

# CBet: REVESTIMENTO BIOTECNOLÓGICO PARA SEMENTES A PARTIR DO APROVEITAMENTO DO COPRODUTO DE BETERRABA



Ana Rebeka Monteiro Lima de Souza<sup>1</sup>, Heloína Lopes Capistrano<sup>2</sup>, Francisco Augusto Oliveira Santos<sup>3</sup>  
(1)- Estudante, (2) – Orientadora, (3) - Coorientador - EEMTI Marconi Coelho Reis - mcrprojeto@gmail.com

## INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos países que mais usa agroquímicos sintéticos para potencializar a produtividade agrícola. Nesse sentido, a biotecnologia pode ser utilizada para obtenção de alimentos mais saudáveis, sendo o uso de recobrimentos uma possibilidade de agregar compostos bioativos à semente. Dentre os materiais que são fontes de compostos bioativos estão os coprodutos da casca da beterraba (Figura 1), que correspondem a 70% dos coprodutos gerados no processamento da hortaliça.

Figura 1: Coproduto das cascas de beterraba



Fonte: A própria autora, 2023.

## PROBLEMA

Seria possível desenvolver um revestimento a partir de biocelulose e biomassa de coproduto de beterraba (*Beta vulgaris*) capaz de potencializar o percentual germinativo e de compostos bioativos em culturas de coentro (*Coriandrum sativum*)?

## HIPÓTESE

É possível desenvolver um revestimento à base de polímero obtido via rota biotecnológica e biomassa de coproduto de beterraba capaz de potencializar aspectos fisiológicos e metabólitos secundários em coentro.

## METODOLOGIA

Figura 2: Fluxograma metodológico



Fonte: A própria autora, 2024.

## RESULTADOS

As Figura 3 e 4 apresentam, respectivamente, os biopolímeros obtidos a partir de ECB e as curvas de contorno para (a) Biodegradabilidade e (b) Absorção de água. A Tabela 01 apresenta os dados de caracterização dos polímeros (DCCR 2<sup>2</sup>), onde a amostra 8 foi selecionada com a mais promissora.

Figura 3: Biopolímeros obtidos a partir do Extrato da Casca de Beterraba (ECB)



Figura 4: Curvas de contorno para (a) Biodegradabilidade e (b) Absorção de água

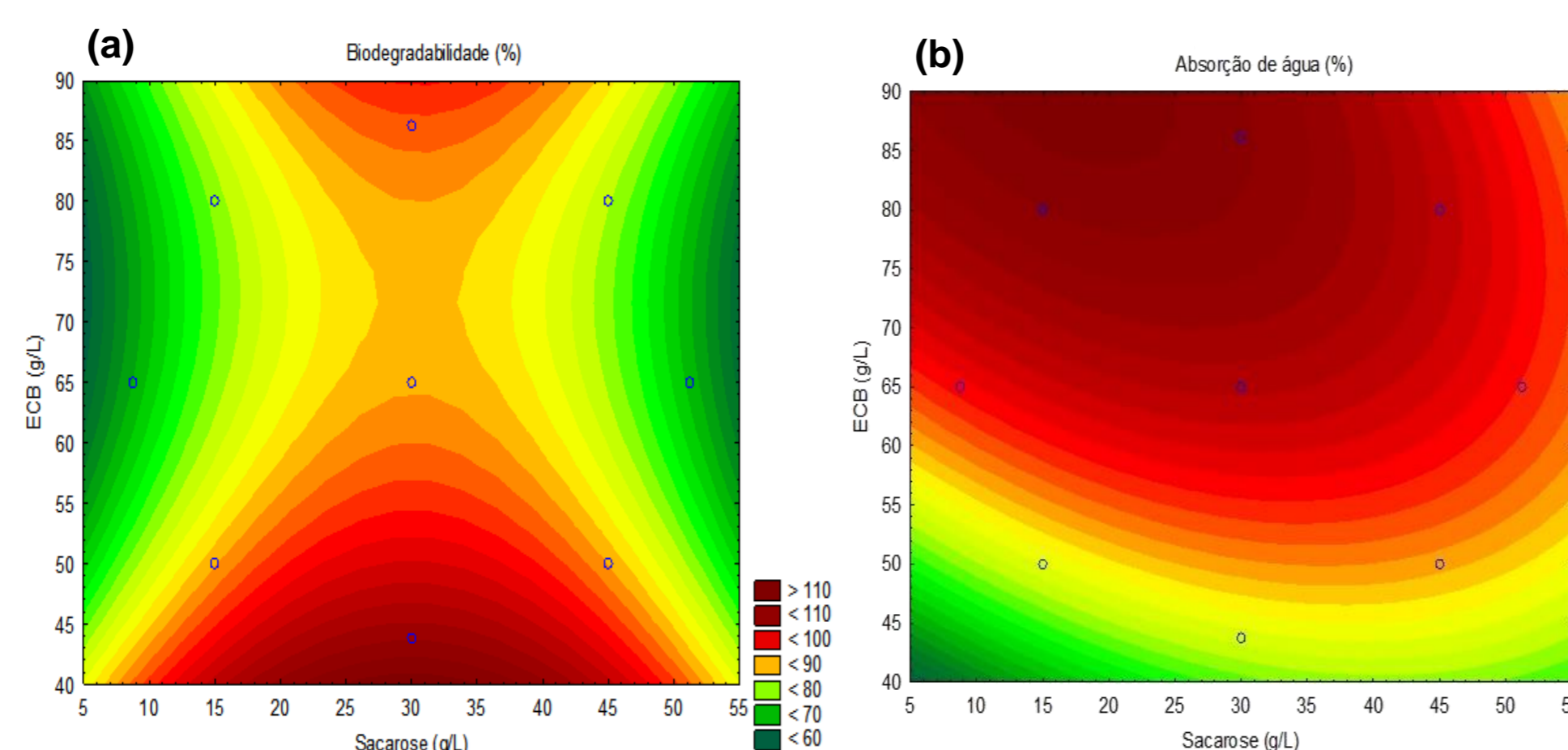


Tabela 1: Caracterização dos biopolímeros obtidos em meios contendo ECB e Sacarose

Ensaio	Rendimento (%)	Espessura (mm)	Solubilidade (%)	Biodegradação (mm)	Absorção de água (%)	Módulo de Young (MPa)
1	8,45 ± 0,11 <sup>a</sup>	0,128 ± 0,02 <sup>a</sup>	97,18 ± 0,03 <sup>af</sup>	98,93 ± 0,09 <sup>a</sup>	321,33 ± 2,62 <sup>a</sup>	1,67 ± 0,54 <sup>a</sup>
2	8,23 ± 0,18 <sup>a</sup>	0,185 ± 0,01 <sup>b</sup>	86,87 ± 0,97 <sup>b</sup>	83,67 ± 9,09 <sup>b</sup>	603,7 ± 6,01 <sup>b</sup>	49,44 ± 11,01 <sup>b</sup>
3	2,28 ± 0,14 <sup>b</sup>	0,158 ± 0,01 <sup>c</sup>	95,24 ± 0,09 <sup>a</sup>	96,63 ± 0,09 <sup>bc</sup>	313,13 ± 3,60 <sup>a</sup>	93,69 ± 60,97 <sup>c</sup>
4	2,43 ± 0,05 <sup>bc</sup>	0,436 ± 0,01 <sup>d</sup>	83,21 ± 0,07 <sup>c</sup>	82,67 ± 0,09 <sup>b</sup>	442,17 ± 29,3 <sup>c</sup>	31,12 ± 4,83 <sup>d</sup>
5	5,68 ± 0,12 <sup>d</sup>	0,329 ± 0,03 <sup>a</sup>	76,44 ± 1,66 <sup>d</sup>	60,70 ± 6,09 <sup>d</sup>	424 ± 2,94 <sup>c</sup>	273,3 ± 49,53 <sup>e</sup>
6	3,24 ± 0,10 <sup>e</sup>	0,125 ± 0,01 <sup>a</sup>	88,16 ± 0,88 <sup>eb</sup>	65,33 ± 8,09 <sup>d</sup>	517,6 ± 4,49 <sup>d</sup>	123,4 ± 46,52 <sup>f</sup>
7	2,81 ± 0,09 <sup>de</sup>	0,516 ± 0,01 <sup>f</sup>	98,37 ± 0,11 <sup>f</sup>	98,97 ± 1,09 <sup>a</sup>	303,3 ± 13,59 <sup>a</sup>	44,77 ± 7,85 <sup>g</sup>
8	9,58 ± 0,01 <sup>f</sup>	0,276 ± 0,00 <sup>g</sup>	87,43 ± 0,07 <sup>eb</sup>	90,67 ± 0,09 <sup>abc</sup>	642,6 ± 3,29 <sup>b</sup>	33,22 ± 8,89 <sup>h</sup>
9	5,79 ± 0,06 <sup>d</sup>	0,189 ± 0,02 <sup>h</sup>	89,48 ± 0,59 <sup>eg</sup>	88,00 ± 5,09 <sup>bc</sup>	510,9 ± 1,51 <sup>d</sup>	247 ± 76,15 <sup>i</sup>
10	5,65 ± 0,21 <sup>d</sup>	0,179 ± 0,01 <sup>i</sup>	90,68 ± 0,32 <sup>g</sup>	90,20 ± 3,09 <sup>abc</sup>	523,33 ± 0,94 <sup>d</sup>	269,61 ± 4,71 <sup>j</sup>
11	5,69 ± 0,06 <sup>d</sup>	0,180 ± 0,01 <sup>i</sup>	89,62 ± 0,48 <sup>eg</sup>	90,87 ± 4,09 <sup>abc</sup>	544,13 ± 38,9 <sup>d</sup>	240,77 ± 3,18 <sup>k</sup>

Médias acompanhadas da mesma letra na coluna não diferiram significativamente pelo teste de Tukey (p<0,05).  
Fonte de Imagens e Tabelas: A própria autora, 2023.

## RESULTADOS

A 95% de confiança ECB (g/L) e Sacarose (g/L) foram significativas para todas as variáveis respostas testadas, indicando que alterações em suas concentrações modificarão as propriedades dos polímeros. A Análise de Componentes Principais (PCA) (Figura 5), indica que as amostras 2 e 8 apresentaram valores superiores para rendimento e absorção de água. A Figura 06 apresenta os espectros de FTIR dos biopolímeros, indicando a presença de celulose.

Figura 5: PCA para propriedades dos biopolímeros

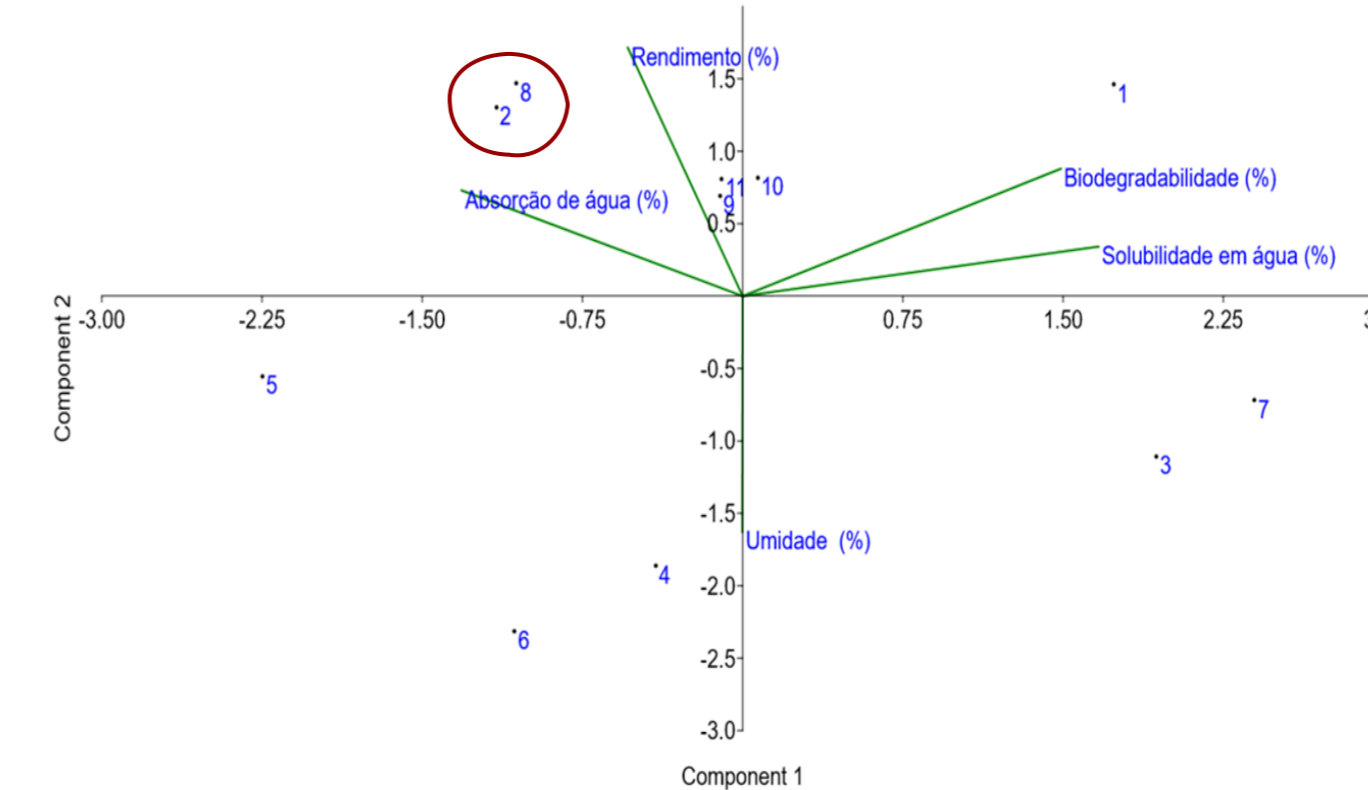
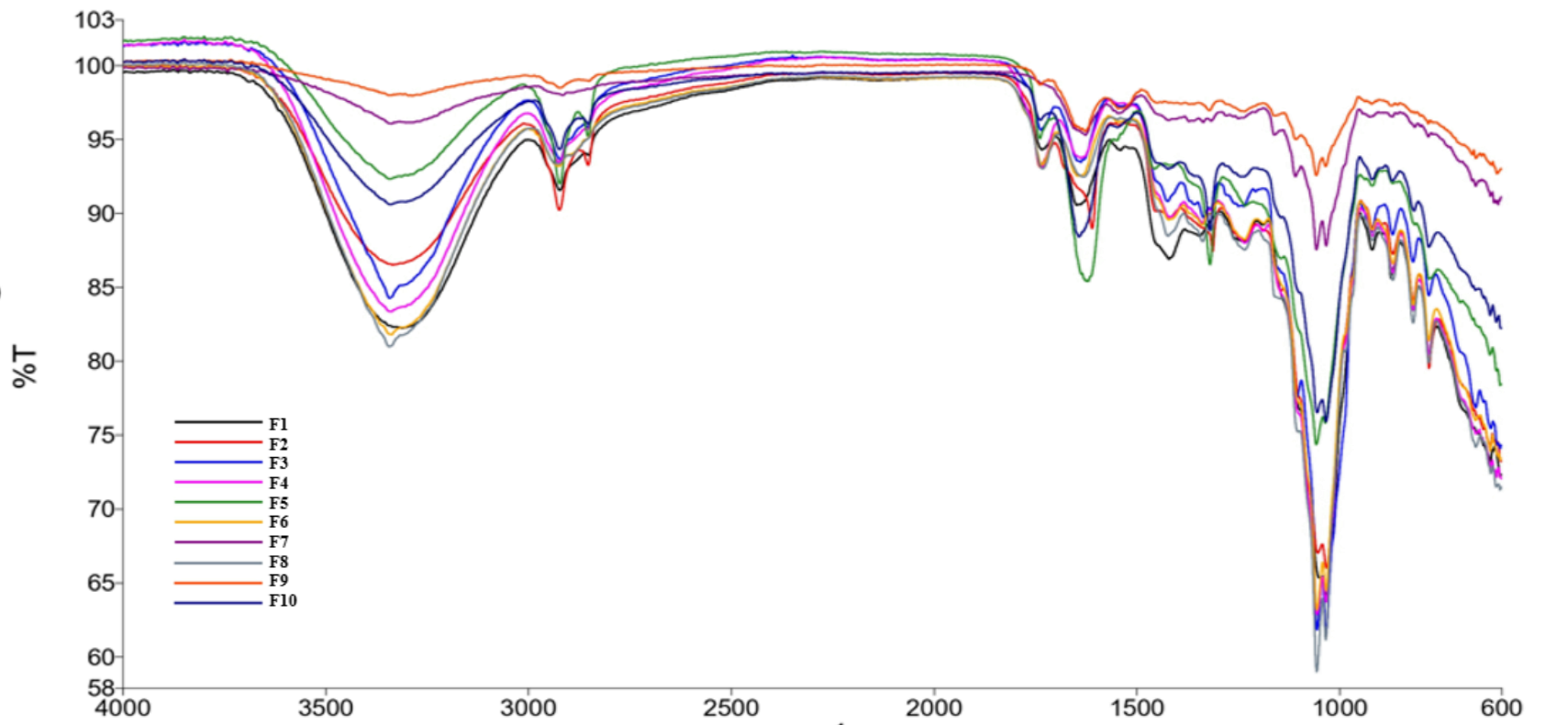


Figura 6: Espectros de FTIR dos biopolímeros



O revestimento biotecnológico promoveu maior germinação, comprimento da raiz e altura da planta e maior teor de compostos bioativos (p<0,05) para os ensaios em laboratório (Tabela 2) com a variedade verdão, bem como no ensaio comparativo entre as variedades Verdão, Coimbra e Português e para os testes em campo.

Tabela 2: Resultados das análises fisiológicas e bioquímicas de plântulas de coentro tratadas com diferentes revestimentos

Amostra	Germinação (%)	Comprimento da raiz (cm)	Altura da planta (cm)	Flavonoides (mg EQ 100g <sup>-1</sup> )	Polifenóis (mg GAE 100g <sup>-1</sup> )	Atividade Antioxidante - (µM trolox g <sup>-1</sup> )
CBet	98,93 ± 1,57 <sup>a</sup>	2,63 ± 0,05 <sup>a</sup>	9,57 ± 0,52 <sup>a</sup>	489,66 ± 22,33 <sup>a</sup>	558,11 ± 2,30 <sup>a</sup>	188,40 ± 3,13 <sup>a</sup>
C1	84,39 ± 7,20 <sup>ab</sup>	2,29 ± 0,10 <sup>b</sup>	8,28 ± 0,33 <sup>b</sup>	224,21 ± 11,26 <sup>b</sup>	222,15 ± 25,8 <sup>b</sup>	82,26 ± 11,68 <sup>b</sup>
C2	67,80 ± 9,81 <sup>c</sup>	1,70 ± 0,41 <sup>c</sup>	4,17 ± 0,11 <sup>c</sup>	94,15 ± 2,5 <sup>c</sup>	141,8 ± 24,1 <sup>c</sup>	60,78 ± 0,60 <sup>c</sup>
C3	61,11 ± 5,67 <sup>d</sup>	1,58 ± 0,02 <sup>d</sup>	7,32 ± 0,13 <sup>d</sup>	12,58 ± 2,41 <sup>d</sup>	83,97 ± 1,69 <sup>d</sup>	55,35 ± 2,55 <sup>d</sup>
C(+)	97,31 ± 2,18 <sup>e</sup>	2,31 ± 0,10 <sup>e</sup>	8,74 ± 1,15 <sup>e</sup>	8,23 ± 0,08 <sup>d</sup>	76,14 ± 3,92 <sup>e</sup>	48,23 ± 6,84 <sup>e</sup>
C(-)	76,68 ± 8,16 <sup>f</sup>	1,51 ± 0,03 <sup>d</sup>	7,93 ± 0,39 <sup>f</sup>	8,23 ± 0,08 <sup>d</sup>	76,14 ± 3,92 <sup>e</sup>	48,23 ± 6,84 <sup>e</sup>

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferiram significativamente pelo teste de Tukey à 95% de confiança. Legenda: CBet – Polímero biotecnológico e Biomassa de beterraba; C1 – Amido de mandioca e biomassa de beterraba; C2 – Polímero biotecnológico; C3 – Amido de mandioca; C(+)- Polímero Sintético Disco AG Red-L230; e C(-) – Sem revestimento.

Figura 7: Dendrograma das médias das análises de compostos bioativos (a) e fisiológicas (b) da variedade Verdão

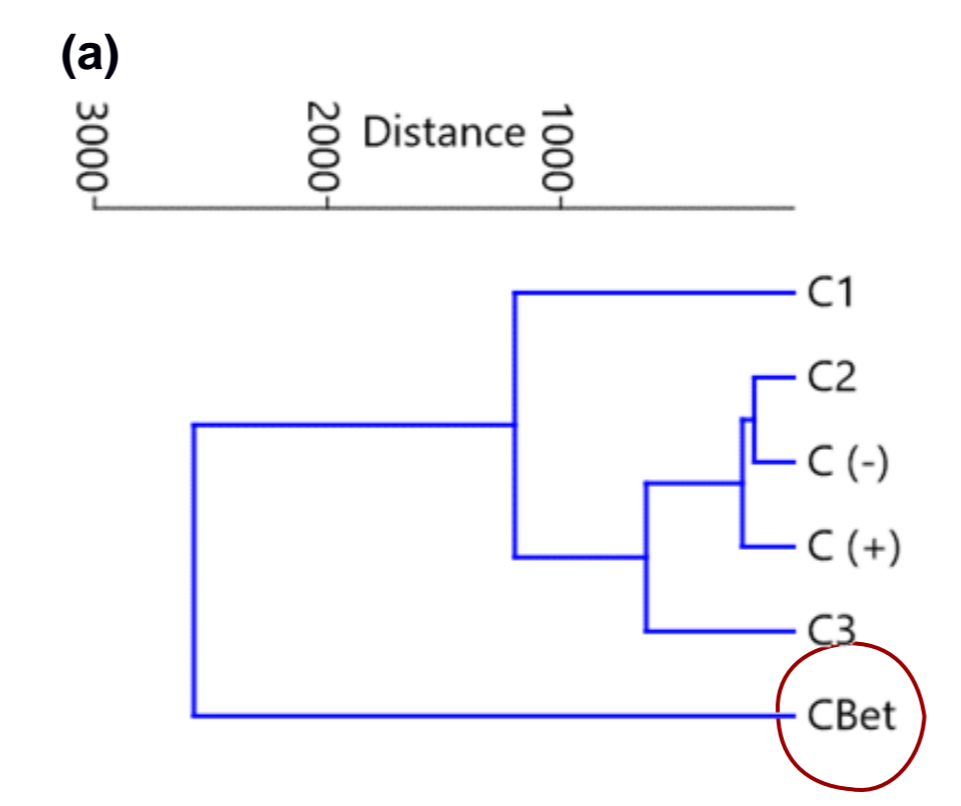


Figura 8: Difratoograma de raios X do revestimento biotecnológico

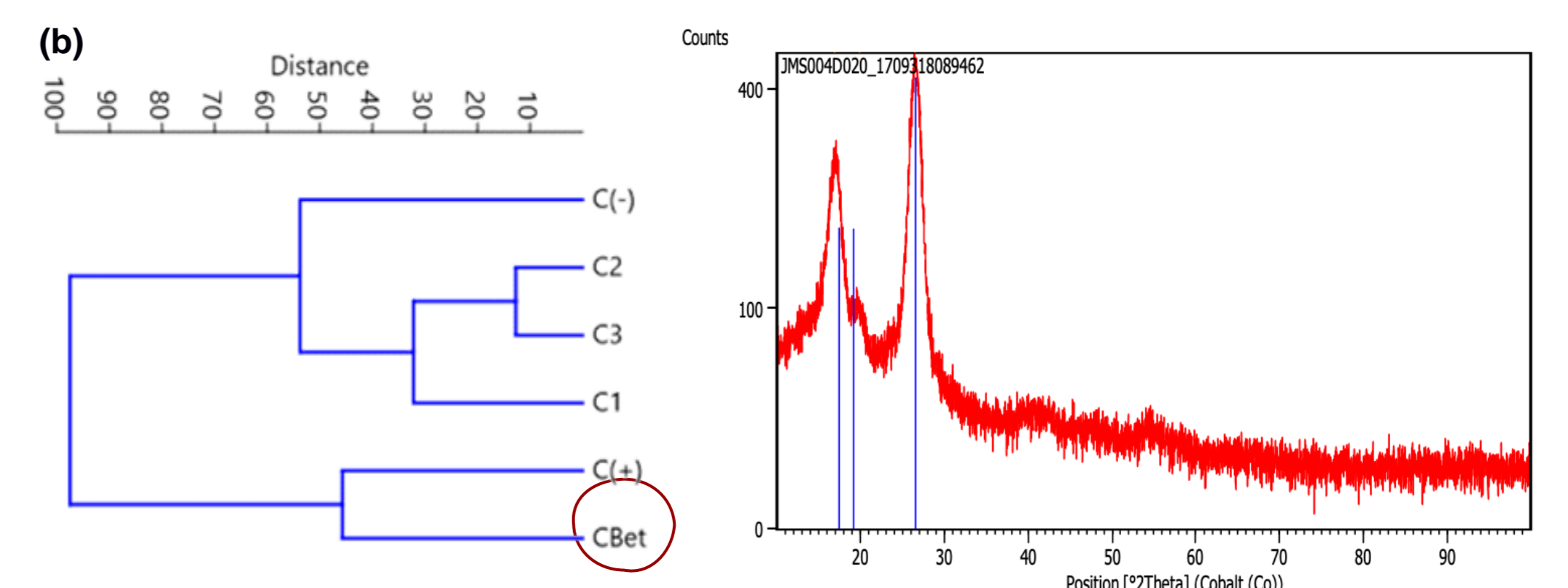


Figura 9: Microscopia Eletrônica do revestimento

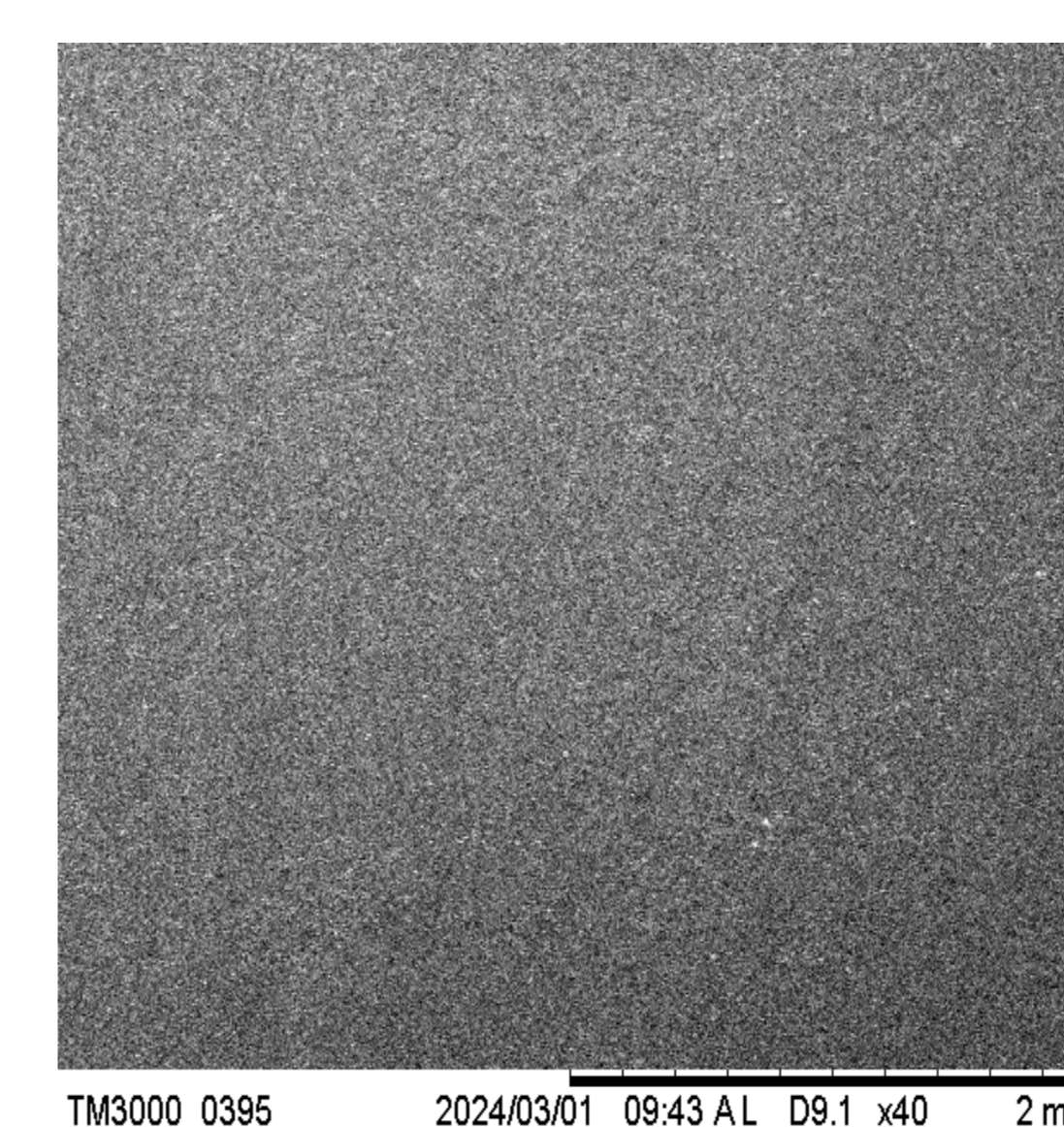
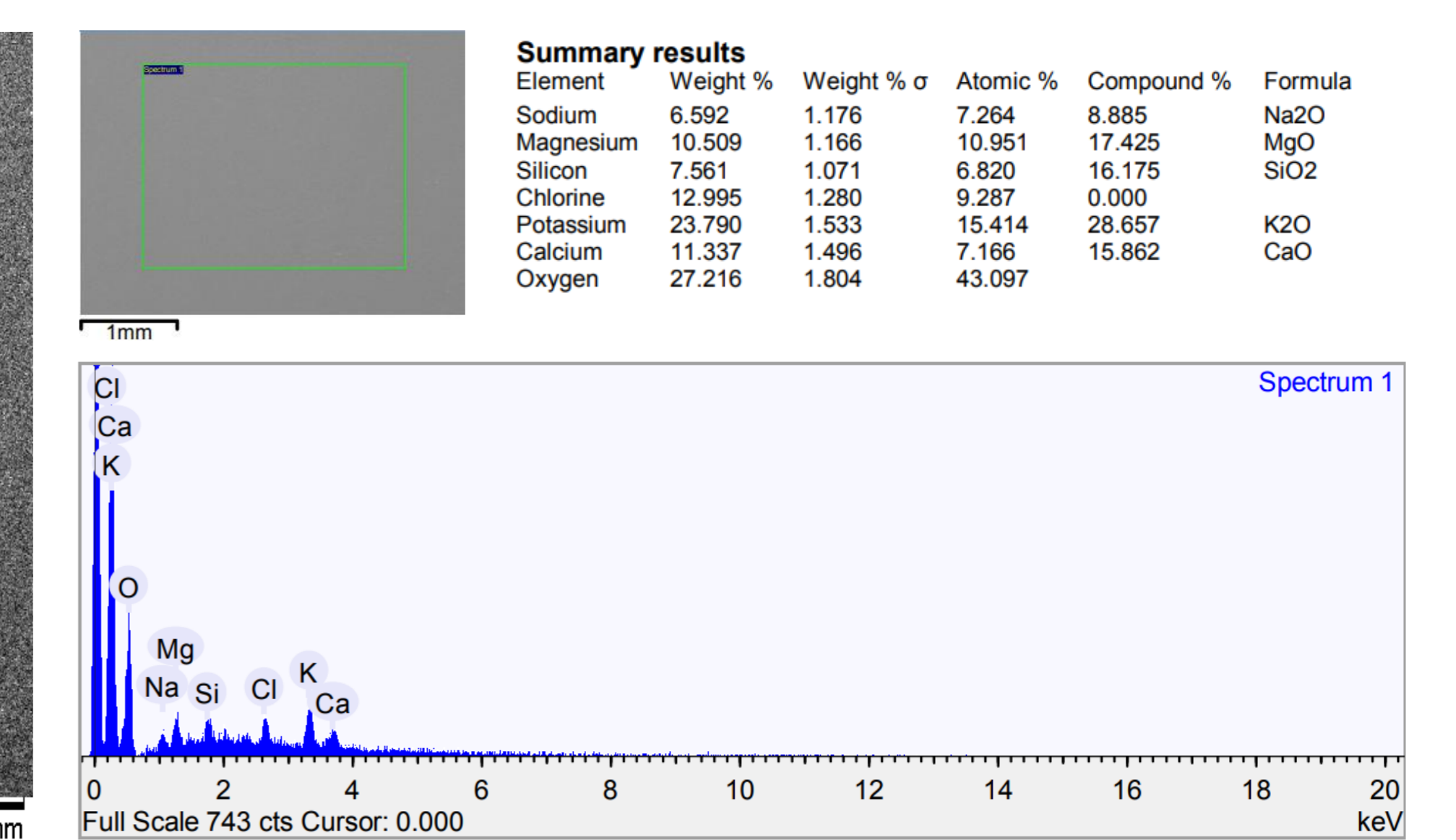


Figura 10: Espectro de raios X de energia dispersiva do revestimento biotecnológico com os respectivos óxidos presentes em porcentagem



Fonte de Imagens e Tabelas: A própria autora, 2023.

O revestimento obtido a um preço de R\$0,28 (200g), é uma alternativa de baixo custo para potencializar a produtividade e saudabilidade das culturas de coentro, obtendo 95,3% de germinação em campo. Este projeto colabora com 8 dos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (Figura 11) da Agenda 2030 da ONU.

Figura 11: Objetivos do Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030 da ONU contemplados pelo projeto



Fonte: Adaptado de ONU, 2023.

## CONCLUSÃO

O objetivo do projeto foi alcançado com êxito, uma vez que produziram-se revestimentos sustentáveis e biodegradáveis a partir da casca da beterraba utilizando processos biotecnológicos, potencializando a germinação e o teor de bioativos no coentro. Conclui-se que o projeto apresenta relevância tecnológica, científica, social e ambiental.

## REFERÊNCIAS

[1] ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. Official methods of analysis of the AOAC. Washington DC: Association of Official Analytical Chemists, 2005.  
[2] NETO, B.B.; SCARMINIO, I.S.; BRUNS, R.E. Como fazer experimentos: pesquisa e desenvolvimento na ciência e na indústria. Campinas, Unicamp, 2001. 401p.  
[3] GONTARD, N., et al. Edible composite films of wheat gluten and lipids: Water vapor permeability and other physical properties. *International Journal of Food Science and Technology*, 29(1), 39-50. 1994.  
[4] ASTM, 2012. Standard test method for tensile properties of thin plastic sheeting (D882-12). In: Annual Book of ASTM Standards. American Society for Testing and Materials, Philadelphia, PA.  
[5] MARTUCCI, J.F. Biodegradable three-layer film derived from bovine gelatin. *Journal of Food Engineering*, vol. 99, n. 9, p. 377 - 383, ago. 2010.  
[6] LIN, C. W. et al. Sorption and transport properties of 2-acrylamido-2-methyl-1-propenesulfonic acid-grafted bacterial cellulose membranes for fuel cell application. *Journal of Power Sources*, p. 297 - 305, 2013.  
[7] CHAUHAN, A. et al. Influence of gibberellic acid and different salt concentrations on germination percentage and physiological parameters of oat cultivars. *Saudi Journal of Biological Sciences*, v. 26, p. 1298-1304, 2019.  
[8] SINGLETON, V. L. et al. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Methods of Enzymology*, 299: 152-178, 1999.  
[9] LARRAURI, J. A. et al. Effect of drying temperature on the stability of polyphenols and antioxidant activity of red grape pomace peels. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, London, v. 45, n. 4, p. 1390-1393, 1997.  
[10] RUFINO, M. S.; PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; TABERNO, M.; ALVES, R.E.; BRITO, E. S.; SAURA-CALIXTO, F. Aceroia and cashew apple as sources of antioxidant and dietary fibre. *International Journal of Food Science and Technology*, v. 45, p. 2227-2233, 2010.  
[11] MENDES, J. T. G. *Economia: Fundamentos e Aplicações*. 1ª Ed. São Paulo: Biblioteca Universitária Pearson, Marca Prentice Hall, 2012, 184 p.  
[12] SINGH, R. L. MONDAL, S. *Biotechnology for Sustainable Agriculture*. 1. Ed. Sawston: Woodhead Publishing, 2018, 446 p.  
[13] ROCHA, I. et al. Seed Coating: A Tool for Delivering Beneficial Microbes to Agricultural Crops. *Frontiers in Plant Science*, 2019.