carga metálica, quando comparados ao tamanho de grãos da poliamida pura.

3.3. Rugosidade

A Figura 3 mostra a influência do aumento de cargas quasicristalinas na rugosidade das amostras de 0% de QC e dos compósitos de 1% de QC, 3% de QC e 5% de QC.

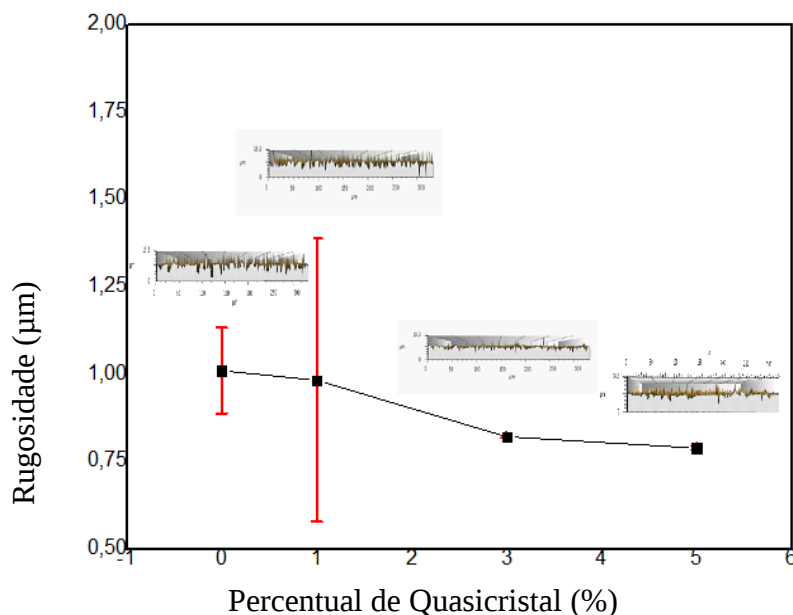


Figura 3- rugosidade média (Ra) das amostras de 0%QC e dos compósitos com 1%,3% e 5% de QC .

Analisando a Fig. 3 observou-se que com aumento da porcentagem de cargas quasicristalinas houve uma tendência à diminuição da rugosidade média das amostras, vistos também na Tab. 1.

A tendência na redução da rugosidade com a adição de cargas quasicristalinas pode estar relacionada ao baixo tamanho médio das partículas e à técnica usada para fabricar as amostras, que têm uma influência significativa na rugosidade dos compósitos (Fagundes, 2009). O fato de as partículas dos materiais de enchimento quasicristalinos terem um diâmetro médio de 6,33 µm, pode ter contribuído para essa redução na rugosidade média dos compósitos, juntamente com a eficácia da técnica de *spin coating*, utilizando o polímero em solução, permitindo menores partículas para ocupar os espaços intersticiais no polímero (Nohara *et al.*, 2007; Oliveira, *et al.*, 2015).

Na Tabela 1, é detalhado valores da rugosidade média (Ra) das amostras de poliamida pura 6 e dos compósitos com diferentes porcentagens de cargas, juntamente com seus respectivos desvios-padrão. Foi observado aumento considerável no desvio padrão da amostra de 1% de QC em comparação com as demais amostras, o que pode ter sido causado pelo baixo conteúdo de QC da amostra, levando à formação de aglomerados em algumas regiões em relação a outras, como visto na Fig.2.

Tabela 1 - **Análise de Rugosidade da amostra de 0%QC e dos compósitos com 1%QC, 3%QC e 5%QC com cargas quasicristalinas.**

Volume de QC (%)	0	1	3	5
Rugosidade Média (µm)	1,011	0,984	0,822	0,789
Desvio Padrão	0,122	0,405	0,004	0,005

3.4. Análise Termogravimétrica (TG)

As figuras 4 e 5 apresentam as curvas TG e DTG, respectivamente, para o PA6 puro e compósitos PA 6/QC, em que se observou que as amostras 0% QC e 1% QC apresentaram uma perda de massa proeminente, isso devido ao percentual residual de massa, que começa a uma temperatura em torno de 350 °C e termina em torno de 520 °C, correspondendo ao início e final de a degradação térmica da poliamida (Benaducci e Branciforti, 2016; Herrera *et al.*, 2001).

Os valores de massa residual, de temperatura de degradação inicial (T_i), temperatura de degradação máxima ($T_{máx.}$) e temperatura de degradação final (T_f) são apresentados na Tab. 2.

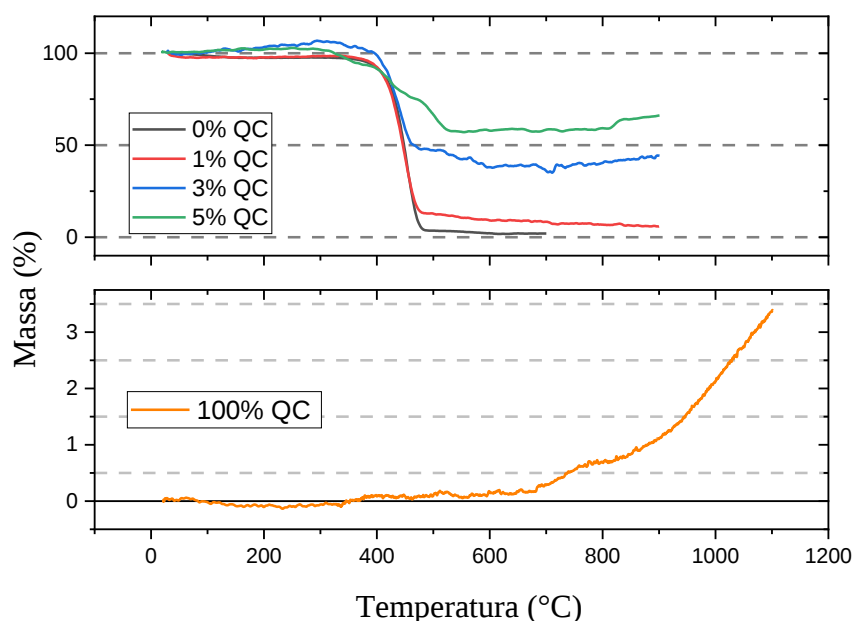


Figura 4- análise termogravimétrica (TG) das amostras de 0%QC, 1% QC, 3%QC, 5%QC e 100%QC.

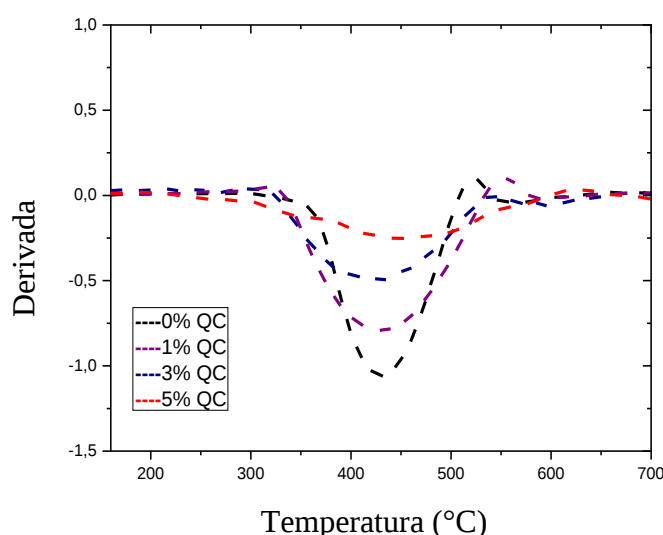


Figura 5- Derivada DTG das amostras de 0%QC, 1% QC, 3%QC, 5%QC.

Par os compósitos com maiores percentuais de QC apresentaram maior percentual residual de massa, indicando que houve diminuição na perda de massa. Essa diminuição na perda de massa ocorreu de forma mais suave para o compósito com 5% de QC, ou seja, esse compósito apresentou a menor taxa de degradação e o maior valor de massa residual. Foi observado nos resultados apresentados na Tab. 2 o percentual de massa residual para amostra com 5% QC é de 66,5% com relação a massa inicial. Estes resultados indicam que o quasicristal contribui para uma estabilização térmica da poliamida em uma faixa de temperatura mais longa. O aumento de massa residual dos compósitos, para percentuais de QC mais elevados, representa um forte de indício que as partículas de quasicristal atuam como uma barreira física que restringe a mobilidade das cadeias poliméricas da matriz de PA6 (Lee *et al.*,2020; Sang *et al.*, 2017).

Tabela 2- **Análise de temperatura de degradação. Temperatura de degradação inicial (T_i), degradação máxima ($T_{máx.}$) e temperatura de degradação final (T_f) para todas as amostras.**

Volume QC (%)	QC em peso (%)	T_i (°C)	$T_{máx.}$ (°C)	T_f (°C)	Percentual de massa residual (%)
0	0	350	450	520	3,1038
1	6,94	350	450	520	4,3738

3	18,29	360	470	570	42,7594
5	27,17	380	480	580	66,5

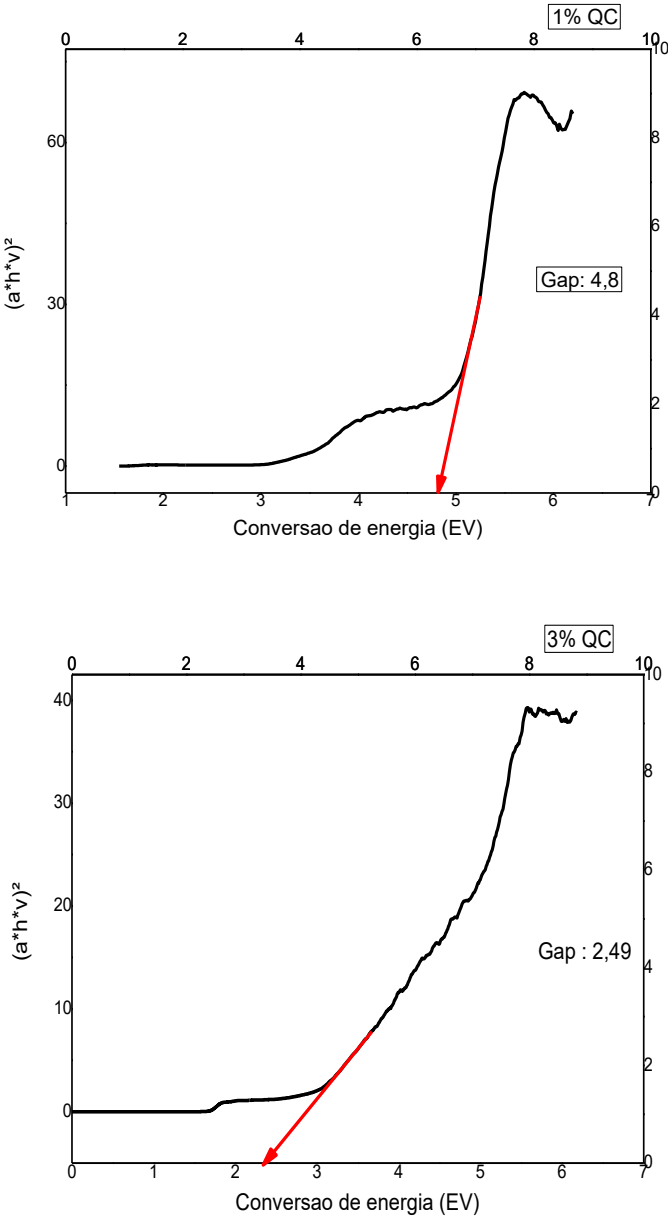
3.5. Espectroscopia no Ultravioleta Visível (UV-VIS)

A Figura 6 exibe os resultados da espectroscopia na região ultravioleta e visível (UV-VIS), segundo o método proposto por Tauc (Melquiades, *et al.*, 2021) e seus respectivos valores da energia de banda proibida.

De acordo com o método proposto por Tauc a energia de banda proibida (E_g) é calculada através, da região linear do gráfico, que é gerado pela Eq. (1), onde $(\alpha h\nu)^n$ corresponde ao eixo das ordenadas e Conversão de energia (eV) ao eixo das abscissas. Assim, E_g é o valor da intersecção dessa extrapolação com o eixo x, como é possível observar através da linha vermelha na Fig. 6.

$(\alpha h\nu)^n = A (h\nu - E_g)$ (1)

Em que α é a absorbância, $h\nu$ é a energia que incide na amostra, medido em elétron-volt (eV), E_g é energia de banda proibida a ser determinada e A é um fator de proporcionalidade. O valor do índice depende do tipo de transição eletrônica do material, de modo que pode variar, para transições diretas seu valor é igual a 2, sendo este último valor utilizado para as os revestimentos compósitos PA6/QC (Meinert e Reiss, 2013).



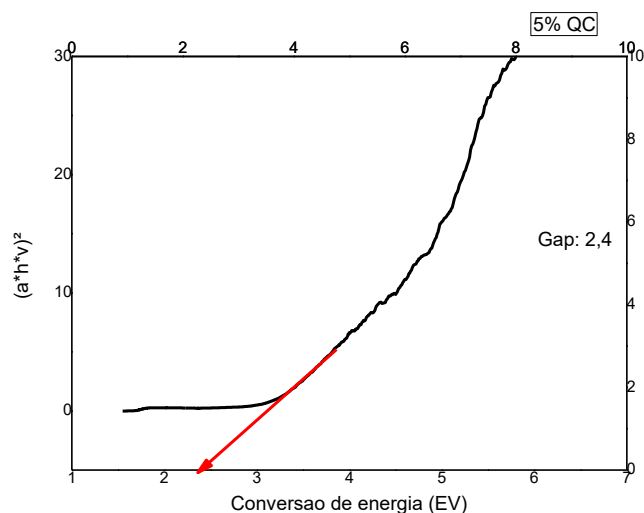


Figura 6- Energia de banda proibida para as amostras de 1%QC, 3%QC e 5%QC.

Como é possível observar, com o aumento %QC o valor de E_g tende a diminuir, sendo observado através da inclinação da linha de intersecção com eixo x (linha vermelha). Os valores encontrados de E_g , variam de 4,8 eV para 1%QC até 2,4 eV para 5%QC, indicando que o acréscimo de QC, influencia na E_g .

As propriedades dos materiais semicondutores estão relacionadas a essa estrutura eletrônica, conhecida como modelo de banda de energia podem várias com acréscimo de percentuais, pequenos, de átomos de impurezas pode modificar as propriedades dos materiais, gerando o desenvolvimento de semicondutores extrínsecos (Bueno *et al.*, 2019; Callister e Rethwisch, 2017). Além disso, estudos indicam que o acréscimo de carga a materiais poliméricos pode influenciar diretamente em suas propriedades semicondutora (Chou, *et al.*, 2020; Lim *et al.*, 2010; Özen *et al.*, 2020). Sendo a PA6 um dos polímeros que vêm se destacando no que diz respeito a propriedades ópticas e elétricas, quando são modificadas ou quando são acrescidas cargas (Callister e Rethwisch, 2017).

Desse modo, é possível inferir que os revestimentos compósitos PA6/QC apresentam potencial de semicondutividade extrínseca, corroborando com valores de gaps vistos em outros trabalhos, que fazem uso de cargas cerâmica (Piyali *et al.*, 2021).

4. CONCLUSÃO

Foi possível produzir filmes de PA6 / QC usando a técnica de *spin coating*, expandindo a aplicabilidade de cargas quasicristalinas em compósitos com matriz polimérica e a forma de processamento. Esses revestimentos compósitos mostraram dispersão de partículas quasicristalinas por toda a matriz. Houve redução da rugosidade média (R_a) das amostras compostas, principalmente a de 3% de QC, o que pode estar associado ao processamento e uma boa relação entre finura, distribuição e diluição do pó na matriz. Os revestimentos apresentaram estabilidade térmica em relação à do PA 6 puro, além disso revestimentos compósitos PA6/QC apresentam uma redução na Energia de Gap (E_g) com o aumento de %QC, sugerindo um potencial para semicondutividade extrínseca.

5. AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer ao prof. Amanda Leite da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) pela ajuda. Agradecimentos também ao Conselho Nacional de Pesquisa (CNPQ) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e a Universidade Federal da Paraíba (UFPB) por todo suporte.

6. REFERÊNCIAS

- Anderson, B.C, *et al.*, 2002. “Al–Cu–Fe quasicrystal/ultra-high molecular weight polyethylene composites as biomaterials for acetabular cup prosthetic”, *Biomaterials*, Vol. 23, pp. 1761–1768. doi: 10.1016/s0142-9612(01)00301-5.
- Barros, T. P. D. S. *et al.*, 2019. “ Study of the surface properties of the epoxy/quasicrystal composite”. *Journal of Materials Research and Technology*, Vol. 8, n. 1, pp. 590–598,. <https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2018.04.015>.
- Benaducci, D. e Branciforti, M. C., 2016. “Study of thermal stability and mechanical properties of polyamide nanocomposites 6.6 with cellulose nanofibers”. *Matter Magazine*, Vol. 21, n. 1, pp. 898 – 905. <https://doi.org/10.1590/s1517-707620160004.0083>.
- Braga, A. V. C. *et al.*, 2020. “The influence of heat treatment of inorganic conversion coatings produced by sol-gel dip

- coating on the anticorrosive properties of alumina films deposited on steel substrate - Part II: silica/boehmite or boehmite/silica multilayered conversion coatings”. *Surface and Coatings Technology*, Vol. 386, n. February, pp. 125500. <https://doi.org/10.1016/j.surfcoat.2020.125500>.
- Bueno, R. *et al.*, 2019. “Semicondutores heteroestruturados: uma abordagem sobre os principais desafios para a obtenção e aplicação em processos FOTOQUÍMICOS AMBIENTAIS E ENERGÉTICOS”. *Química Nova*, Vol. 42, n. 6, pp. 661–675.
- Callister JR, W. D. e Rethwisch, D. G, 2017. *Fundamentos da Ciência e Engenharia de Materiais: uma abordagem integrada*, LTC, 4ª Ed. Rio de Janeiro, pp.9, 118–119 e 418–450.
- Chou, L. H. *et al.*, 2020. “Semiconducting small molecule/polymer blends for organic transistors”. *Polymer*, Vol. 191, n. January.
- Fagundes, T. C. ET AL. “Fagundes TC, Barata TJ, Carvalho CA, Franco EB, van Dijken JW, Navarro MF, 2009. “Clinical evaluation of two packable posterior composites: a five-year follow-up”. *JADA*, Vol. 140, n. 4, pp. 447–454. DOI: [10.14219/jada.archive.2009.0194](https://doi.org/10.14219/jada.archive.2009.0194).
- Golovkova, E. A. *et al.*, 2020. “Effect of Friction on the Degree of Crystallinity of Composite Materials Based on Ultra-high-molecular-weight Polyethylene and Polytetrafluoroethylene with Quasicrystalline Filler Al–Cu–Fe”. *Crystallography Reports*, Vol. 65, n. 4, pp. 622–626. <https://doi.org/10.1134/S1063774520040094>.
- Herrera, M. *et al.*, 2001. “Main products and kinetics of the thermal degradation of polyamides”. *Chemosphere*, Vol. 42, p. 601–607. [https://doi.org/10.1016/S0045-6535\(00\)00233-2](https://doi.org/10.1016/S0045-6535(00)00233-2).
- Lee K. P. M.; Czajka M. ; Shanks R.; Daver F. , 2020. “Low-defect graphene–polyamide-6 composites and modeling the filler–matrix interface”. *J. APPL. POLYM. SCI*.
- Lim, J. A. *et al.*, 2010. “Polymer semiconductor crystals”. *Materials Today*, Vol. 13, n. 5, pp. 14–24.
- Sang L. *et al.*, 2017. “Thermo-oxidative ageing effect on mechanical properties and morphology of short fibre reinforced polyamide composites – comparison of carbon and glass fibres”. *RSC Adv.*, Vol.7, 43334.
- Marcos, H., 2012. “Polyamides, Polyesters and Elastomeric Thermoplastics: a Sustainable Perspective in Modern Industry”. *Polymers*, Vol. 22, n. 2, pp. 107–110. <http://polimeros.periodikos.com.br/article/10.1590/S0104-14282012000200003/pdf/polimeros-22-2-107.pdf> . (Accessed December 15, 2020)
- Meinert, M. e Reiss, G., 2013. “Electronic structure and optical band gap determination of NiFe₂O₄”. *Journal of Physics Condensed Matter*, Vol. 26, pp. 2–5.
- Melquiades, M O; Oliveira, L S; Silva, R A *et al.*, 2021. “Structural, thermal, vibrational, and optical characterization of Sn–S–Se dichalcogenide system synthesized by high-energy ball milling”, *Journal of Physics and Chemistry of Solids*, Vol. 157, n. 157. Doi:<https://doi.org/10.1016/j.jpcs.2021.110203>.
- Nohara, L. B. *et al.*, 2007. “Optimization of the interface/interphase of carbon fiber/PPS thermoplastic composites by the use of BTDA/DDS poly (atomic acid)”. *Polymers*, Vol. 17, n. 3, pp. 180–187. DOI [10.1590/S0104-14282007000300005](https://doi.org/10.1590/S0104-14282007000300005).
- Oliveira, I. S. ; Marques, V. F. e Casselli, D. S. M., 2015. “Evaluation of microhardness and roughness of resin composites of direct and indirect use”. *Journal of the Faculty of Dentistry - UPF*, Vol. 20, n. 1, pp. 28–33. http://revodonto.bvsalud.org/scielo.php?pid=S1413-40122015000100006&script=sci_arttext. (Acesso em 5 de janeiro de 2020).
- Özen, B. *et al.*, 2020. “Engineering polymers with improved charge transport properties from bithiophene-containing polyamides”, *Journal of Materials Chemistry C*, Vol. 8, n. 18, pp. 6281–6292.
- Piyali Maity *et al.*, 2021. “Role of Cobalt Doping in CdS Quantum Dots for Potential Application in Thin Film Optoelectronic Devices”, *J. Phys. Chem*, n. 125, pp. 2074–2088.
- Shen, Y. *et al.*, 2010. “High performance CaCu₃Ti₄O₁₂/cyanate ester composites with excellent dielectric properties and thermal resistance”. *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*, Vol. 41, pp. 1668–1676. <https://doi.org/10.1016/j.compositesa.2010.08.002>.
- Sinha ray, S. e Okamoto, 2003. “M. Polymer/layered silicate nanocomposites: A review from preparation to processing”. *Progress in Polymer Science (Oxford)*, Vol. 28, n. 11, pp. 1539–1641. <https://doi.org/10.1016/j.progpolymsci.2003.08.002>.
- Sun, S. *et al.*, 2019. “Interfacial nanostructures and acidochromism behaviors in self-assembled terpyridine derivatives Langmuir-Blodgett films”. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, Vol. 564, n. October 2018, pp. 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.colsurfa.2018.12.031>.
- Uflyand, I. E. *et al.*, 2019. “Testing the mechanical and tribological properties of new metal-polymer nanocomposite materials based on linear low-density polyethylene and Al₆₅Cu₂₂Fe₁₃ quasicrystals”. *Polymer Testing*, Vol. 74, pp. 178–186. <https://doi.org/10.1016/j.polymertesting.2019.01.004>.
- Zhao, X. Y. e Zhang, B. Z., 2010. “The effects of annealing (solid and melt) on the time evolution of the polymorphic structure of polyamide 6”. *Journal of Applied Polymer Science*, Vol. 115, n. 3, pp. 1688–1694. <https://doi.org.ez15.periodicos.capes.gov.br/10.1002/app.31190>.

7. RESPONSABILIDADE AUTORAL

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo deste trabalho.

PROPERTIES OF POLYAMIDE-BASED COMPOSITES WITH RECYCLED QUASICRYSTALLINE FILLERS PRODUCED VIA SPIN COATING

Antonia Pamela de Sousa, pamelasousa-@hotmail.com¹
Aline Karla Barbosa da Silva, alinekarla.akbs@gmail.com¹
Lucas R. F. Figueiredo, lucasricardo85@gmail.com¹
Eliton S. Medeiros, elitonsdemedeiros@gmail.com¹
Danniel Ferreira de Oliveira, dannieldeoliveira@gmail.com¹
Danielle Guedes de Lima Cavalcante, danielleguedes02@gmail.com¹

¹ Universidade Federal da Paraíba, Cidade Universitária, s/n, João Pessoa- PB, Cep 58051-900

Abstract: In the quest to meet the technological demands, the studies of materials as well as techniques to process them have been growing all over the world, thus seeking to combine lower processing costs, the best properties of the materials involved, reuse of resources and more sustainable means. In this way, the development of new materials and electronic products, especially semiconductors, films and composites, have stood out in the market. The objective of this work is to develop composite coatings with a Polyamide 6 matrix and icosahedral quasicrystalline fillers, seeking to analyze the influence of the purity of the quasicrystalline alloy precursor materials on the possible p-type or n-type semiconductor properties in the developed composites, in addition to properties microstructural, surface and technological, that can be innovative for the developed composites. For the development of this work will be used Polyamide 6 (PA6), quasicrystalline fillers (QC), from recycled material, processed via conventional casting and heat treated. The alloy was comminuted via high energy milling and turned into a powder. Subsequently, this powder (QC) was solubilized to PA6 and through the Spin Coating technique, composite coatings of PA6/QC 0%, 1%, 3% and 5% of quasicrystal (% Volume) were developed. In order to compare the properties of pure PA6 and composites through Thermal Analysis (TG and DTG), wettability, Scanning Electron Microscopy (SEM) and Ultraviolet Visible Spectroscopy (UV-VIS). The purpose of these instructions is to serve as a guide for formatting papers to be published in the Proceedings of the XI CONEM. The abstract should describe the objectives, the methodology and the main conclusions of the paper in less than 200 words in a single paragraph. It should not contain either formulae or bibliographic references. The full paper will be published in the proceedings of the event. With that, it was the manufacture of composite coatings via Spin Coating, observed an increase in the thermal stability of the composite in relation to the pure polymer, reduction in the average roughness (Ra) and reduction in the values of Gap Energy (Eg) with the addition of particles quasicrystalline.

Keywords: quasicrystal, gap energy, coatings, Spin Coating