

INTERAÇÕES SUPERFICIAIS E COMPORTAMENTO COLOIDAL DE RESÍDUOS DE BAGAÇO DE UVA: IMPLICAÇÕES PARA SUSPENSÕES E EMULSÕES

RADMILA GRAVATO RODRIGUES¹; LINCOLN AUDREW CORDEIRO, CAMILA MONTEIRO CHOLANT²; ANDRÉ LUIZ MISSIO³

¹UFPEL – *radmilagravato@gmail.com*

²UFPEL – *lincolnaudrewcordeiro.lac@gmail.com*

²UFPEL – *camila.scholant@gmail.com*

³UFPEL – *andreluizmissio@gmail.com*

1. INTRODUÇÃO

Os desafios ambientais associados a necessidade de aumento de produtividade no setor agrícola, demanda oriunda do crescimento populacional, impulsionam a busca por tecnologias direcionadas a uma agricultura mais sustentável, equilibrando dimensões ambientais, econômicas e sociais (UN, 2017; FAO, 2021). Nesta perspectiva, torna-se necessário incrementar a produtividade no campo, o que pode ser alcançado tanto pelo aumento da capacidade produtiva das plantas quanto pela redução de perdas, explorando oportunidades dentro do próprio sistema produtivo e promovendo a bioeconomia circular, alinhada aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ONU, 2015). Como ocorre em outras atividades humanas, a agricultura também gera resíduos, e o crescimento da produção inevitavelmente eleva a quantidade desses resíduos.

Nesse contexto, este estudo analisa as propriedades de biomassa lignocelulósica residual de bagaço de uva visando o potencial de transformação deste resíduo em suspensões ou emulsões, que podem ser substituintes na composição de adjuvantes para aumentar a eficiência na aplicação foliar de defensivos agrícolas. Essa eficiência é fortemente condicionada, entre outros fatores, pela hidrofobicidade da superfície, a qual varia entre espécies, influenciando a interação com líquidos (WANG, 2023). As ceras cuticulares das plantas, revestimento protetor mais externo, ajudam a planta a tolerar estresses como seca, calor excessivo, radiação solar, patógenos e insetos (LUO, 2024), mas também reduzem a molhabilidade. Para reduzir perdas de defensivos agrícolas por deriva, por exemplo, uma maior molhabilidade do líquido na interação com a superfície foliar é desejável.

O desenvolvimento experimental desta pesquisa consiste em transformar o resíduo desta biomassa em suspensões e posteriormente realizar teste de molhabilidade estático em sistemas foliares e ensaio de potencial Zeta, de forma a obter dados sobre a estabilidade coloidal (KUMAR, 2017) e comportamento eletroquímico das partículas dispersas em suspensão. Desta forma, a pesquisa aborda a potencialidade de desenvolvimento de materiais capazes de melhorar a molhabilidade de superfícies foliares hidrofóbicas, reduzindo perdas por deriva e garantindo melhor fixação e distribuição, promovendo maior sustentabilidade ambiental ao mitigar impactos ambientais negativos como a contaminação do solo e uso excessivo de agroquímicos, bem como contribuindo positivamente nos aspectos econômicos e sociais.

2. METODOLOGIA

A matéria-prima utilizada é composta por cascas, sementes e talos de uva preta, obtida através de doação do resíduo após produção artesanal de vinho produzido em Pelotas - RS. Inicialmente os resíduos de bagaço de uva passaram por um processo de secagem em estufa a uma temperatura de 105 °C por 24 horas, e na sequência o material foi retirado da estufa e climatizado até a estabilização de sua massa.

Para os ensaios de molhabilidade (ângulo de contato) e potencial Zeta, a matéria-prima foi desagregada e misturada em água destilada. A suspensão foi inserida em um moinho Super Masscolloider Masuko Sangyo (Masuko®, modelo MKCA6-2J, Kawagushi, Saitama, Japão) com rotação de 1700 rpm e cerca de 20 passagens pelo moinho nas concentrações aproximadas de 2% e 3%.

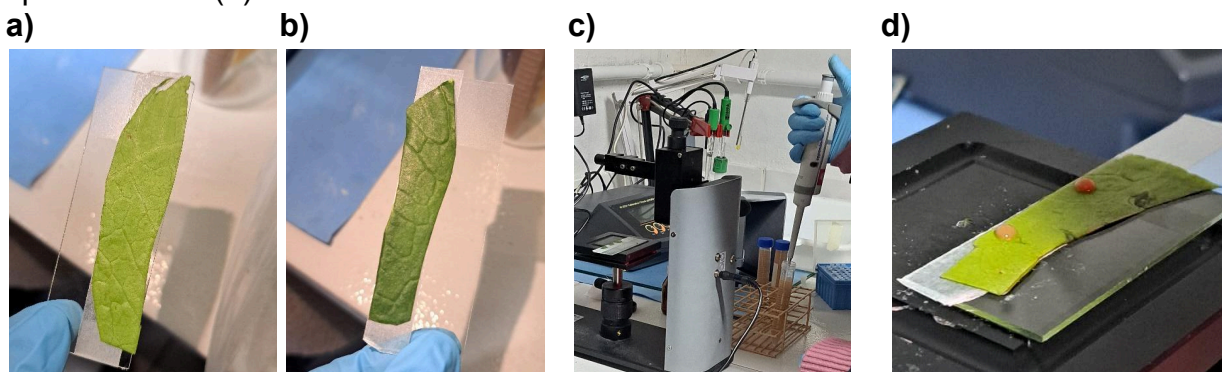
O teste de molhabilidade estático foi realizado adquirindo o ângulo de contato das soluções sobre superfícies foliares utilizando fragmentos de folhas de alface lisa (*Lactuca sativa* var. capitata) e de brócolis (*Brassica oleracea* var. italica), utilizando um tensiômetro óptico Theta Lite TL100 (Biolin Scientific, Suécia), por intermédio do método de gota séssil (com volume da gota de 10 microlitros e tempo de gravação de 60 s) com auxílio do software OneAttension.

A análise de potencial Zeta foi executada em um equipamento Zetasizer Nano Z (Malvern Instruments Ltd., UK). As amostras foram diluídas por um fator de diluição de 200× com água destilada e filtradas com filtros de seringa Millex (45 µm). Na sequência, as leituras das amostras foram registradas em triplicata para a obtenção dos valores de potencial Zeta.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

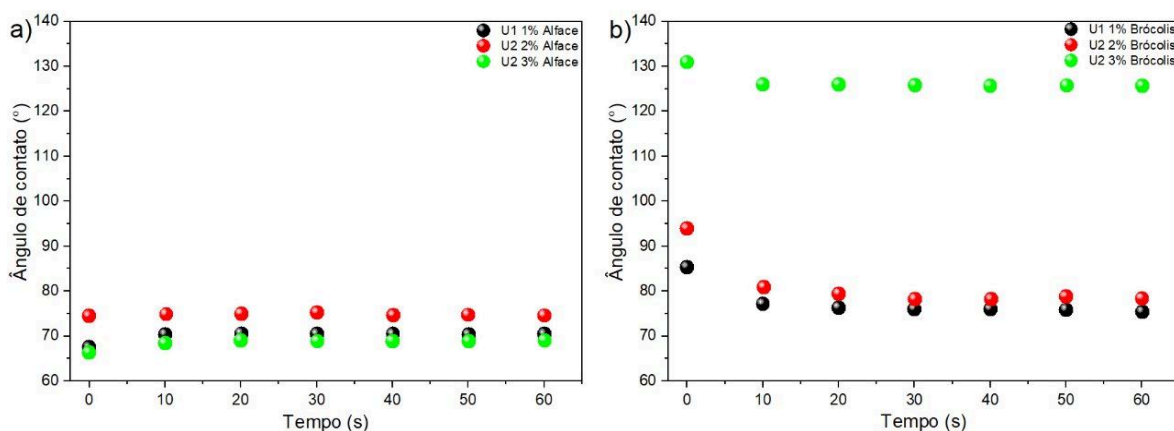
Para a análise de ângulo de contato as folhas vegetais foram dispostas em placas de vidro conforme a figura 1, posicionadas no equipamento e feita a liberação da gota de amostra da suspensão em 2% e em 3%, em triplicata.

Figura 1 - Ensaio de Molhabilidade. Fragmento de alface (a), Fragmento de folha de brócolis (b), Procedimento no tensiômetro óptico (c), Gotas depositadas na superfície foliar (d).



Os resultados preliminares obtidos podem ser observados nos gráficos abaixo, onde foi demonstrado que o ângulo de contato na folha de alface (a) foi menor do que o registrado na folha de brócolis (b), inclusive quando comparado com a amostra U1, não incluída neste trabalho por se diferenciar na composição (somente cascas de uva in natura)

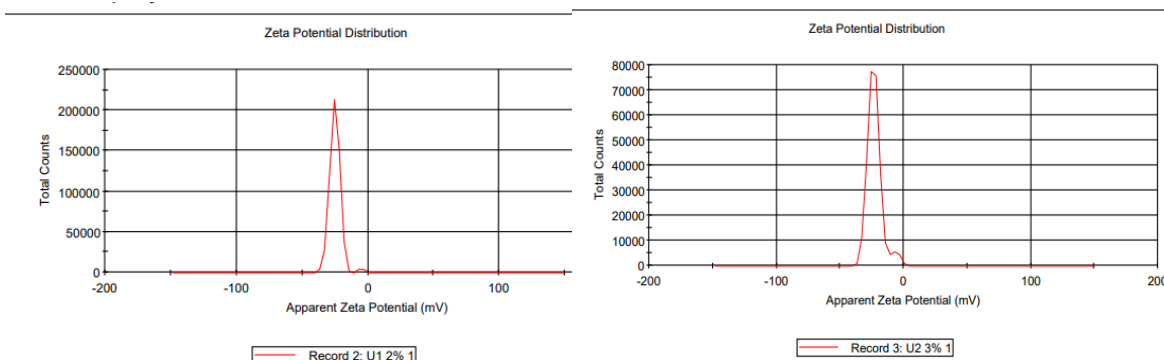
Figura 2 - Análise de ângulo de contato em diferentes superfícies foliares com diferentes suspensões de resíduos de uva



Os resultados obtidos estão de acordo com o esperado, uma vez que a literatura aponta uma maior hidrofobicidade nas folhas de brócolis em comparação com as folhas de alfafa devido a sua superfície, o que implica na molhabilidade (LUO, 2024; RICH, 2018).

Em seguida foi realizada a análise do potencial Zeta, que indica a carga superficial das partículas e depende da composição da partícula e do meio. Valores acima de ± 30 mV conferem maior estabilidade à suspensão, evitando a agregação (KUMAR, 2017). Os resultados obtidos podem ser observados no gráfico abaixo, onde foram encontrados valores de potencial zeta entre 20mV e 30mV (em módulo), o que sugere moderada repulsão eletrostática entre as nanopartículas, e portanto pode ser um indicativo de moderada estabilidade coloidal.

Figura 3 - Potencial Zeta. Amostra Uva 2% (a) e Amostra Uva 3% (b)



4. CONCLUSÕES

Este estudo demonstrou que a partir dos resultados preliminares das análises de resíduo de bagaço de uva o material apresenta características que possibilitam a aplicação visada, como moderada estabilidade coloidal e potencial de molhabilidade relevante, desde que exploradas outras superfícies foliares.

Outras análises como caracterização química, incluindo teor de cinzas, de extrativos, lignina e celulose, análise FTIR, UV-vis e TGA poderão trazer informações complementares para as próximas etapas da pesquisa.

O desenvolvimento desta pesquisa torna-se relevante devido ao estabelecimento da possibilidade de substituição de materiais sintéticos por materiais obtidos por meio de resíduos da agricultura no desenvolvimento de emulsões estáveis com potencial de aplicação dentro do próprio setor, reforçando a contribuição ambiental, econômica e social.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. Strategic Framework 2022-31. Roma, 2021.

KUMAR, Bipul et al. Recent advances in nanoparticle-mediated drug delivery. **Journal of Drug Delivery Science and Technology**, v. 41, p. 260-268, 2017.

LUO, Wenting et al. Leaf cuticular wax composition of a genetically diverse collection of lettuce (*Lactuca sativa* L.) cultivars evaluated under field conditions. **Heliyon**, v. 10, n. 5, 2024.

ONU - Organização das Nações Unidas. Assembleia Geral. Transformando o nosso mundo: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. 2015. Acessado em: 13 de jul. de 2025. Disponível em: <https://sdgs.un.org/2030agenda/>
RICH, Benjamin B.; POKROY, Boaz. A study on the wetting properties of broccoli leaf surfaces and their time dependent self-healing after mechanical damage. **Soft matter**, v. 14, n. 38, p. 7782-7792, 2018.

UN - United Nations. World population projected to reach 9.8 billion in 2050, and 11.2 billion in 2100. UN DESA. United Nations Department of Economic and Social Affairs, 2017. Acessado em: 10 jul. 2025. Disponível em: <https://www.un.org/development/desa/en/news/population/world-population-prospects-2017.html>

WANG, Bo et al. Sustained agricultural spraying: from leaf wettability to dynamic droplet impact behavior. **Global Challenges**, v. 7, n. 9, p. 2300007, 2023.