



### **ESTUDO COLOIDAL DE DISPERSÕES DE NANOTUBOS DE CARBONO AMINOFUNCIONALIZADOS E AUMENTO DE ESCALA (de produção) COM MENOR IMPACTO AMBIENTAL**

NUNCIRA, J<sup>1,3</sup>, SILVEIRA, TGO<sup>2,3</sup>, MANFERRARI, VE<sup>2</sup>, CALIMAN, V<sup>2,3</sup> e SILVA, GG<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Engenharia Química, Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, Brasil.

<sup>2</sup> Departamento de Química, Instituto de Ciências Exatas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, Brasil.

<sup>3</sup> Centro de Tecnologia em Nanomateriais e Grafeno – CTNano, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, Brasil.

[jesus-nuncira@ufmg.br](mailto:jesus-nuncira@ufmg.br) – [glaura@qui.ufmg.br](mailto:glaura@qui.ufmg.br)

### **RESUMO EXPANDIDO**

Nanotubos de carbono (NTC) apresentam excelentes propriedades elétricas, mecânicas e térmicas, além de alta razão de aspecto (ZABIHI *et al.*, 2015). Essas propriedades fazem dos NTC potenciais candidatos para serem aplicados em múltiplas áreas da ciência e da tecnologia (PUNETHA *et al.*, 2017). Para evitar fenômenos de agregação e promover sistemas mais dispersos e estáveis, NTC podem ser modificados quimicamente através da inserção de grupos funcionais na sua estrutura. Dentre as modificações mais estudadas, destacam-se aquelas envolvendo reações de oxidação e aminação, as quais permitem obter NTC oxidados (NTCO) e aminados (NTCOA) (VUKOVIĆ *et al.*, 2009). Neste trabalho foram produzidos NTCOA a partir de NTCO, utilizando trietilenotetramina (TETA). A inserção de grupos amina ( $-NH_2$ ) nos NTC induzirá carga superficial positiva quando estiverem dispersos em meio aquoso, além de uma ótima adesão interfacial entre eles e matrizes poliméricas (PEYDAYESH *et al.*, 2018). Este trabalho teve por objetivo a produção e o estudo das propriedades coloidais de NTCOA sob condições de síntese otimizadas, inclusive do ponto de vista da sustentabilidade ambiental. Com os resultados obtidos espera-se obter uma melhor interação entre os NTC e matrizes poliméricas utilizadas no nosso grupo de pesquisa, visando produzir ganhos em propriedades mecânicas, reológicas e térmicas.

A metodologia de síntese de NTCOA evidenciou vantagens como: 1) redução do volume do TETA em até 10 vezes, 2) aumento de escala de produção em até 10 vezes e, 3) implementação de micro-ondas como fonte de energia. Esta rota de síntese permitiu obter ganhos nos tempos de reação, assim como uma redução considerável nos resíduos gerados e, portanto no impacto ambiental. Curvas de termogravimetria (TG/DTG) mostraram que houve um aumento no grau de funcionalização de 7% (NTCO) para 11% (NTCOA) na região compreendida entre 120 °C e 400 °C, após a reação de aminação (Figura 1).

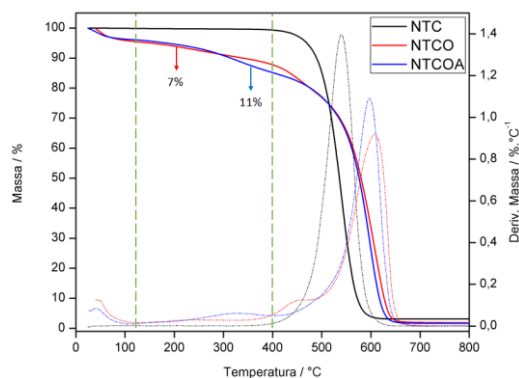


Figura 1. Curvas TG/DTG de amostras de NTC, NTCO e NTCOA sob atmosfera de ar sintético a 5 °C/min.

Dispersões de NTCOA em meio aquoso apresentaram em média diâmetro hidrodinâmico ( $D_h$ ) e  $\zeta$  equivalentes a  $(200 \pm 9,5)$  nm e  $(+32 \pm 2,6)$  mV. Resultados por DLS e ELS evidenciaram a alta repulsão eletrostática das dispersões de NTCOA e a carga superficial positiva fornecida pelos grupos  $-NH_2$  do TETA. Como conclusões principais foram produzidos NTCOA sob condições de síntese otimizadas, obtendo ganhos em tempo de reação e redução de 10 vezes no volume do reagente TETA. Análises por TG/DTG evidenciaram um aumento no grau de funcionalização após a reação de aminação. Medidas por espalhamento de luz dinâmico (DLS) e espalhamento de luz eletroforética (ELS) confirmaram a alta estabilidade coloidal e carga superficial positiva das dispersões de NTCOA numa ampla faixa de concentração estudada.

**PALAVRAS-CHAVE:** Estabilidade coloidal; nanotubos de carbono; funcionalização.

## REFERÊNCIAS

PEYDAYESH, M.; MOHAMMADI, T.; BAKHTIARI, O. Effective treatment of dye wastewater via positively charged TETA-MWCNT/PES hybrid nanofiltration membranes. *Sep. Purif. Technol.*, v. 194, p. 488-502, 2018.

PUNETHA, V. D.; RANA, S; YOO, H. J.; CHAURASIA, A.; McLESKEY, J. T.; RAMASAMY, M. S.; SAHOO, N. G.; CHO, J. W. Functionalization of carbon nanomaterials for advanced polymer nanocomposites: A comparison study between CNT and graphene. *Prog. Polym. Sci.*, v. 67, p. 1-47, 2017.

VUKOVIĆ, G.; MARINKOVIĆ, A.; OBRADOVIĆ, M.; RADMILOVIĆ, V.; ČOLIĆ, M.; ALEKSIĆ, R.; USKOKOVIĆ, P. S. Synthesis, characterization and cytotoxicity of surface amino-functionalized water-dispersible multi-walled carbon nanotubes. *Appl. Surf. Sci.*, v. 255 (18), p. 8067-8075, 2009.

ZABIHI, O; AHMADI, M; AKHLAGHI BAGHERJERI; M, NAEBE. One-pot synthesis of aminated multi-walled carbon nanotube using thiol-ene click chemistry for improvement of epoxy nanocomposites properties. *RSC. Adv.*, v. 5 (119), p. 98692-98699, 2015.