

**DESENVOLVIMENTO E APLICAÇÃO DE FILMES DE G-C3N4 DOPADO  
COM ÍONS METÁLICOS PARA A PRESERVAÇÃO DE PRODUTOS DE  
PANIFICAÇÃO**

*Igor Souza Lima (igor.16souza@gmail.com)*

*Aguida Aparecida De Oliveira (aguidaoliveira@gmail.com)*

*Idio Alves De Sousa Filho (idiofilho@ufrj.br)*

O pão é um dos alimentos mais consumidos no Brasil e, devido à sua elevada umidade e

atividade de água, apresenta alta suscetibilidade à contaminação por fungos. Em países

tropicais, como o Brasil, as perdas relacionadas a esse problema podem alcançar até 10%

da produção anual [1], evidenciando a necessidade de novas tecnologias

que contribuam para a redução desse desperdício. Diante disso, as embalagens funcionais

incorporadas com nanomateriais, surgem como uma alternativa para a redução dessas

perdas [2], e o nitreto de carbono grafitico (g-C3N4), por suas propriedades fotocatalíticas e

bactericidas, vem ganhando bastante destaque. Assim, o objetivo deste trabalho é

desenvolver, caracterizar e aplicar filmes à base de g-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub> dopado com íons metálicos em

produtos do setor de panificação, visando a conservação do alimento.

O g-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub> foi produzido a partir da policondensação térmica da melamina na presença de

NaCl e KCl, à 520 °C por 2 horas. A dopagem com Cu<sup>2+</sup> ou Ag<sup>+</sup> foi feita através da

dispersão do g-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub> em água com CuCl<sub>2</sub> ou AgNO<sub>3</sub>, seguida da adição do NaBH<sub>4</sub>. Os filmes

foram produzidos incorporando os materiais a uma solução de alginato de sódio, amido,

glicerol e cloreto de cálcio [2], e posteriormente analisados por UV-Vis e FTIR. Para os

ensaios microbianos, os g-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub> produzidos foram adicionados a um meio de cultura com

diferentes concentrações e comparados a um controle, medindo o halo de crescimento

fúngico. Para os ensaios de crescimento fúngico foi utilizado um pão caseiro embalado com

os filmes produzidos e outro com plástico filme convencional.

A análise de UV-Vis mostrou que as dopagens alteraram as propriedades ópticas dos

materiais, reduzindo o valor de band gap, e deslocando as bandas para maiores

comprimentos de onda, aumentando a absorção na região visível. No FTIR bandas em

torno de 1500 cm<sup>-1</sup> e bandas em torno de 810 cm<sup>-1</sup> foram observadas em todo o espectro,

confirmando a presença dos anéis tri-s-triazina, característicos do g-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub>.

Os ensaios microbianos mostram a eficácia dos g-C3N4 dopados na inibição dos fungos

quando comparado ao controle. Na amostra com o fungo *Aspergillus parasiticus*, as

amostras com  $\text{Ag}^+$  (0,1g e 0,15g) inibiram mais de 90%, enquanto as com  $\text{Cu}^{2+}$  (0,1g)

tiveram inibição de 60%. No caso do *Aspergillus carbonarius*, um fungo conhecido por sua

alta resistência [3], as taxas de inibição foram menores, destacando-se 20% para  $\text{Ag}^+$

(0,15g) e 30% para  $\text{Cu}^{2+}$  (0,15g). Já para o fungo *Aspergillus westerdijkiae*, as amostras

com  $\text{Cu}^{2+}$  (0,1g e 0,15g) apresentaram mais de 90% de inibição, enquanto  $\text{Ag}^+$  (0,15g) teve

cerca de 45%. O teste de produto mostrou que os filmes feito com g-C3N4 inibiram o

crescimento de fungo no pão, enquanto o pão embalado com plástico filme convencional

apresentou contaminação visual a partir do 6° dia, e em análise microscópica confirmou a

presença de hifas e estruturas típicas dos fungos *penicillium sp.* e *cladosporiums sp.*

Esses resultados mostram o potencial do filme dopado com  $\text{Ag}^+$  e  $\text{Cu}^{2+}$  como uma

alternativa promissora para prolongar a vida útil e reduzir a perda por fungos de produtos de

panificação. No entanto, se faz necessário a realização de testes adicionais de solubilidade

e biodegradabilidade para confirmar que o filme atende o perfil eco-friendly, e uma

avaliação da possível migração de íons para o alimento, a fim de garantir a segurança e

viabilidade do uso do filme em escala comercial

[1] EMBRAPA. Deterioração Fúngica de Produtos de Panificação no Brasil. Comunicado

Técnico, 110. 2011

[2] Starch/alginate/Cu-g-C3N4 nanocomposite film for food packaging. Journal of

Environmental Chemical Engineering, v. 11, n. 2, 2021.

[3] Microbiota tóxica e ochratoxinas em uvas e produtos derivados. Tese - IT, UFRRJ,

1999.

Palavras-chave: filmes poliméricos; preservação de alimentos; embalagens funcionais; atividade antifúngica.