

Sensor de qualidade de alimento baseado em nanocelulose bacteriana

Pietro Gagliardi

João Paulo Pereira do Carmo

Universidade de São Paulo (USP)

Escola de Engenharia De São Carlos (EESC)

Pietro.gagliardi.2002@usp.br

jcarmo@sc.usp.br

Objetivos

Os objetivos dessa pesquisa se baseiam na análise e na realização de testes no Biopolímero de Nanocelulose - Bacterial Nanocellulose Membrane (BNC) - com ênfase, inicialmente, na indústria alimentícia a fim de criar e desenvolver embalagens inteligentes que possam ler e registrar a qualidade de seus alimentos a partir da quantidade de gás etileno (C₂H₄) emitido no processo de degradação de frutas. A nanocelulose possui uma vasta gama de aplicações, sendo que, uma delas é a sua característica transdutora quanto a absorção de umidade que fora descoberta recentemente e que, na mesma linha, imagina-se que possa se expandir para outras ênfases. Contudo, o objetivo geral será a expansão da gama de uso da nanocelulose através da análise e da especificação das suas propriedades transdutoras submetidas a diferentes situações com o Gás Etileno (C₂H₄).

Métodos e Procedimentos

Fora necessário criar um sistema isolado e controlado para afeição dos resultados, a fim de realizar a inserção gradativa do gás etileno (C₂H₄) e estudar o comportamento da nanocelulose através de diferentes métodos analíticos. O nosso sistema fora definido através de duas caixas herméticas de acrílico

completamente fechadas e isoladas, onde uma comportara a nanocelulose e a outra fora realizado a degradação da banana prata, sendo que ambas são interligadas por um sistema de sucção que direciona o Gás Etileno emitido diretamente para a nanocelulose, além de contarem com um sistema de controle de temperatura e umidade. Foram realizados três tipos de testes sendo que o primeiro deles a nanocelulose foi posta em contato direto com a banana em todo o seu período de maturação (7 dias) e os dados registrados a cada 24 horas. No segundo teste a nanocelulose e banana ficaram isoladas e, somente no sétimo dia elas foram colocadas em contato. No terceiro teste, duas nanoceluloses foram ligadas em uma ponte de wheatstone com dois resistores.

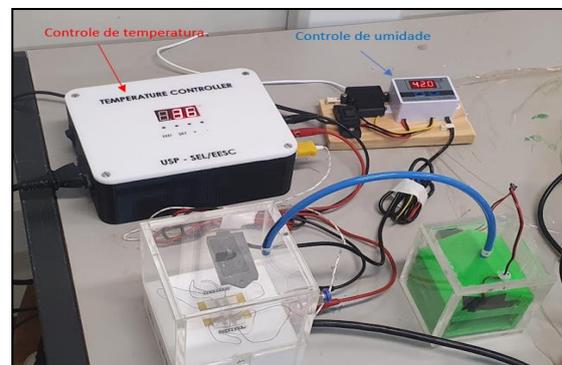


Figura 1: Caixas Herméticas e Controladores

Resultado

O primeiro teste foi realizado com 4 corpos de prova, totalizando 16 nanoceluloses ensaiadas – cada corpo de prova conta com 4 nanoceluloses. O segundo teste foi repetido 4 vezes utilizando o mesmo corpo de prova – onde foi separada cada nanocelulose para aumentar a concentração de gás. Todos os dados de capacitância, resistência e a massa da banana foram armazenados e foram plotados gráficos a partir desses dados e analisado a sua variação temporal. No entanto, em meio a realização dos testes foi notado que a resistência da nanocelulose variava conforme a velocidade da ventoinha – que gerava uma pressão na nanocelulose – onde fora levantada a hipótese da sua atuação como célula de carga e realizado o ensaio onde a nanocelulose fora inserida em uma ponte de wheatstone com dois resistores de 1kohm e alimentada com 12v, ao pressionar a nanocelulose a tensão de saída variava entre 96.7 até 99.7 mV.

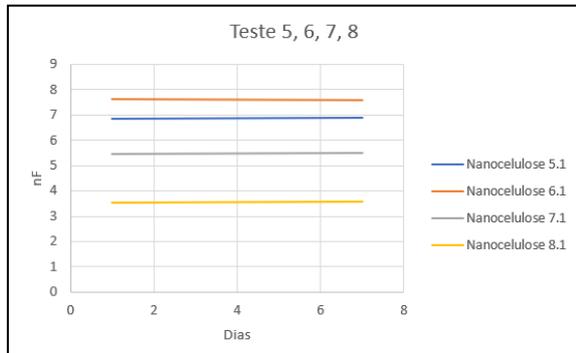


Figura 2: Comportamento BNC com C2H4

Conclusões

Através dos procedimentos realizados e dos resultados obtidos, foi possível concluir que a nanocelulose não pode ser utilizada como sensor de qualidade de alimento em embalagens inteligentes através do monitoramento do Gás Etileno (C₂H₄) pois ela não possui propriedade transdutora para essa aplicação. No entanto, a nanocelulose continua

sendo um polímero de extremo potencial físico, químico e biológico onde fora observado que ela possui uma propriedade de deformação semelhante à de células de cargas utilizadas para medir pressão e força em estruturas. Com isso, há motivação para que sejam realizadas pesquisas futuras nessa ênfase.

Agradecimentos

Gostaria de agradecer os meus pais por apoiarem e ajudarem a minha permanência na Universidade, a minha namorada por me dar todo o apoio emocional e companheirismo e também agradecer o meu orientador por todo o conhecimento e direcionamento dado durante a vigência da minha bolsa.

Referências

“A Humidity Sensor Based on Bacterial Nanocellulose Membrane (BNC)”. *IEEE Sensors Journal*, Vol. 23, No. 4, pp. 3485-3492, February 2023

Díez-Pascual, A.M. Synthesis and applications of biopolymer composites. *Int. J. Mol. Sci.* 2019, 20, 2321

Garg, M., Apostolopoulou-Kalkavoura, V., Linares, M. et al. Moisture uptake in nano cellulose: the effects of relative humidity, temperature and degree of crystallinity. *Cellulose* 28, 9007–9021 (2021)

Young, Kevin, "Development of a Tensile Split Hopkinson Pressure Bar Testing Facility" (2015). *Electronic Theses and Dissertations*. 5513.

Nagalakshmaiah, M.; Afrin, S.; Malladi, R.P.; Elkoun, S.; Robert, M.; Ansari, M.A.; Svedberg, A.; Karim, Z. *Biocomposites: Present trends and challenges for the future*. In *Green Composites for Automotive Applications*; Koronis, G., Silva, A., Eds.; Elsevier Science: Cambridge, UK, 2019; pp. 197–215. ISBN 978-0-08-102177-4.