



# II SIMPÓSIO DE PESQUISA EM ENGENHARIA, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

## ANAIS DO EVENTO

29 de julho a 02 de agosto de 2024

Maringá, Paraná, Brasil



# OBTENÇÃO DE EXTRATO AQUOSO DA CASCA DO CAFÉ POR TECNOLOGIA EMERGENTE E AVALIAÇÃO DO POTENCIAL ANTIMICROBIANO FRENTE À BACTÉRIAS PATOGÊNICAS

T. S. Lima<sup>1\*</sup>, G. E. A. Pega<sup>2</sup>, N. M. Silva<sup>3</sup>, A. C. Feihmann<sup>4</sup>, J. C. Polonio<sup>5</sup>, R. G. Gomes<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Mestranda PEG/UEM <sup>2</sup> Mestrando PBA/UEM <sup>3</sup> Doutoranda PPC/UEM

<sup>4</sup> Docente PEG/UEM <sup>5</sup> Docente PBA/UEM

Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, Bloco D90, CEP. 87020-900, Maringá - PR  
E-mail: pg404630@uem.br

**Palavras-chave:** antibacteriano, antioxidante, resíduo agroindustrial.

A indústria de alimentos busca novos ingredientes mais naturais devido à crescente demanda por produtos mais saudáveis. Diante disso, pesquisas estão sendo desenvolvidas com foco no aproveitamento de resíduos, como sementes, casca e bagaço, que contêm valiosos compostos bioativos. O café é um produto de grande importância para o agronegócio, e devido ao alto consumo ocasiona um grande volume de resíduos. Esses resíduos são ricos em antioxidantes, particularmente polifenóis, que podem ser aproveitados em diferentes segmentos comerciais.

As cascas de café possuem um grande potencial antioxidante, mas são tóxicas quando usadas em ração animal devido à alta concentração dos compostos fenólicos. Portanto, estudos buscam melhores usos para esses subprodutos, avaliando seu perfil antioxidante, já que os mesmos podem neutralizar o excesso de radicais livres e contribuem para a prevenção de doenças, além de apresentar capacidade antimicrobiana. Do ponto de vista antimicrobiano, o uso de compostos naturais com atividade antimicrobiana é relevante devido a crescente resistência bacteriana a antibióticos e à necessidade de conservantes naturais na indústria alimentícia. Embora o café tenha demonstrado atividade antimicrobiana contra uma ampla gama de microrganismos incluindo patógenos de origem alimentar, a casca de café ainda é pouco estudada nesse aspecto.

Como esses compostos bioativos são sensíveis ao calor, luz e oxigênio, o objetivo do trabalho foi estudar a tecnologia emergente alta pressão para obtenção do extrato aquoso da casca de café e avaliar seu efeito de inibição do crescimento de cepas patogênicas e deteriorantes de alimentos, como as bactérias *Bacillus subtilis* e *Staphylococcus aureus* que são gram-positivas e as bactérias *Salmonella enteritidis* e *Escherichia coli* que são gram-negativas, por meio do teste de difusão em disco.

O extrato foi obtido da forma convencional e por alta-pressão na concentração de 100g/L. Para o teste de difusão em disco foi utilizado a concentração de 1mg/ml do extrato liofilizado. Esse teste resultou que os extratos da casca de café não apresentaram efeito bactericida frente aos patógenos analisados na concentração utilizada pois não houve formação do halo de inibição, para que pudesse ser realizada a medição do efeito inibitório. No entanto quanto ao um efeito bacteriostático que tem por característica deter a multiplicação das bactérias sem mata-las, houve uma reação positiva para a espécie gram-positiva *Staphylococcus aureus*, pois foi detectada um menor crescimento da bactéria na região próxima ao disco, com extratos obtidos por alta-pressão, que não caracteriza a morte das bactérias.

Atividade antibacteriana de alguns dos resíduos do café, como a casca prateada e a borra do café, foi analisada em alguns estudos, e mostrou maior eficácia contra bactérias gram-positivas do que bactérias gram-negativas, possivelmente devido à estrutura da membrana bacteriana e à natureza dos compostos ativos do extrato. Essa tendência foi observada também no estudo, onde *Staphylococcus aureus* apresentou algum nível de inibição com o extrato de alta pressão.

# NOTIFICAÇÃO DAS INTOXICAÇÕES POR DEFENSIVOS AGRÍCOLAS NO BRASIL NO PERÍODO DE 2020 A 2023

A. B. da Silva<sup>1</sup>, A. L. C. Franco<sup>1</sup>, N. S. Pretes<sup>2</sup>, J. C. Castro<sup>3</sup>, M. Machinski Jr<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Acadêmica do Curso de Farmácia DFA/UEM\*, <sup>2</sup> Doutoranda PPC/UEM, <sup>3</sup>Docente DBS/UEM  
Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, Bloco I90 - LATOX, CEP. 87020-900,  
Maringá - PR  
E-mail: ra131378@uem.br

**Palavras-chave:** Intoxicação, Agrotóxicos, Epidemiologia.

**Introdução:** O Brasil é um dos principais produtores agrícolas, desempenhando um papel crucial na economia mundial ao impulsionar pequenos e grandes agricultores. Os defensivos agrícolas são essenciais para o avanço da agricultura pois são capazes de controlar pragas, insetos e contaminação fúngica, e assim evitar perdas econômicas para o produtor agrícola e consumidor. No entanto, é importante destacar que esse crescimento do setor agrícola, há desvantagens que devem ser consideradas, como a probabilidade de intoxicações por defensivos agrícolas no trabalhador rural. O objetivo deste trabalho foi investigar os dados de intoxicação por defensivos agrícolas no período de 2020 a 2023 no Brasil. Os dados foram obtidos na plataforma do Departamento de Informática do SUS - DATASUS sobre notificação de casos de intoxicação por intoxicação exógena no Brasil, no período de 2020 a 2023. As variáveis analisadas foram agentes tóxicos, tipo de exposição e a evolução da intoxicação. O presente trabalho enquadra-se como dados de domínio público, não havendo necessidade da submissão do estudo a um comitê de ética em pesquisa, respeitando o que é preconizado pela Resolução 466/2012 e 510/2016 do Conselho Nacional de Saúde do Brasil. Segundo dados coletados na plataforma DATASUS nos anos de 2021 a 2023 foram registrados 20.079 casos de intoxicação, sendo 13.051 causados por defensivos agrícolas. Foi observado que as notificações de intoxicação por defensivos agrícolas em 2020 (n=4.070), 2021 (n=3.937), 2022 (n=3.914) e um aumento em 2023 (n=5.290). O número de exposições a longo prazo em 2021 foi superior aos demais anos avaliados (n=61), 2022 (n=36) e 2023 (n=50). A partir dos dados observados de intoxicações por defensivos agrícolas avaliados durante os anos 2020, 2021, 2022 e 2023, observou-se um aumento do número de intoxicações agudas no ano de 2023. Há necessidade de pesquisas futuras quanto à comercialização, o uso e o consumo de agrotóxicos no Brasil, bem como a promoção e conscientização do uso de equipamentos de proteção individual - EPIs pelos trabalhadores rurais.

# EFICÁCIA DA MICROENCAPSULAÇÃO NA PROTEÇÃO DE COMPOSTOS BIOATIVOS EM EXTRATOS DE SEMENTE DE TAMARINDO

J. F. da Silva<sup>1</sup>, B. P. Silva<sup>1</sup>, G. H. Sousa<sup>1</sup>, V. F. de Oliveira<sup>2</sup>, T. Y. Kitahara<sup>2</sup>, R. M. Peralta<sup>3</sup> e Sá-Nakanishi<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Mestrando ou Doutorando PPC/PBQ/UEM, <sup>2</sup> Aluno DBQ/LMH/UEM, <sup>3</sup> Docente DBQ/LMH/UEM  
Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, Bloco D90, CEP. 87020-900, Maringá - PR  
E-mail: pg405192@uem.br

**Palavras-chave:** goma arábica, maltodextrina, atividade antioxidante.

A obesidade é uma epidemia moderna que afeta a qualidade de vida de uma grande parte da população e contribui para o aumento de doenças crônicas, como diabetes, hipertensão e doenças cardiovasculares. Os métodos tradicionais para controlar o peso incluem mudanças no estilo de vida e o uso de medicamentos. Neste contexto, compostos naturais são cada vez mais procurados devido a riqueza de fitoquímicos, menos probabilidade de efeitos colaterais do que medicamentos sintéticos. Resíduos do tamarindo, ricos em moléculas promotoras da saúde, são descartados como resíduos pela indústria de alimentos. O extrato da semente de *Tamarindus indica* (L.) tem sido pesquisado pelo nosso grupo de pesquisa, e apontado como uma potencial preparação anti-obesidade. Entretanto, a administração oral é acompanhada pela metabolização e redução da eficácia terapêutica. Uma tecnologia promissora na proteção de compostos bioativos e melhora de parâmetros farmacocinéticos é a microencapsulação. O objetivo deste trabalho foi caracterizar a encapsulação do extrato hidroetanólico de sementes de tamarindo por meio da liofilização, utilizando goma arábica (GA), maltodextrina (MA) e uma combinação de goma arábica e maltodextrina (5% cada) (GM) como materiais de parede encapsulantes. As micropartículas foram avaliadas quanto ao teor de umidade, higroscopicidade, solubilidade e estabilidade em diferentes pHs (3, 7 e 9) ao longo do tempo armazenado (0, 7, 15 e 30 dias). O teor de umidade e higroscopicidade são fatores fundamentais para o armazenamento e estabilidade dos produtos encapsulados. O teor de umidade variou de 3% a 2% (MA > GA > GM) e a higroscopicidade foi maior em MA (16,50%) quando comparada a GA (6,73%) e GM (6,68%), que apresentaram valores semelhantes. A GA teve a maior solubilidade em água (96,27%), seguidos de GM (94,40%) e MA (93,87%). A estabilidade em diferentes pHs foi avaliada pelo ensaio antioxidante *in vitro* de DPPH. No pH 3,0, o extrato bruto apresentou um aumento do IC<sub>50</sub>, passando de 5 µg/mL no D0 para 17,05 µg/mL no D30. Já os encapsulados apresentaram maior estabilidade. A GA e GM reduziu o IC<sub>50</sub> de 8,1 µg/mL e 8,7 respectivamente D0 para 4,6 e 5,4 µg/mL no D30, sugerindo uma melhora na atividade antioxidante. A MA, por sua vez, foi a mais estável, não alterando a IC<sub>50</sub> ao longo do tempo de armazenamento. No pH 7,0, o extrato bruto diminuiu a atividade antioxidante, observado pelo aumento de 40% da IC<sub>50</sub>. Já os encapsulados apresentaram diferentes comportamentos. A MA teve queda, passando de IC<sub>50</sub> 34,4 µg/mL no D0 para 9,2 µg/mL no D30, demonstrando uma melhora na atividade antioxidante. A GA manteve-se estável, variando de 7,4 µg/mL no D0 para 9,8 µg/mL D30. A GM não alterou a capacidade antioxidante ao longo do tempo. O pH 9,0 o extrato bruto, perdeu parte da atividade, como observado pelo aumento da IC<sub>50</sub> de 7 µg/mL no D0 para 10 µg/mL no D30. Também foi observado aumento da eficácia da GA (8,7 µg/mL no D0 para 7,1 µg/mL no D30), queda da MA (15 µg/mL no D0 para a 8,7 µg/mL no D30) e queda da GM (11,6 µg/mL no D0 a 9,8 µg/mL no D30). Os resultados demonstraram que, a encapsulação é um processo fundamental para manutenção da estabilidade do extrato da semente do tamarindo. A escolha do agente encapsulante depende do pH da formulação com extrato.

# Frutos do cerrado como alternativa para o consumo humano: quantificação dos compostos bioativos utilizando diferentes solventes

J. F. Silva<sup>1\*</sup>, C. T. Guedes<sup>2</sup>, M. R. da S. Scapim<sup>3</sup> e G. S. Madrona<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Doutoranda PPC/UEM, <sup>2</sup> Mestranda PEQ/UEM, <sup>3</sup> Docente DEQ/CTC/UEM  
Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, Bloco D90, CEP. 87020-900, Maringá  
- PR

E-mail: [jaquelinesferreirasilva@gmail.com](mailto:jaquelinesferreirasilva@gmail.com)

**Palavras-chave:** Antioxidantes, Extração verde, Valorização do Cerrado

## Resumo

Os frutos do Cerrado possuem inúmeras características sensoriais e nutricionais que são de grande interesse para a indústria de alimentos, por serem ricos em compostos bioativos e características organolépticas diferentes. Assim, este trabalho teve como objetivo avaliar a extração de compostos bioativos dos frutos da mamacadeira (*Brosimum gaudichaudii* Trécul) e cagaita (*Eugenia dysenterica* DC.) utilizando diferentes solventes eutéticos (cloreto de colina e ácido cítrico, ácido tartárico e glicerol, 1:1 molar com adição de 20 % de água) e orgânicos (etanol, hexano e acetona) utilizando uma extração a 30°C em banho convencional por um período de 60 minutos. Os extratos foram avaliados em relação à capacidade antioxidante (metodologias de ABTS e FRAP) e compostos fenólicos totais. A cagaita apresentou maior capacidade antioxidante quando comparada à mamacadeira para ambos os solventes utilizados, em que os solventes eutéticos cloreto de colina e glicerol apresentaram os melhores resultados (66,32<sup>a</sup> ± 12,28 e 58,40<sup>a</sup> ± 4,64 mg Trolox/g para ABTS e FRAP, respectivamente). Em relação aos compostos fenólicos totais, com valores em mg GAE/g, diversos solventes eutéticos se destacaram para ambas as frutas, no caso da cagaita destaca-se valores de 1,71<sup>a</sup> ± 0,21 (cloreto de colina e ácido cítrico) e 1,52<sup>a</sup> ± 0,39 (cloreto de colina e glicerol). Para a mamacadeira 1,44<sup>a</sup> ± 0,36 (cloreto de colina e ácido tartárico) e 1,41<sup>a</sup> ± 0,31 (cloreto de colina e ácido cítrico). Assim, nota-se que os solventes eutéticos se destacaram nas quantidades de compostos bioativos e ainda tem como vantagem ser um processo verde, pois tais reagentes têm baixa toxicidade, não agredem o meio ambiente sendo sustentáveis. Estes resultados são interessantes para obtenção do melhor solvente para extração destes componentes, gerando assim uma maior informação sobre as frutas analisadas e possibilitando a aplicação delas como matéria-prima para a indústria de alimentos, farmacêutica ou até mesmo uma alternativa como corante e ingrediente funcional, uma vez que possui em sua composição compostos bioativos. Estudos futuros estão sendo realizados para investigar e identificar os compostos destes extratos por UPHPL MS/MS.

# APLICAÇÃO DE EXTRATO DE ERVA-MATE EM SALAME TIPO ITALIANO

V. C. Dalagna<sup>1</sup>, M. A. Matiucci<sup>2</sup>, N. M. da Silva<sup>2</sup>, P. D. S. dos Santos<sup>3</sup>, O. O. Santos<sup>4</sup>, S. C. da Costa<sup>4</sup>, P. G. M. Fernandes<sup>5</sup>, M. L. R. de Souza<sup>6</sup> e A. C. Feihmann<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Aluno DAL/CTC/UEM, <sup>2</sup>Doutorando PPC/UEM, <sup>3</sup>Pós-Doutoranda PQU/UEM, <sup>4</sup>Docente PPC/UEM, <sup>5</sup>Docente PBQ/UEM, <sup>6</sup>Docente PPZ/UEM  
Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, CEP. 87020-900, Maringá - PR  
E-mail: ra131672@uem.br

**Palavras chaves:** antioxidante, ácidos graxos, *Illex paraguariensis*.

Atualmente, a demanda por alimentos prontos ou de preparo rápido (como produtos congelados e ultraprocessados) está em ascensão, o que tem impactado significativamente a qualidade e segurança dos alimentos. O consumo elevado de conservantes à base de nitrito de sódio, amplamente utilizado na produção de carnes curadas como salames, é preocupante devido ao seu potencial carcinogênico. Esses sais são adicionados para estabilizar a cor, proporcionar aroma, retardar processos oxidativos e prevenir o crescimento de *Clostridium botulinum*. A erva-mate (*Ilex paraguariensis*) emerge como uma alternativa promissora para combater processos oxidativos em alimentos cárneos. Rica em compostos fenólicos e flavonoides como ácido clorogênico e rutina, a erva-mate não apenas oferece propriedades antioxidantes, mas também demonstra capacidade de inibir o crescimento microbiano. Portanto, o presente estudo teve como objetivo aplicar um extrato de erva-mate obtido por percolação, usando solução hidroetanólica 70° GL para arraste dos compostos, e seco em spray dryer, em salames para avaliar sua capacidade como antioxidante. Os salames foram curados pelo período de 15 dias e avaliados a sua vida de prateleira por mais 60 dias após o fim da maturação. Foram realizadas as análises de cromatografia em fase gasosa para identificação dos ácidos graxos e cromatografia líquida de ultra alta eficiência para identificação de aminas biogênicas e colorimetria instrumental. Foram elaborados três tratamentos: tratamento controle, sem antioxidantes = Con; tratamento tradicional, com nitrito e nitrato de sódio = Trad; e tratamentos com inclusão 0,09% de extrato de erva-mate em pó. A análise de cromatografia em fase gasosa detectou 12 ácidos graxos na composição dos salames, onde os ácidos oleico, palmítico, linoléico e esteárico apresentaram-se em maiores quantidades. Os ácidos graxos mirístico e palmítico aumentaram ao longo do tempo, enquanto os ácidos graxos Cis-10 – Heptadecanóico, palmitoleico, linoleico, araquidônico e araquídico diminuíram. Os teores de ácidos graxos saturados aumentaram para os tratamentos Trad e ErM, e diminuíram para o tratamento Con. Já os valores de ácidos graxos monoinsaturados aumentaram para os tratamentos Con e Trad e diminuíram para o tratamento ErM. Quanto aos ácidos graxos poli-insaturados, todos os tratamentos apresentaram uma queda durante o período de avaliação. A análise de aminas biogênicas detectou em maiores quantidades a putrescina, cadaverina e espermina. A concentração de serotonina não variou ao longo do tempo entre os tratamentos, enquanto a concentração de espermina diminuiu, já as demais aminas biogênicas tiramina, espermidina, cadaverina, histamina e putrescina aumentaram durante o período de vida de prateleira, independentemente dos tratamentos. Quanto a análise de cor instrumental, os salames não apresentaram diferença para a luminosidade, porém, a adição de extrato de erva-mate diminuiu os valores das coordenadas a\* (vermelho-verde) e b\* (amarelo - azul) em relação ao tratamento com inclusão de nitrito e nitrato de sódio (Trad). Conclui-se que a adição do extrato de erva-mate interferiu nas coordenadas a\* e b\* da análise colorimétrica, composição dos ácidos graxos e teores de aminas biogênicas, sugere-se que maiores concentrações sejam avaliadas, bem como a microencapsulação do extrato.

## **AVALIAÇÃO DA COMPOSIÇÃO CENTESIMAL EM RAÇÃO DE CÃES E GATOS.**

Amanda Maisa Silva<sup>1</sup>, Oscar de Oliveira Santos Junior<sup>2</sup>, Patricia Daniele da Silva dos Santos<sup>3</sup>, Alisson de Lima Figueiredo<sup>4</sup>, Eloize da Silva Alves<sup>5</sup>, Amanda Cabriotti Assakawa<sup>6</sup>, Bruna de Jesus da Silva<sup>7</sup>, Geovani Yoti Braz Nakamura<sup>8</sup>.

<sup>1</sup>Mestranda PPC/UEM, <sup>2</sup> Docente PPC/UEM, <sup>3</sup>Pós doutoranda PPC/UEM, <sup>4</sup>Mestrando DQI/UEM, <sup>5</sup>Doutoranda PPC/UEM, <sup>6</sup>Mestranda PPC/UEM, <sup>7</sup>Aluno PIBIC/QDI/UEM, <sup>8</sup>Aluno PIBIC/QDI/UEM  
Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, Bloco D90, CEP. 87020-900, Maringá – PR  
Email: amandamaisa93@gmail.com

**Palavras-chaves:** Ração, rótulo, legislação.

O faturamento na área de alimentação de cães e gatos, com o passar dos anos, vem crescendo de forma significativa e os animais de companhia são considerados como parte da família. Com isto, seus tutores se preocupam com a qualidade da dieta que é oferecida. Por este motivo, é importante conhecer a qualidade da alimentação que está sendo ofertada a estes animais. Este trabalho teve como objetivo realizar análises de determinação da composição centesimal de 4 marcas de ração para cães e gatos, sendo todas da linha premium especial, e comparar resultados obtidos com os seus rótulos e com os parâmetros exigidos pela legislação brasileira. As amostras foram obtidas em comércio local e foram realizadas análises de umidade, cinzas, extrato etéreo e proteínas em laboratório no departamento de química da Universidade Estadual de Maringá (UEM). A metodologia utilizada para análises de umidade foi com secagem em estufa a uma temperatura de 105°C, as análises de cinzas foram realizadas pelo método de incineração em mufla à 550. As proteínas foram determinadas pelo método de Kjeldahl, e os teores de lipídios pelo método Soxhlet (1979).

Os resultados indicaram que todos as marcas estão dentro dos níveis exigidos pela legislação brasileira, porém notamos pequenas diferenças quando comparadas aos rótulos. Nota-se que o valor de extrato etéreo nas amostras CA1 e DG2 apresentou-se com resultados inferiores aos indicados no rótulo, porém dentro do exigido por lei. Os resultados de cinzas apresentaram-se levemente inferiores aos indicados no rótulo. E os resultados demonstrados em análises de umidade demonstraram significativamente abaixo dos indicados no rótulo, sendo todos dentro dos valores exigidos por lei. Os valores de umidade de todas as amostras estavam abaixo do informado no rótulo e todos dentro da legislação brasileira. Os valores de cinzas também se mostraram abaixo do informado em rótulo e todos dentro da legislação brasileira. E todos os valores de proteína estavam acima do informado no rótulo, e dentro da legislação brasileira. Conferindo assim, a qualidade esperada nas marcas de ração analisadas para cães e gatos.

# AVALIAÇÃO MICROBIOLÓGICA DO LEITE HUMANO MADURO LIOFILIZADO POR 90 DIAS

G. Frigo<sup>1</sup>, M. C. Castro<sup>2</sup>, B.H.F. Saqueti<sup>3</sup>, J.M.G. Mikcha<sup>4</sup>, V.A.F. de Oliveira<sup>5</sup>, J.V. Visentainer<sup>6\*</sup>

<sup>1</sup>Doutoranda PCS/UEM, <sup>2</sup>Doutorando PQU/UEM, <sup>3</sup>Doutorando PPC/UEM, <sup>4</sup>Docente DAB/PCS/UEM, <sup>5</sup>Mestranda PPC/UEM, <sup>6</sup>Docente DQI/PQU/UEM  
Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, Bloco I90, CEP. 87020-900, Maringá - PR  
E-mail:giovanafriego@hotmail.com

**Palavras-chave:** leite materno, liofilização, microbiologia, coliformes totais.

**Introdução:** Considerando que todo leite humano doado ao banco de leite é submetido ao processo de pasteurização para inativação de microorganismos patogênicos, é esperado que, após o processo, o leite esteja apto ao consumo a que se destina. **Objetivo:** Avaliar a influência do tempo de armazenamento do leite humano liofilizado armazenado a 5°C nas concentrações de coliformes totais nos tempos 0, 30, 60 e 90 dias. **Métodos:** As análises foram realizadas conforme manual da Rede Brasileira de Bancos de Leite Humano. Após o tratamento térmico, foram coletadas 4 alíquotas de 1 ml da amostra a ser analisada. Em seguida, todas as alíquotas da mesma amostra foram semeadas em um único tubo de cultura contendo Caldo Verde Bile Brilhante concentrado. O procedimento foi conduzido com rigor microbiológico. Os tubos foram tampados contendo o leite com o meio de cultura e incubados a  $36 \pm 1^\circ\text{C}$  durante 24 a 48 horas em estufa, devidamente identificados. Foram considerados positivos para coliformes aqueles tubos que continham em seu interior tubos de Durham com formação de bolha (gás), no período de 24 a 48 horas de incubação. A prova confirmatória para presença de coliformes foi feita utilizando os tubos com resultados considerados positivos. Sob campo de chama, foi coletado com auxílio da alça bacteriológica, amostra do tubo com presença de gás e inoculado em meio Caldo Verde Bile Brilhante na concentração de 4% p/v, em seguida foram incubados o tubo e a amostra em estufa a  $36 \pm 1^\circ\text{C}$ , por 48 horas. Considerou-se para resultado positivo final, aqueles frascos em que houve a formação de gás no teste confirmatório. No presente estudo, foram analisadas 3 amostras distintas: controle (leite humano maduro cru), leite humano maduro pasteurizado e leite humano maduro pasteurizado liofilizado armazenado a 5°C avaliado nos tempos 0, 30, 60 e 90 dias. Os resultados foram expressos como ausência e presença de coliformes totais. **Resultados:** A análise realizada no leite controle (leite humano maduro cru) resultou em “presença”, já as análises realizadas nas amostras tratadas (leite humano maduro pasteurizado liofilizado armazenado a 5°C) nos tempos 0, 30, 60 e 90 dias resultaram em “ausência”, indicando que não houve proliferação microbiológica no leite tratado analisado durante o tempo de armazenamento. **Conclusão:** De acordo com os parâmetros estabelecidos pela RDC-ANVISA Nº171, de 04 de setembro de 2006 no que lhe diz respeito que o leite humano deve ser isento de coliformes totais, termotolerantes e Escherichia coli, todos os testes microbiológicos realizados nas amostras tratadas estão dentro do padrão de qualidade estabelecido, indicando que o processo de pasteurização junto ao de liofilização foi eficaz e que a qualidade microbiológica foi preservada durante o período de armazenamento na temperatura analisada.

# BEBIDA FERMENTADA PROBIÓTICA DE EXTRATO HIDROSSOLÚVEL DE AMÊNDOA BARU PROCESSADA POR ULTRASSOM: PERCEPÇÃO DE CONSUMIDORES VEGANOS E NÃO VEGANOS POR MEIO DE EMBALAGENS

G. R. Carneiro<sup>1</sup>, C. S. Rocha<sup>1</sup>, C. E. Barão<sup>2</sup>, e T. C. Pimentel<sup>2,3\*</sup>

<sup>1</sup>Aluno PEG/CTC/UEM, <sup>2</sup> Docente IFPR/Campus Paranavaí, <sup>3</sup>Docente PEG/CTC/UEM

<sup>1</sup>Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, Bloco D90, CEP. 87020-900, Maringá – PR

<sup>2,3</sup>Instituto Federal do Paraná, Rua José Felipe Tequinha, 1400, CEP 87703-536  
E-mail: tatiana.pimentel@ifpr.edu.br

**Palavras-chave:** tecnologia não térmica, perfil emocional, tecnologias emergentes, percepção do consumidor

A percepção dos consumidores acerca de alimentos processados por tecnologias emergentes tem sido pouco estudada. Este estudo teve como objetivo avaliar a percepção de consumidores veganos (n=300) e não veganos (n=300) em relação a bebidas fermentadas probióticas de extrato hidrossolúvel de amêndoa baru processadas por ultrassom. Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Seres Humanos da Universidade Estadual de Maringá (Número de aprovação: 38348920.0.0000.0104). Embalagens digitais foram elaboradas com base em produtos disponíveis comercialmente e utilizando um programa de design gráfico (CANVA). As embalagens traziam informações sobre o uso do extrato hidrossolúvel de amêndoa baru como matéria-prima, a cepa probiótica (*Lacticaseibacillus casei*) e o símbolo de livre de lácteos (dairy free). Foram elaborados três tipos de embalagens. Uma embalagem foi baseada na bebida convencional, a segunda continha a informação “processado por ultrassom” e a terceira continha a informação “processado por ultrassom” e a alegação: “O ultrassom é uma tecnologia não térmica que resulta em produtos com melhor qualidade físico-química, microbiológica e sensorial e valor nutricional. Tem custo-benefício, eficiência energética e não gera resíduos”. Um questionário on-line foi construído no Google Forms. O perfil emocional foi avaliado por meio do teste Check All that Apply contendo uma lista de emojis (33 emojis, 3 colunas de 11 emojis). Os consumidores também foram solicitados a responder sobre a aceitabilidade percebida usando uma escala hedônica de 9 pontos (1 = desgostei muito, 9 = gostei muito). Além disso, as percepções de saudabilidade, segurança, nutrição, impacto ambiental, sabor, textura e preço foram avaliadas por meio de uma escala Likert de 7 pontos (1=discordo totalmente; 7=concordo totalmente). Após a avaliação das embalagens, os consumidores foram solicitados a responder às questões da escala de Neofobia de Tecnologia de Alimentos, utilizando uma escala Likert de 7 pontos (1=discordo totalmente; 7=concordo totalmente). Além disso, a importância dos atributos das bebidas fermentadas para a aceitação do consumidor foi avaliada por meio de uma escala Likert de 7 pontos (1=não importante; 7=muito importante). O processamento por ultrassom não impactou a intenção de compra e a percepção de saudabilidade, segurança, nutrição, impacto ambiental, sabor, textura e preço dos produtos. A inclusão da alegação aumentou a aceitabilidade percebida e a intenção de compra e melhorou o perfil emocional. Os consumidores veganos demonstraram uma percepção mais positiva do processamento de ultrassom, resultando em maior aceitabilidade percebida, maior frequência de citação de emojis positivos e menores somas para a escala de neofobia. Consumidores veganos e não veganos concordaram que os atributos mais importantes para a aceitação do consumidor são o aroma e sabor da amêndoa e a consistência. Em conclusão, o processamento por ultrassom não impactou negativamente a aceitabilidade e o perfil emocional das bebidas fermentadas probióticas, e o uso de uma alegação no rótulo pode melhorar a percepção dos produtos pelo consumidor.

# DESENVOLVIMENTO DE MEDICAMENTO FOTOQUIMIOTERAPÊUTICO CONSISTINDO DE NANOPARTÍCULAS DE PRATA E COPOLÍMERO COLOIDAL F108 NANOESTRUTURADO CONTENDO O FÁRMACO FOTOATIVO CURCUMINA

J. C. Lívio<sup>1</sup>, T. L. Braga<sup>2</sup> e W. Caetano<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>Jhuan Carlos De Lívio De Almeida DEQ/CTC/UEM, <sup>2</sup>Thais Lazzarotto Braga PQI/UEM, <sup>3</sup>Wilker Caetano DQI/CCE/UEM

Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, Bloco D90, CEP.87020-900, Maringá - PR

E-mail: Jhuandelivio19@hotmail.com

**Palavras-chave:** *Curcumina, Copolímero, Câncer.*

O presente estudo tem como o foco, o desenvolvimento de um medicamento fotoativo que, juntamente com a Terapia Fotodinâmica (TFD), possa ser um aliado no tratamento de câncer. A TFD consiste na combinação de um fotossensibilizador com doses de luz visível e oxigênio molecular ( $^3\text{O}_2$ ), gerando assim o oxigênio singlete ( $^1\text{O}_2$ ), uma espécie eletronicamente excitada, capaz de promover a morte celular. Neste estudo, foi utilizada a Curcumina (CUR) como fotossensibilizador e para melhorar sua estabilidade e entrega, ela foi empregada em sistemas micelares, compostos por Pluronic® F108 e F127, copolímeros tri-bloco do tipo ABA. Além disso, a CUR foi combinada com Nanopartículas de prata (AgNPs), com o intuito de aumentar a geração de  $^1\text{O}_2$ , pelo efeito MEO (Metal Enhanced Singlet Oxygen Generation). A CUR, apesar de possuir inúmeras aplicações biológicas, sendo um pigmento natural de cor amarela extraída da *Curcuma Longa* (Açafrão da terra), a CUR tem uma alta hidrofobicidade e baixa biodisponibilidade, sendo assim, difícil sua aplicação biomédica. Para seu uso, é necessário a estruturação de sistemas de solubilização para impedir sua autoagregação em meio aquoso. A CUR é considerada segura pela FDA (Food and Drug Administration) para o uso em humanos. Devido a alta hidrofobicidade da CUR, ela foi estruturada em um sistema micelar composto por Pluronic® F108 e F127 e combinada com as AgNPs, por meio do método de dispersão sólida, que consiste na combinação de duas ou mais substâncias em um carreador hidrofílico. Posteriormente, foi possível determinar as características de cada formulação, podendo determinar as propriedades físico-químicas para cada formulação. Com a realização das formulações, foi possível caracterizá-las por meio do uso de um espectrofotômetro UV/visível, para obter um perfil espectral das formulações, a fim de analisar sua absorvância, e foi realizada uma microscopia eletrônica de transmissão (TEM) para ser feita a análise do tamanho das micelas poliméricas e as AgNPs. Os perfis espectrais obtidos, mostraram um pico de absorvância no comprimento de onda de ( $\lambda$ ) 430 nm, indicando a absorvância da CUR e das AgNPs, que possuem a mesma região de absorção (aprox. 400nm). Com a microscopia eletrônica de transmissão, foi possível determinar o diâmetro médio das micelas poliméricas, possuindo o valor de  $(230 \pm 57)$  nm, tendo seu valor máximo em 366 nm e seu valor mínimo em 147 nm. As formulações fotoativas desenvolvidas, contendo CUR/AgNPs, mostraram-se ser de alta acessibilidade pelo seu baixo custo, além disso, foi visto que, os Pluronic® F108 e F127 diminuíram a autoagregação da CUR em meio aquoso, aumentando e favorecendo suas aplicações biológicas futuras, além de tudo, as formulações desenvolvidas seguem os princípios da química verde, sendo empregados apenas materiais biodegradáveis e biocompatíveis. Vale destacar que o próprio Pluronic® atua como agente redutor e estabilizante para as AgNPs, não sendo necessário o uso de agentes redutores. Com tudo isso, a TFD, pode ser classificada como sendo um tratamento de baixo grau de toxicidade e com menores efeitos colaterais, comparados com os tratamentos quimioterapêuticos aplicados hoje em dia.

---

# AUMENTO DO TEOR DE ÁCIDO GRAXO ÔMEGA-3 EM BOLOS: SUBSTITUIÇÃO PARCIAL E TOTAL DA GORDURA VEGETAL POR ORGANOGEL

C. P. Buranello<sup>1</sup>, I. C. K. Martins<sup>1</sup>, B. H. F. Saqueti<sup>2</sup> e O. O. Santos<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>Aluna DEQ/UEM, <sup>2</sup>Doutorando PPC/UEM, <sup>3</sup>Docente DQI/PPC/UEM  
Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, Bloco 17, CEP. 87020-900, Maringá –  
PR. Grupo APLE-A - Analítica Aplicada a Lipídios, Esteróis e Antioxidantes.  
E-mail: buranellocatharina@gmail.com

**Palavras-chave:** ácido  $\alpha$ -linolênico, organogel, cromatografia gasosa.

O consumo de bolos industrializados está associado à sua praticidade e qualidade sensorial para o dia a dia. No entanto, estes produtos possuem alto teor de gordura vegetal, a qual é rica em ácidos graxos saturados que agem sobre as lipoproteínas e aumentam o teor de LDL (lipoproteína de baixa densidade) no sistema circulatório, o que gera um grande potencial de risco para saúde cardiovascular e também contribui com a obesidade. Um dos substitutos para o uso da gordura vegetal em bolos é o desenvolvimento de organogel utilizando óleos ricos em ácidos graxos insaturados, como o óleo de canola. Partindo deste contexto, o objetivo do presente trabalho foi o desenvolvimento de formulações de bolos substituindo a gordura vegetal utilizada nas indústrias e avaliar o aumento do teor do ácido graxo  $\alpha$ -linolênico ( $\omega$ -3) nas diferentes composições. Inicialmente, o organogel foi preparado utilizando óleo de canola como fase orgânica, adicionando 9% de estruturantes (1/3 para cada um): monoestearato de glicerila, cera de carnaúba e monoestearato de sorbitano. Após, foram desenvolvidas 3 formulações de bolo, sendo uma feita 100% com gordura vegetal (F1), outra com 50% de gordura vegetal e 50% de organogel (F2) e, por fim, uma com 100% de organogel (F3); foram utilizados como ingredientes: ovo, açúcar, leite, farinha, chocolate em pó 50%, sal, fermento e gordura vegetal e/ou organogel. Para quantificar o ácido graxo  $\omega$ -3, os lipídios dos bolos foram extraídos usando clorofórmio/metanol. Em seguida, os ésteres metílicos dos ácidos graxos foram obtidos por metilação e analisados por cromatografia em fase gasosa. Os resultados obtidos nas diferentes formulações para o ácido graxo  $\alpha$ -linolênico foram:  $0,24 \pm 0,03^c$  para F1,  $3,01 \pm 0,03^b$  para F2 e  $5,85 \pm 0,08^a$  para F3, ou seja, houve um aumento percentual deste ácido graxo de 11,08% para a formulação de substituição parcial, e de 22,47% para a formulação com substituição total. O ácido  $\alpha$ -linolênico é um ácido graxo estritamente essencial, ou seja, necessário para o bom funcionamento do organismo humano, mas que não é sintetizado por ele, sendo necessário ser ingerido através da alimentação. Além disto, estudos indicam benefícios como melhora da síndrome metabólica, diminuição do teor de LDL no sistema cardiovascular, diminuição da obesidade abdominal, regulação da pressão arterial e propriedades anti-inflamatórias quando em concentrações adequadas. Em conclusão, foi possível notar o aumento do ácido graxo  $\omega$ -3 a partir do uso do organogel nas formulações de bolos, e como a dieta ocidental é atualmente deficiente em ácidos graxos do tipo  $\omega$  3, ao adicioná-lo em um produto muito presente no dia a dia das pessoas, aumentaria o consumo deste ácido graxo estritamente essencial, podendo obter diversos benefícios para a saúde.

# CAPACIDADE DE GELIFICAÇÃO DE ISOLADO PROTEICO DE SUBPRODUTOS FOLHOSOS DE ASPARGOS (*Asparagus officinalis* L.)

A. C. S. Silva<sup>1\*</sup>, B. R. Saraiva<sup>2</sup>, A. Lazzari<sup>3</sup>, P. T. M. Pintro<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Doutoranda PPC/UEM, <sup>2</sup>Pós Doutoranda PZZ/UEM, <sup>3</sup>Doutorando PPC/UEM, <sup>4</sup>Docente DAG/UEM  
Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, Bloco J35, CEP. 87020-900, Maringá - PR  
E-mail: alinecristinisantossilva@gmail.com

**Palavras-chave:** Proteína vegetal, propriedades funcionais, *plant based*.

Os análogos de produtos de origem animal, também denominados "*plant based*", são destinados a vegetarianos, veganos e flexitarianos com crescimento exponencial no mercado nos últimos anos. Essa nova demanda associada ao crescimento populacional e a busca por proteínas alternativas, tem impulsionado o desenvolvimento de diversos ingredientes proteicos vegetais, utilizados como agentes emulsificantes, estabilizantes, espumantes, gelificantes, dispersantes, entre outros, em diversas categorias de produtos. A aplicabilidade e o comportamento tecnológico desses ingredientes estão diretamente relacionados às suas propriedades tecnológicas e funcionais. O aspargo (*Asparagus officinalis* L.) é uma hortaliza herbácea perene da família Asparagaceae. Subprodutos folhosos de aspargo são tradicionalmente usados como ração animal ou deixados no solo como fertilizante. Subprodutos são boas fontes dos mesmos nutrientes e fitoquímicos presentes nas lanças, possuindo assim, um alto potencial para serem utilizados como ingredientes alimentícios com notável valor nutricional e propriedades promotoras da saúde. Os concentrados e isolados proteicos vegetais são ingredientes cada vez mais utilizados pela indústria. O objetivo deste trabalho foi avaliar a capacidade de formação de gel de isolados proteicos de subprodutos folhosos de aspargos obtidos por extração alcalina (pH 9, 40 minutos, 50 °C), seguida de precipitação isoeletrica (pH 3,2). As concentrações testadas foram: 0,02, 0,04, 0,06, 0,08, 0,10, 0,12, 0,14, 0,16, 0,18 e 0,20 g/mL de acordo com a EMBRAPA (2022) com modificações. Foi adicionado água destilada nos tubos, homogeneizados por 1 minuto, aquecidos em banho-maria a 100 °C por 60 minutos, resfriados e mantidos à 4 °C por 2 horas. Os tubos foram vagarosamente vertidos em ordem crescente de concentração e o escoamento foi verificado. A concentração mínima de gelificação foi definida em 0,18 g/mL. A gelificação de proteínas ocorre quando estas estabelecem uma matriz tridimensional após serem aquecidas a uma temperatura acima de sua temperatura de desnaturação, seguida de resfriamento. Esse fenômeno é frequentemente facilitado por interações hidrofóbicas e, em alguns casos, por ligações de dissulfeto covalentes que auxiliam na formação da matriz. Para concluir, a concentração mínima de gelificação determinada neste estudo é fundamental para definição da utilização de isolados proteicos de subprodutos folhosos de aspargos em sobremesas como gelatinas, pudins e flans, por exemplo.

# Caracterização de filmes biodegradáveis produzidos por extrusão e armazenados em condições ambientes

NOGUEIRA, Marcela Tiemi; FIDELIS, Juliana Catti Flores; MARQUES, Amábile Mariano; FERREIRA, Jaqueline Rocha; SCAPIM, Mônica Regina da Silva<sup>3</sup>.

## Resumo

O aumento da preocupação com o meio ambiente trouxe a necessidade de desenvolver produtos que minimizem a degradação da natureza, sem que fosse prejudicada a rotina dos consumidores. O objetivo do trabalho foi caracterizar filmes biodegradáveis de amido termoplástico (ATp) e poli(butileno adipato co-tereftalato) (PBAT), que permaneceram armazenados em condições ambientes durante seis anos. Os filmes foram produzidos por extrusão sopro e continham 20, 30 e 40% de ATp (25 g glicerol/75 g de amido) adicionados ao PBAT. A caracterização dos filmes foi em relação a hidrofiliabilidade, a permeabilidade ao vapor de água (PVA) e as propriedades mecânicas no sentido do processamento e no sentido transversal ao processamento dos filmes. Após seis anos de armazenamento, os filmes ficaram quebradiços quando manipulados, principalmente os que continham mais ATp. Os filmes envelhecidos apresentaram aumento de 2.154%, 616% e 1000%, na quantidade de água da monocamada, respectivamente para os filmes com 20%, 30% e 40% de ATp. Com o processo de biodegradação o material tornou-se mais permeável ao vapor de água, onde observou-se aumento de 10 vezes nos valores de permeabilidade ao vapor de água. As propriedades mecânicas também foram alteradas significativamente com o envelhecimento dos filmes. Os filmes ficaram mais rígidos e houve diminuição na resistência máxima à tração entre 42,50 a 85,19%. Conhecer como muda as propriedades de filmes biodegradáveis é importante, principalmente se estes materiais foram utilizados para produtos perecíveis como alimentos.

**Palavras Chaves:** Materiais sustentáveis; PBAT; Envelhecimento de filmes; Amido termoplástico .

## Abstract

The increased concern with the environment brought the need to develop products that minimized the degradation of nature, without harming the routine of consumers. The objective of this study was to characterize biodegradable films of thermoplastic starch (atp) and poly(butylene adipate co-terephthalate) (PBAT), which remained stored in ambient conditions for six years. The films were produced by blow extrusion and contained 20, 30 and 40% atp (25 g glycerol/75 g starch) added to the PBAT. The characterization of the films was in relation to hydrophilicity, water vapor permeability (PVA) and mechanical properties in the direction of processing and in the transverse direction to the film processing. After six years of storage, the films became brittle when manipulated, especially those containing more atp. The aged films showed an increase of

2.154%, 616% and 1000%, in the amount of water of the monolayer, respectively for the films with 20%, 30% and 40% of atp. With the biodegradation process the material became more permeable to water vapor, where it was observed an increase of 10 times in the values of water vapor permeability. The mechanical properties were also significantly altered with aging of the films. The films were more rigid and there was a decrease in maximum tensile strength between 42.50 to 85.19%. Knowing how the properties of biodegradable films change is important, especially if these materials are used for perishable products such as food.

**Key words:** Sustainable materials; PBAT; Aging of films; Thermoplastic starch.

## **Introdução**

Para atender a demanda do consumo foi necessário encontrar materiais que oferecessem maior durabilidade e proteção dos alimentos. O uso de polímeros plásticos na confecção de embalagens atendeu essa necessidade, mas por serem materiais resistentes à degradação eles têm causado grandes preocupações quanto à preservação do meio ambiente, devido o seu uso exacerbado e seu descarte inadequado (SAIBUATRONG, CHEROENNET & SUWANMANEE, 2017; TAIATELE JUNIOR et al., 2020; MENG et al., 2023 ). No Brasil, em 2022 cada indivíduo gerou 64Kg de lixo plástico, ficando atrás somente dos Estados Unidos, China e Índia (MUNDO DO PLÁSTICO, 2024).

<sup>1</sup> Aluna de graduação do curso de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Maringá – Trabalho de Conclusão de Curso.

<sup>2</sup> Pós-graduanda do Programa de Ciências de Alimentos.

<sup>3</sup> Orientadora e docente do curso de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Maringá.

Tem-se buscado novas opções para a substituição dos plásticos, como a tentativa de tornar esses polímeros mais biodegradáveis através de ligeiras modificações em suas estruturas, reduzindo assim os impactos ambientais causados por eles (MOHAMMADI et al., 2021; TAIATELE JUNIOR et al., 2020; KUMAR et al., 2020). Mesmo que ofereça mais vantagens em relação ao meio ambiente, a aplicação dos plásticos biodegradáveis ainda é menor, pois comparados com os polímeros sintéticos ainda possuem alto custo e baixa flexibilidade em sua estrutura (MENG et al., 2023).

A biodegradação é um processo natural, em que produtos químicos orgânicos no ambiente são convertidos em compostos mais simples, mineralizados e redistribuídos no meio ambiente por meio do ciclo elementar, tal como do carbono, nitrogênio e enxofre. Esse fenômeno ocorre pela ação de bactérias, fungos, leveduras e enzimas. Em condições favoráveis de temperatura, umidade e oxigênio, o processo de biodegradação pode ser

relativamente rápido (SAIBUATRONG, CHEROENNET & SUWANMANEE, 2017; MENG et al., 2023).

Existem duas classes de polímeros biodegradáveis, os naturais e os sintéticos. Os polímeros naturais são encontrados na natureza e podem ser divididos em dois grupos, os polissacarídeos e as proteínas. A síntese dos polímeros naturais envolve reações catalisadas por enzimas, reações catalisadas por enzimas e reações de crescimento de cadeia a partir de monômeros ativados, que são formados dentro das células por processos metabólicos complexos. Já os polímeros biodegradáveis estão divididos, de acordo com o processo de obtenção, em 3 grupos: os polihidroxialcanoatos (PHA), que são produzidos por fermentação ou a partir de plantas geneticamente modificadas; os ácido poliláctico (PLA) que são adquiridos por via biotecnológica pela síntese de monômeros obtidos da biomassa e o terceiro grupo são poliésteres, que são provenientes da indústria petroquímica, como por exemplo: as policaprolactonas (PCL), as poliesteramidas (PEA), co-poliésteres alifáticos (PBSA) e co-poliésteres alifáticos e aromáticos (PBAT) (LARRAÑAGAA & LIZUNDIAB, 2019; WANG et al., 2019; ZHAI et al., 2023; CHEN et al., 2020; CHEN et al., 2021).

O amido é o polissacarídeo de reserva dos vegetais e está armazenado sob a forma de grânulos. Apresentam certo grau de organização molecular e é derivado de diversas fontes vegetais, tais como cereais, raízes e tubérculos, e também de frutas e legumes. Esse polissacarídeo é constituído por dois tipos de polímeros de glicose: a amilose e a amilopectina. A amilose é um polímero linear, composto por unidades de D-glicose ligadas por ligações  $\alpha$ -(1→4), e apresenta uma estrutura que dificulta sua associação regular com outras cadeias, formando a parte amorfa do grânulo de amido. A amilopectina é um polímero altamente ramificado, com unidades de D-glicose ligadas através de ligações  $\alpha$ -(1→4) e ramificações em  $\alpha$ -(1→6). A cristalinidade do amido é devida, principalmente à amilopectina (KUMAR et al., 2020; CAMPOS et al., 2019; MULLER, GONZÁLEZ-MARTÍNEZ & CHIRALT, 2017; MALLI et al., 2010).

Devido a sua estrutura macromolecular, o amido pode ser usado para a produção de polímeros biodegradáveis, mas sua estrutura granular deve ser modificada para atingir uma estrutura polimérica homogênea e amorfa. A gelatinização e a fusão são fenômenos que ocasionam a destruição da organização dos grânulos de amidos. A gelatinização é a transformação irreversível do amido granular a uma pasta viscoelástica e ocorre na

presença de excesso de água. Quando o amido é aquecido em pequenas quantidades de água, ocorre o fenômeno de fusão, sendo necessário temperaturas bem maiores do que no processo de gelatinização. Os filmes de amidos termoplásticos (Atp) puros possuem características quebradiças e, portanto, necessitam de um plastificante, como por exemplo o glicerol. Quando se tem a conversão do amido para o estado fundido, pode ser alcançado produtos com formas diferentes, como os filmes obtidos por extrusão (WANG et al., 2019; MALI et al. 2010; FIDELIS et al., 2022; MALI et al., 2002).

O poli(butileno adipato co-tereftalato) (PBAT) é um polímero biodegradável, esse material é composto por ácido tereftálico (22,2% mol), de ácido adípico (27,8% mol) e butanodiol (50% mol) (WITT et al, 2001; KUMAR et al., 2020). Comercialmente é conhecido como Ecoflex<sup>®</sup> e é produzido pela BASF AG (Alemanha), esse polímero pode ser utilizado como embalagem para produto alimentício e na fabricação de produtos termomoldados, injetados, soprados e extrusados, pois são resistentes à ruptura e possuem boa elasticidade (BASF, 2024).

Os polímeros biodegradáveis são materiais que ainda possuem um alto custo, portanto há a necessidade de se desenvolver misturas poliméricas (ZHAI et al., 2023). A vantagem de se utilizar o amido em blendas termoplásticas é que esse material possui um baixo valor agregado e é altamente biodegradável (RUGGERO et al., 2020). Porém, os filmes elaborados a partir de blendas de amido e polímeros termoplásticos têm mostrado perdas nas propriedades mecânicas e de barreira ao vapor de água, como consequência do aumento de amido na blenda (BAO et al., 2022). Mas por outro lado, extratos ou óleos essenciais com atividades antioxidantes e/ ou antimicrobianas podem ser incorporados em filmes de amido/ PBAT, estes podem migrar da embalagem para o produto alimentício para melhorar a segurança alimentar (ZHAI et al., 2023; CAMPOS et al., 2019). A realização de análises de hidrofiliidade e de propriedades mecânica em blendas poliméricas são fundamentais, pois possibilitam uma previsão do comportamento do material quanto à flexibilidade, a resistência à ruptura, à abrasão e outras reações que podem afetar a eficiência da embalagem (FIDELIS et al., 2002).

Não há conhecimento sobre o tempo de vida útil dos filmes biodegradáveis. No presente estudo foram avaliados filmes biodegradáveis que permaneceram armazenados em condições ambientes.

## **Materiais e Métodos**

### **Materiais**

Carbonato de Cálcio anidro, Cloreto de Lítio, Cloreto de Magnésio, Carbonato de Potássio, Nitrato de Magnésio, Cloreto de Cobalto, Cloreto de Sódio, Cloreto de Potássio, Cloreto de Bário, Sulfato de Potássio e Cloreto de Magnésio

## Métodos

Foi realizada a caracterização de filmes biodegradáveis de amido de mandioca termoplástico (ATp) e poli(butileno adipato co-tereftalato) (PBAT), produzidos por extrusão. As blendas anteriormente produzidas são constituídas de 20, 30 e 40% de ATp (25 g glicerol/75 g de amido) adicionados ao PBAT. Os filmes foram produzidos e armazenados em condições ambientes por 7 anos. Foram avaliadas as características mecânicas, propriedade de barreira ao vapor de água e a hidrofiliabilidade desses filmes biodegradáveis, seguindo a metodologia conforme descrito em Lisboa et al. (2022) e Fidelis et al. (2022).

## Hidrofilicidade

As isotermas de sorção dos filmes a base de amido e polímero biodegradável foram determinadas em triplicata. As amostras medindo 20x20 mm foram condicionadas em dessecador contendo carbonato de cálcio anidro. Após 3 semanas as amostras foram colocadas em recipientes contendo diferentes soluções saturadas de sais, com faixa de atividade de água de 0,11 a 0,90, sob temperatura de 25°C condicionados em estufa até que fosse atingido a umidade de equilíbrio (Tabela 1). A umidade final das amostras foi determinada pelo método gravimétrico de secagem em estufa a 105°C por 24 horas.

Para modelagem das isotermas foi utilizado o modelo de Guggenheim-Anderson-de Boer (GAB) (equação 1).

$$X_w = \frac{m_0 \cdot C \cdot K \cdot a_w}{\left[ (1 - K \cdot a_w) \cdot (1 - K \cdot a_w + C \cdot K \cdot a_w) \right]} \quad (1)$$

Onde  $X_w$  (g de água/g de matéria seca) é a umidade de equilíbrio;  $m_0$  o valor de monocamada (g de água/g de sólidos);  $a_w$  a atividade de água;  $C$  e  $K$  constantes do modelo, respectivamente, a constante de Guggenheim que representa o calor de sorção na primeira camada e o calor de sorção das multicamadas.

TABELA 1 - Atividade de água das soluções saturadas de sais

Sal	Atividade de água (25°C)
Cloreto de Lítio	0,113
Cloreto de Magnésio	0,330
Carbonato de Potássio	0,432
Nitrato de Magnésio	0,529
Nitrato de sódio	0,640
Cloreto de Sódio	0,753
Cloreto de Potássio	0,843
Cloreto de Bário	0,902

### Propriedades de Barreira ao Vapor de Água

Esta análise foi conduzida de acordo com método da American Society for Testing and Material (ASTM E96 – 95,1995), com algumas modificações. As amostras foram fixadas em cápsulas de determinação de permeabilidade, contendo em seu interior ou cloreto de cálcio anidro (0% UR). Estas cápsulas foram condicionadas em dessecadores com umidade relativa a 64% e os ensaios foram conduzidos em duplicata. Foram realizadas pesagens periódicas, até que a taxa de ganho de massa fosse constante. A taxa de permeabilidade ao vapor de água foi determinada de acordo com a equação 2.

$$TPVA = \left( \frac{m}{t} \right) \cdot \left( \frac{1}{A} \right) \quad (2)$$

Onde  $m/t$  é o coeficiente angular da reta de ganho de massa (g) versus tempo (h), e  $A$  ( $m^2$ ) área de permeação do filme.

Assim o valor da permeabilidade ao vapor de água pode ser calculado de acordo com equação 3:

$$PVA = \left[ \frac{TPVA \cdot e}{p_s \cdot (UR_{ext} - UR_{int})} \right] \times 100 \quad (3)$$

Onde PVA é a permeabilidade ao vapor de água ( $\text{g.m/m}^2.\text{Pa.h.}$ ), TPVA (taxa de permeação ao vapor de água) ( $\text{g/m}^2.\text{h}$ ),  $e$  a espessura média do filme (média de 6 medidas) (m),  $p_s$  é a pressão de saturação de vapor à temperatura do ensaio (Pa),  $UR_{\text{ext}}$  a umidade relativa no exterior da cápsula (%) e  $UR_{\text{int}}$  a umidade relativa no interior da cápsula (%).

### **Propriedades mecânicas**

As propriedades de tração foram determinadas no texturômetro Stable MicroSystem (modelo TAXT2i-Inglaterra), empregando-se metodologia baseada na norma ASTM D-882-91. Os corpos-de-prova foram cortados no sentido longitudinal e no sentido transversal ao processamento do filme, nas dimensões de 80 mm de comprimento e 6 mm de largura e ajustados às garras pneumáticas do equipamento. Foram realizadas no mínimo 10 análises para cada amostra em cada sentido. A distância inicial entre as garras foi de 30 mm e a velocidade de tração foi de 500 mm/min. As propriedades de tração determinadas foram: resistência máxima à tração na ruptura (MPa), alongamento na ruptura (%) e módulo elástico (MPa). Os corpos-de-prova foram condicionados por 7 dias a 25°C, sob umidades relativas de 64%.

### **4. Análise estatística**

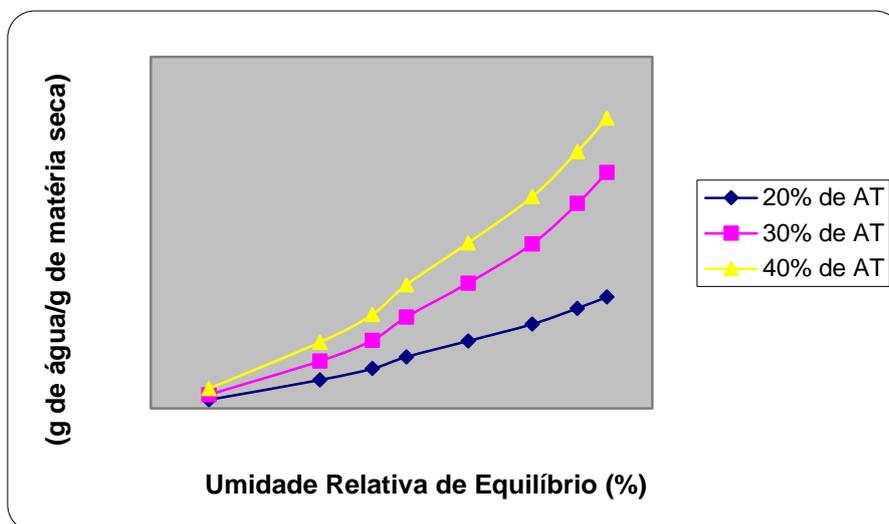
A análise de hidrofiliabilidade foi feita em triplicata e as análises de propriedade de barreira de vapor de água em duplicata. Os resultados obtidos foram comparados com os resultados obtidos por SCAPIM (2009). As análises foram feitas por meio do software Estatística 7.0/2003 (Stat Soft, Inc. Tulsa, OK, EUA).

### **Resultados e discussões**

Os filmes analisados apresentavam-se parcialmente biodegradados, as amostras que possuíam um maior teor de amido (40% de amido) estavam mais quebradiças do que as que tinham 20% de amido, isso pode ser devido a maior rigidez do filme com maior teor de amido. De acordo com Taiatele Junior et al. (2020), análises termogravimétricas e por espectroscopia no infravermelho, em materiais de amido com PBAT, mostraram que a microbiota degradou o amido sobre o PBAT na mistura PBAT/amido, e também que algum amido permaneceu intacto na parte mais interna da matriz polimérica.

Em outro trabalho, Ruggero et al. (2020) afirmaram que a biodegradação do PBAT foi fortemente influenciada pelas condições ambientais (temperatura e umidade), já o amido e o plastificante foram completamente biodegradados nos primeiros dias do processo.

A análise de hidrofiliidade apresentou (Figura 1) que os filmes que possuíam 20% de amido em sua composição absorveram uma menor quantidade de água, e as amostras de 40% absorveram uma maior quantidade de água, isso foi devido ao amido ter uma maior capacidade de sorção de água do que o polímero sintético.



**Figura 1.** Isotermas de sorção de água dos filmes armazenados por 6 anos a 25°C.

A partir da análise da isoterma foram obtidas as constantes da equação de GAB, na Tabela 1, que consta esses parâmetros para o FRP e FE, sendo FRP filme antes do armazenamento; FE filmes armazenados por 6 anos.

**Tabela 1.** Valores das constantes da equação de GAB a 25°C calculados por regressão não linear para filmes de PBAT e ATP de mandioca antes e após o armazenamento.

Parâmetros do modelo de GAB	Formulação (% de ATP nos filmes)					
	20		30		40	
	FRP	FE	FRP	FE	FRP	FE
<b>M<sub>0</sub></b>	0,0195 <sup>b</sup>	0,42 <sup>a</sup>	0,0438 <sup>b</sup>	0,27 <sup>a</sup>	0,0599 <sup>b</sup>	0,60 <sup>a</sup>
<b>C</b>	41,89 <sup>a</sup>	0,455 <sup>b</sup>	130,47 <sup>a</sup>	0,64 <sup>b</sup>	174,38 <sup>a</sup>	0,54 <sup>b</sup>
<b>K</b>	0,90 <sup>a</sup>	0,32 <sup>b</sup>	0,72 <sup>a</sup>	0,54 <sup>b</sup>	0,78 <sup>a</sup>	0,43 <sup>b</sup>
<b>R<sup>2</sup></b>	0,94 <sup>a</sup>	0,73 <sup>b</sup>	0,91 <sup>a</sup>	0,71 <sup>b</sup>	0,97 <sup>a</sup>	0,77 <sup>b</sup>

M<sub>0</sub>, k e C – parâmetros do modelo de GAB, sendo m<sub>0</sub> dado em g de água/g de sólidos; R<sup>2</sup> – coeficiente de determinação do ajuste do modelo de GAB; FRP filme antes do armazenamento; FE filmes armazenados por 6 anos. Letras minúsculas na mesma linha para o mesmo filme não apresentam diferença significativa (P < 0.05).

Houve um aumento dos valores de M<sub>0</sub> nos filmes que foram armazenados, isso indica que os filmes envelhecidos possuem uma maior quantidade de água fortemente ligada.

Durante o armazenamento ocorreu a modificação dos filmes, de modo que ele passou a absorver uma maior quantidade de água quando submetidos a umidade relativa maior.

Os filmes envelhecidos apresentaram uma redução nos valores de C, Constante de Guggenheim. Este parâmetro está relacionado com a diferença na entalpia entre a monocamada e as multicamadas. Em relação ao K, que é uma medida do calor de sorção da água nas multicamadas, o armazenamento provocou uma redução desses valores nos filmes, os FE mostrou-se menor do que FRP.

Após seis anos de armazenamento, verificou-se que houve um grande aumento na permeabilidade de vapor de água desses filmes. O resultado era esperado, pois o processo de biodegradação de filmes modifica a estrutura cristalina desse material e conseqüentemente há o enfraquecimento dos filmes. Os valores médios para a permeabilidade ao vapor de água (PVA) dos filmes envelhecidos (FE) são apresentados na Tabela 2. Para efeito de comparação, na Tabela 2 há também os resultados de PVA destes mesmos filmes logo após serem processados (FRP) (antes do armazenamento desses filmes).

Tabela 2- Propriedade de Barreira de Água em filmes pré-processados e após o seu armazenamento

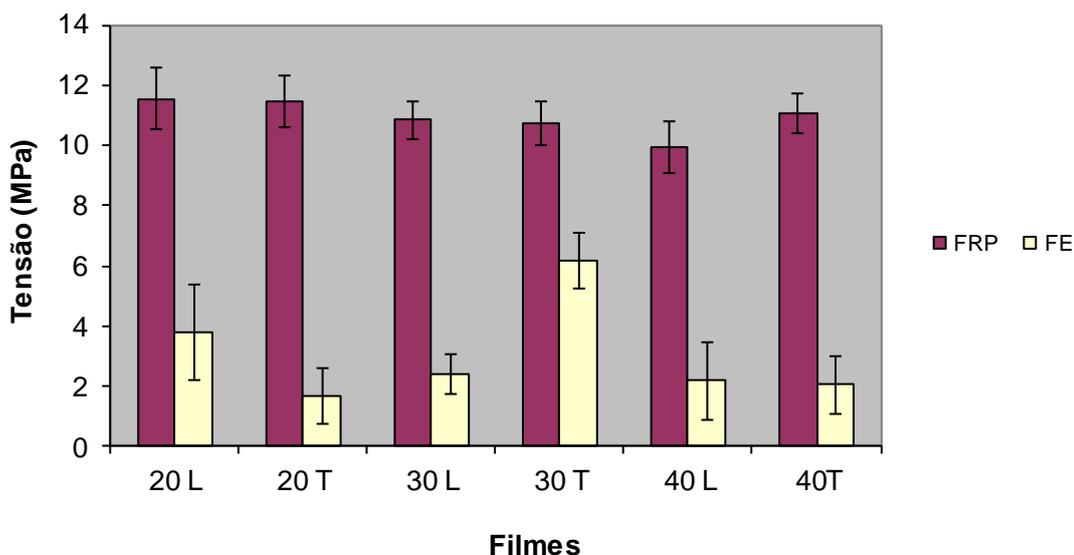
antes do	FRP		FE		FRP filme
	Formulação	PVA (g/m.Pa.dia) (x10 <sup>6</sup> )	PVA (g/m.Pa.dia) (x10 <sup>6</sup> )		
	<b>PBAT:ATp (80:20)</b>	3,01 <sup>a</sup> ± (0,09)	22,04 <sup>b</sup> ± (1,22)		
	<b>PBAT:ATp (70:30)</b>	4,55 <sup>a</sup> ± (0,13)	10,14 <sup>b</sup> ± (1,77)		
	<b>PBAT:ATp (60:40)</b>	5,41 <sup>a</sup> ± (0,09)	37,74 <sup>b</sup> ± (8,59)		

armazenamento; FE filmes armazenados por 6 anos. Letras minúsculas na mesma linha não apresentam diferença significativa (P < 0.05).

De acordo com Wang et al. (2019) a adição de carga de amido aumentou a taxa de absorção de água pelos compósitos de amido e PBAT para oito vezes a do PBAT puro e posterior degradação acelerada em água contendo microrganismos. No presente trabalho os filmes após 6 anos de armazenamento, não apresentaram valores coerentes com o aumento nos teores de amido presente nos filmes. Isto pode ter ocorrido devido ao

processo de biodegradação, que ocasionou o aparecimento de fissuras na estrutura dos filmes.

As propriedades de tração dos filmes foram avaliadas, após as amostras serem condicionadas na condição de umidade relativa de equilíbrio (URE) de 64%. Os resultados para tensão máxima, dos FRP e FE, estão apresentadas na Fig.1, para alongação na Fig. 2 e para o módulo de elasticidade na Fig. 3.



(L) sentido longitudinal e (T) sentido transversal ao processamento dos filmes.

**Figura 2.** Tensão máxima dos filmes de PBAT com 20, 30 e 40% de amido, termoplástico condicionados por 7 dias a 64% de URE.

Com o armazenamento, os filmes perderam a resistência à tração na ruptura (figura 1). Como era esperado, o processo de biodegradação do filme torna a sua estrutura mais fraca.

Durante a biodegradação, o decréscimo da resistência à tração de polímeros biodegradáveis pode ser associado, primeiramente, a hidrólise de ligações éster, que ocorre de forma aleatória principalmente na região amorfa do polímero sob condições de altas umidades (BAO et al., 2022; CHEN et al., 2020; CHEN et al., 2021; PARODI et al., 2023).

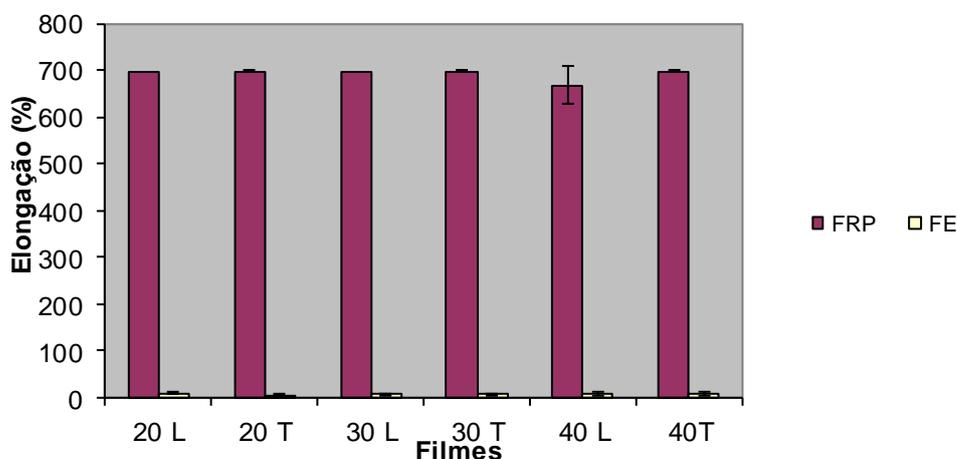
Na tabela 3 estão presentes o percentual das perdas das propriedades mecânicas de tração de cada formulação realizada nos filmes, no sentido longitudinal e transversal.

**Tabela 3-** Perda das propriedades mecânicas dos filmes que permaneceram armazenados em condições ambientes.

Filme	Perdas das propriedades mecânicas (%)
20 L	67,22
20 T	85,19
30 L	77,92
30 T	42,50
40 L	77,90
40T	81,41

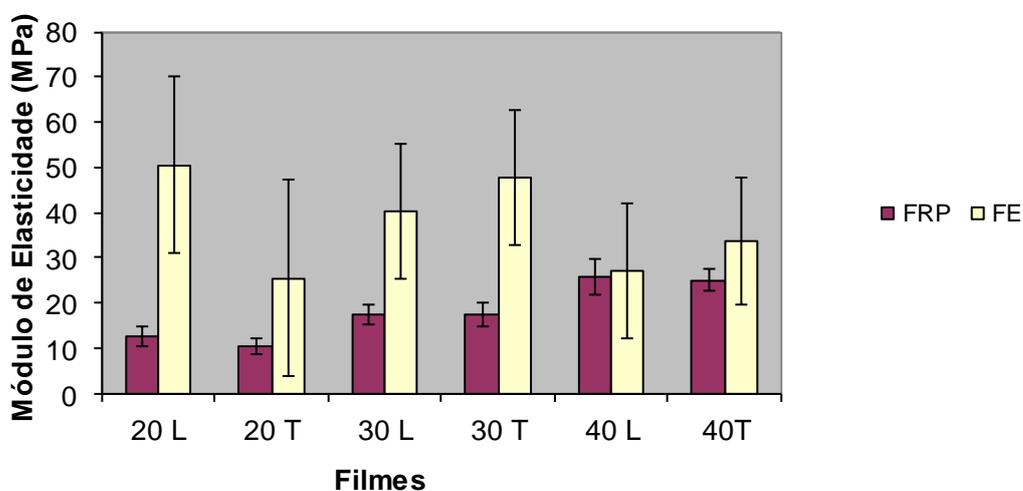
Pode-se observar que os filmes obtiveram uma perda acima de 40%, de suas propriedades mecânicas. O filme que apresentou maior perda de suas propriedades, tanto no sentido longitudinal e transversal, foi o com 40% de amido em sua composição, que apresentou uma perda acima de 70%.

O armazenamento, durante um longo período, influenciou demasiadamente na rigidez desses filmes. Como pode ser visto na figura 2, quando os filmes foram processados em 2007, eles possuíam uma boa flexibilidade e, após o armazenamento, houve uma queda muito grande nesse parâmetro. O mesmo resultado pode ser visto na Figura 3, houve um aumento significativo do módulo elástico dos filmes, o que corresponde um aumento da rigidez deste.



**Figura 3.** Elongação dos filmes de PBAT com 20, 30 e 40% de amido termoplástico condicionados por 7 dias a 64% de URE.

Na figura 4 pode-se observar que houve um aumento do Módulo de elasticidade dos filmes.



**Figura 4.** Módulo de elasticidade dos filmes de PBAT com 20, 30 e 40% de amido termoplástico condicionados por 7 dias a 64 % de URE.

O enrijecimento dos filmes é confirmado pelo aumento no módulo de Young observado na Figura 4. Este enrijecimento pode ser atribuído a novas interações polímero-polímero e a degradação do plastificante (NIAOUNAKIS et al., 2019).

## Conclusão

Os filmes avaliados nesse estudo apresentavam um grau significativo de biodegradação, após ser manuseada para a realização dos experimentos a degradação das amostras foi acelerada. Com o armazenamento, os filmes passaram a apresentar as características da biodegradação, mesmo não estando em condições adversas, tais como exposição a microorganismos. A partir da análise de hidrofiliabilidade observou-se que os filmes envelhecidos absorvem uma maior quantidade de água que os filmes previamente processados. Houve o aumento das propriedades de barreira ao vapor de água, a perda das propriedades mecânicas em pelo menos 40% e o aumento da rigidez dos filmes. O armazenamento dos filmes em condições ambientes modificou sua estrutura cristalina devido a biodegradação desse material, o material se mostrou inviável para utilização. Portanto para obter melhores resultados da vida útil dos filmes biodegradáveis as mesmas análises deveriam ser realizadas em filmes que permaneceram armazenados em um tempo menor que 6 anos.

## Bibliografia

ASTM - AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **Standard test methods for water vapor transmission of material – E-96-95**, Philadelphia: ASTM, 1995.

ASTM - AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. Test methods for tensile properties of thin plastic sheeting - D-882-91. **Annual book of ASTM**. Philadelphia: ASTM, 1996.

BASF. – Ficha de produtos: Ecoflex. Disponível em: [https://plastics-rubber.basf.com/southamerica/pt/performance\\_polymers/products/ecoflex.html](https://plastics-rubber.basf.com/southamerica/pt/performance_polymers/products/ecoflex.html). Acesso em: 30 de junho de 2024.

BAO, R.; PU, J.; XIE, C.; et al. (2022). Aging of biodegradable blended plastic generates microplastics and attached bacterial communities in air and aqueous environments. **Journal of Hazardous Materials**. V. 434, 128891, <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2022.128891>.

CAMPOS, S. S.; OLIVEIRA, A.; MOREIRA, T. F. M.; et al. (2019). TPCS/PBAT blown extruded films added with curcumin as a technological approach for active packaging materials. **Food Packaging and Shelf Life**, V. 22, December 2019, 100424, <https://doi.org/10.1016/j.fpsl.2019.100424>.

CHEN, Q.; WANG, Q.; ZHANG, C.; ZHANG, J.; DONG, Z.; XU, Q.; 2021. Aging simulation of thin-film plastics in different environments to examine the formation of microplastic. *Water Res.* 202, 117462 <https://doi.org/10.1016/j.watres.2021.117462>.

CHEN, Z.; ZHAO, W.; XING, R.; XIE, S.; YANG, X.; CUI, P.; LÜ, J.; LIAO, H.; YU, Z.; WANG, S.; ZHOU, S.; 2020. Enhanced in situ biodegradation of microplastics in sewage sludge using hyperthermophilic composting technology. *J. Hazard. Mater.* 384, 121271 <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2019.121271>.

FIDELIS, J. C. F.; MARCHI, L. B.; SCAPIM, M. R. S.; GOBETTI, N. D.; YAMASHITA, F.; MONTEIRO, C. C. F.; MORAIS, D. R.; (2022). Development of biodegradable films containing pomegranate peel extract and potassium sorbate. **LWT-Food Science and Technology**, vol. 65, p. 874-883.

JUNIOR, I. T.; BOSCO, T.C.D.; BERTOZZI, J.; MICHELS, R. N., MALI, S.; (2020). Biodegradability assessment of starch/glycerol foam and poly(butylene adipate-co-

terephthalate)/starch film by respirometric tests. 23.  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.05.006>.

KONTOU, M. N. E.; PISPAS, S.; KAFETZI, M.; GIAOUZI, D.; et al. (2019). Aging of Packaging Films in the Marine Environment. **Polymer Engineering And Science**, vol. 62, issue 2, p. 520-529.

KUMAR, M.; XIONG, X.; HE, M.; TSANG, D.C.W.; GUPTA, J.; KHAN, E.; BOLAN, N.S.; 2020. Microplastics as pollutants in agricultural soils. *Environ. Pollut.* 265, 114980  
<https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.114980>.

LARRAÑAGA, A.; LIZUNDIA, E.; (2019). A review on the thermomechanical properties and biodegradation behaviour of polyesters. 121.  
<https://doi.org/10.1016/j.eurpolymj.2019.109296>.

LISBOA, M.; CHAGAS, C.; COSTA, J. C. M.; ROSSONI, D.; MIKCHA, J. M. G.; SILVA, J. V. O.; et al. (2022). Characterization and effect of edible alginate acidified coatings associated with photodynamics on cheese preservation, *Applied Food Research*. **Applied Food Research**, vol. 1, 100113 <https://doi.org/10.1016/j.afres.2022.100113>.

MALI, S.; GROSSMANN, M. V. E.; GARCIA, M. A.; MARTINO, M. N.; NARITZKY, N. E. Microstructural characterization of yam starch films. **Carbohydrate Polymers**, vol. 50, p. 379-386, 2002.

MALI, S.; GROSSMANN, M. V. E.; YAMASHITA, F. Filmes de amido: produção, propriedades e potencial de utilização. **Semina: Ciências Agrárias**, vol. 31, n° 1, p. 137-156, Jan./Mar. 2010.

MENG, D.; ZHU, G., SUN, J.; et al. (2023). Study on the biodegradation of polybutylene adipate-co-terephthalate/starch film containing deep eutectic solvent. **Journal of Environmental Management**, V. 332, 117419  
<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.117419>.

MOHAMMADI, M.; HEUZEY, M.C.; CARREAU, P. J.; TAGUET. (2021). A, Interfacial localization of CNCs in PLA/PBAT blends and its effect on rheological, thermal, and mechanical Properties. 233.  
<https://doi.org/10.1016/j.polymer.2021.124229>.

MULLER, J., GARTÍNEZ, C. G., CHIRALT, A., 2017. Combination of Poly(lactic) Acid

and Starch for Biodegradable Food Packaging. **Review Materials**. *Materials* 2017, 10(8), 952; <https://doi.org/10.3390/ma10080952>.

MUNDO DO PLÁSTICO – Disponível em : <https://mundodoplastico.plasticobrasil.com.br/gestao/politica-e-plastico-confira-ultimas-discussoes-sobre-o-segmento>. Acesso em 06 de julho de 2024.

NIAOUNAKIS, M.; KONTOU, E.; PISPAS, S.; KAFETZI, M.; GIAOUZI, D.; (2019) Aging of Packaging Films in the Marine Environment. **Polymer Engineering And Science**. DOI 10.1002/pen.25079.

PARODI, A., ARPAIA, V., SAMORÌ C., MAZZOCCHETTI L., GALLETTI P., 2023. Novel Strategies for Recycling Poly(butylene adipate-co-terephthalate)-Starch-Based Plastics: Selective Solubilization and Depolymerization–Repolymerization Processes. *ACS Sustainable Chem*. <https://doi.org/10.1021/acssuschemeng.3c03588>.

RUGGERO, F.; CARRETTI, E.; GORI, R.; LOTTI, T.; LUBELLO, C.; (2020). Monitoring of degradation of starch-based biopolymer film under different composting conditions, using TGA, FTIR and SEM analysis. 246. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2019.125770>.

SAIBUATRONG, WORAYUT; CHEROENNET, NITCHANAN; SUWANMANEE, UNCHALEE. Life cycle assessment focusing on the waste management of conventional and bio-based garbage bags. **Journal Of Cleaner Production**, [S.L.], v. 158, p. 319-334, ago. 2017. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.05.006>.

WANG, X. W.; WANG, G. X.; HUANG, D.; ET AL. (2018) Degradability comparison of poly(butylene adipate terephthalate) and its composites filled with starch and calcium carbonate in different aquatic environments. **Journal Applied Polymer Science**. DOI: 10.1002/app.46916.

WITT, U.; EINIG, T.; YAMAMOTO, M.; KLEEBERG, I.; DECKWER, W.D.; MÜLLER, R.J. Biodegradation of aliphatic-aromatic copolyesters: evaluation of the final biodegradability and ecotoxicological impact of degradation intermediates. **Chemosphere**, vol. 44, p. 289-299, 2001.

ZHAI, X.; LI, M.; ZHANG, R.; WANG, W.; HOU, H.; (2023). Extrusion-blown starch/PBAT biodegradable active films incorporated with high retentions of tea polyphenols and the release kinetics into food simulants. **International Journal of**

**Biological Macromolecules**, V. 227, P. 851-862, 2023.

## ATIVIDADE ANTIMICROBIANA DE ENTEROCINA E ÓLEO ESSENCIAL DE OREGANO MICROENCAPSULADO EM MATRIZ DE LEITELHO

V. A. F Oliveira<sup>1</sup>, A. Oliveira<sup>2</sup>, C.W.T. Schipfer<sup>3</sup>, E. S. Gomes<sup>4</sup>, L. O. Santos<sup>5</sup>, R. C. Dutra<sup>6</sup>, M. Makinski Junior<sup>7</sup>, L. Furlaneto Maia<sup>8</sup>

<sup>1</sup>Mestranda DBS/PPC/UEM, <sup>2</sup>Graduanda em Farmácia/UEM, <sup>3</sup>Doutoranda PPC/UEM, <sup>4</sup>Doutoranda PPC/UEM, <sup>5</sup>Graduanda em Biomedicina /UNINGÁ, <sup>6</sup>Graduanda em Farmácia/UNINGÁ, <sup>7</sup>Docente DBS/UEM, <sup>8</sup>Docente PPGTAL/UTFPR.

Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, Bloco D90, CEP. 87020-900, Maringá - PR

E-mail: [veri\\_blid@hotmail.com](mailto:veri_blid@hotmail.com)

**Palavras-chave:** *Enterococcus durans*, *Spray dryer*, óleo essencial, bacteriocina.

A pesquisa explora novas abordagens para prolongar a vida útil dos alimentos, focando no uso de conservantes naturais como bacteriocinas e óleos essenciais, conhecidos por suas propriedades antimicrobianas. No entanto, devido às alterações sensoriais e às mudanças em suas propriedades físicas e químicas, esses antimicrobianos naturais não podem ser diretamente adicionados aos alimentos. O avanço na tecnologia de microencapsulação tem mostrado promessa ao oferecer sistemas que garantem a estabilidade desses conservantes naturais, permitindo sua incorporação em matrizes alimentares. Portanto, o objetivo desse trabalho foi microencapsular a enterocina produzida por *Enterococcus durans* MF5 e óleo de orégano usando o leiteiro como matriz. Para a microencapsulação, foram realizados três tratamentos: A1 controle leiteiro, A2 leiteiro/enterocina (LE), e A3 leiteiro/enterocina/óleo (LEO). O material foi submetido ao processo de *spray dryer* e foram realizados ensaios para determinar a atividade antimicrobiana do material encapsulado contra as bactérias *Listeria monocytogenes* e *Listeria innocua*. O rendimento da microencapsulação foi de 13,01% e 11,63% para as amostras A2 e A3, respectivamente. Os resultados apresentados nos microencapsulados A2 e A3 mostraram inibição contra todas as bactérias teste, foi constatado que a microencapsulação sinérgica da enterocina e o óleo de orégano mostrou atividade antimicrobiana. A efetividade da microencapsulação foi realizada por (FTIR), onde picos de intensidade entre as amostras na região 1000 a 930 cm<sup>-1</sup> e 1800 a 1500 cm<sup>-1</sup> foram observadas. Os resultados evidenciam que o leiteiro desempenha um papel fundamental na encapsulação da bacteriocina e do óleo de orégano, o que resulta no aumento da eficácia antimicrobiana dos antimicrobianos após o processo de microencapsulação.

# NOTIFICAÇÕES REGISTRADAS NO DATASUS DE INTOXICAÇÕES POR ALIMENTOS E BEBIDAS NO BRASIL, PERÍODO 2021-2023

A. L. C. Franco<sup>1</sup>, A. B. da Silva<sup>1</sup>, N. S. Pretes<sup>2</sup>, J. C. Castro<sup>3</sup>, M. Machinski Jr<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Acadêmica do Curso de Farmácia DFA/UEM\*, <sup>2</sup>Doutoranda PPC/UEM, <sup>3</sup>Docente DBS/UEM  
Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, Bloco I90 - LATOX, CEP. 87020-900,  
Maringá - PR

E-mail: ra124827@uem.br

**Palavras-chave:** Intoxicação, Alimentos, Bebidas, Epidemiologia.

A intoxicação alimentar é gerada a partir do consumo de alimentos e/ou bebidas contaminados por microrganismos ou agentes químicos, podendo ser atingidos em todas as etapas do cultivo/produção, processamento, armazenamento e transporte. Os sintomas são inespecíficos e comuns frente a outras enfermidades, podendo gerar por consequência subnotificações dos casos tratados. O objetivo deste trabalho foi investigar os dados de intoxicação por alimentos e bebidas no período de 2021 a 2023 no Brasil registrados na plataforma do Departamento de Informática do SUS - DATASUS. Os dados foram obtidos na plataforma DATASUS sobre notificação de casos de intoxicação por alimentos e bebidas no Brasil, no período de 2021 a 2023. O presente trabalho enquadra-se como dados de domínio público, não havendo necessidade da submissão do estudo a um comitê de ética em pesquisa, respeitando o que é preconizado pela Resolução 466/2012 e 510/2016 do Conselho Nacional de Saúde do Brasil. De acordo com os dados coletados na plataforma DATASUS, nos anos de 2021 a 2023, foram registrados 23.976 casos de intoxicação por alimentos e bebidas, com aumento gradual ao passar dos anos sendo 6.320 notificações em 2021, 7.932 em 2022 e 9.724 em 2023; esse aumento pode ser devido a vários fatores. No entanto, o aumento anual da taxa de consumo de alimentos processados tem um papel fundamental no alto índice de exposição e intoxicação, uma vez que a população busca por alimentos práticos e a otimização do tempo devido a rotina laboral. A partir dos dados fornecidos pela plataforma DATASUS observa-se um aumento gradual ao passar dos 3 anos avaliados, possivelmente por conta da maior facilidade na aquisição de alimentos e bebidas processados e não preparados em casa.

# ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DE VARIÁVEIS DE PROCESSO NA ABSORÇÃO DE SÓDIO E PERDA DE MASSA EM PEÇAS DE QUEIJOS MUSSARELA

I. C. F da Silva<sup>1\*</sup>, P. R. S. de Oliveira<sup>1</sup> e D. A. Longhi<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Doutorando PPC/UEM, <sup>2</sup>Docente UFPR/Campus Jandaia do Sul  
Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, CEP. 87020-900, Maringá - PR  
E-mail: pg55781@uem.br

**Palavras-chave:** Acompanhamento. Salga úmida. Variação.

Dentre as várias etapas da fabricação de queijos, a salga destaca-se por sua grande importância, uma vez que o cloreto de sódio possui várias funções nos processos físico-químicos, bioquímicos e microbiológicos dos queijos. Queijos salgados em salmoura perdem, em média, de 1% a 2% de seu peso, variando em função da temperatura da solução, tipo de queijo, tempo de salga, concentração de sal e entre outros. As condições de processamento, tais como: cultura utilizada, temperatura de filagem, tempo de fermentação, tempo de salga, são responsáveis por garantir a padronização do queijo mussarela, pois a variação dos parâmetros influencia na composição final do produto e nas suas características. Pensando em otimizar o processo de produção e evitar prejuízos ao longo dos ciclos o presente estudo teve como objetivo realizar um acompanhamento para identificar as variáveis de processo que influenciam na perda de massa e na absorção de sódio das peças, tais como: temperatura das peças e da hidrovía, tempo de permanência, concentração da salmoura, pH da massa filada e pH da salmoura e classificar as mesmas de acordo com o peso final. O estudo foi realizado em uma unidade de produtos lácteos, na planta de produtos processados especificamente na queijaria. As etapas de produção seguiram a metodologia empregada pela empresa. Para a coleta de dados foi determinado uma amostragem de 15 peças de diferentes ciclos, coletados na saída da moldadeira. Destas, foram quantificados a massa (kg) e a temperatura (°C) antes de seguirem para a etapa de salga úmida. Uma amostra de cada ciclo foi identificada com uma rede plástica e acompanhada do início ao fim do processo de salga úmida na hidrovía. Ao final do processo, a temperatura e a massa de cada amostra identificada foram mensuradas novamente com o intuito de quantificar a variação de massa. Quanto a concentração de sal, a salmoura encontra-se dentro da faixa indicada, que é de 18% a 22%. A temperatura de exposição em que os queijos se encontram é um parâmetro importante no processo de salga, à medida que este fator influencia no processo de absorção de sal, com médias variando ao longo dos ciclos entre 4,1 a 5,2 °C. Das variáveis de processo acompanhadas durante os ciclos de produção aquelas que apresentaram maior impacto sobre a perda de massa dos queijos foram a concentração da salmoura e o tempo. Em tempos maiores (6 horas), o rendimento diminuiu consideravelmente em maiores concentrações de salmoura (21 e 22°Bé), em contrapartida, considerando o menor tempo de exposição das peças a salmoura, as peças acabam apresentando maior rendimento em menores concentrações de salmoura (20 e 20,5°Bé), porém na concentração de 19°Bé o comportamento acabou divergindo do esperado. Como o tempo de salga está próximo ao tempo de saturação, pode-se observar que embora as amostras do ciclo 200 e 202 apresentaram maior tempo de salga, não ocorreu uma absorção maior em relação as amostras dos ciclos 197 a 199 e 201, no qual permaneceram menor tempo em contato com a salmoura. Os ciclos 197 e 198 apresentaram uma estimativa de menor quantidade de peças produzidas. Como existia uma menor competição pelo meio, a difusão do sal nestas peças pode ter sido facilitada, pois as peças conseguiam ter um maior contato com a salmoura, levando a uma concentração de sódio maior no produto final. Por meio dos resultados obtidos há fortes indícios de que a uma concentração de 22 °Bé a perda de massa é maior, sendo a mesma relação observado em função do tempo quanto maior o tempo de permanência das peças em contato com a salmoura maior é a perda de massa. Em relação a concentração de cloretos compreende-se a necessidade de um melhor acompanhamento, embora tenha sido observado que o pH da massa filada e concentração da salmoura influenciem na absorção de sódio não foi possível identificar um padrão durante o acompanhamento. Portanto, é necessário um estudo mais aprofundado, pois existem muitas variações em um mesmo ciclo produtivo.

# DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE BEBIDA FERMENTADA PROBIÓTICA À BASE DE EXTRATO VEGETAL SABORIZADA COM POLPA DE AÇAÍ

J. T. Ujlaki<sup>1</sup>, J. P. Sousa<sup>2</sup> e D. D. Kieling<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>Engenheira de Alimentos EAL/UFPR, <sup>2</sup>Aluno EAL/UFPR, <sup>3</sup>Docente EAL/UFPR

Universidade Federal do Paraná – Campus Avançado Jandaia do Sul, R. Dr. João Maxímiano, 426 - Vila Operária, CEP. 86900-000 Jandaia do Sul – PR.

E-mail: joannatamashiro@ufpr.br, jefeferson1@ufpr.br, dirlei.kieling@ufpr.br

**Palavras-chave:** Probiótico; Alimento funcional; *Lactobacillus acidophilus*; *Lactobacillus casei*.

Considerando a importância dos alimentos probióticos devido às suas propriedades funcionais para saúde, bem como a necessidade de pesquisas voltadas a encontrar fontes probióticas alternativas, não lácteas, o objetivo do presente estudo foi desenvolver e avaliar as características de uma bebida fermentada probiótica a base de extrato de aveia, saborizada com polpa de açaí. Ao todo foram desenvolvidas 6 formulações com extrato de aveia (10 e 15% EA m/v) e variações na cultura probiótica (*Lactobacillus casei* e *Lactobacillus acidophilus*), onde a relação do extrato de aveia e o probiótico utilizado nas formulações foi em F1 (10% e *L.casei*), F2 (15% EA e *L.casei*), F3 (10% EA e *L. acidophilus*), F4 (15% EA e *L. acidophilus*), F5 (10% EA e *L.casei* e *L. acidophilus*), e por fim, F6 (15% EA e *L.casei* e *L. acidophilus*), as mesmas foram desenvolvidas de modo que fosse possível avaliar a formulação que seria mais favorável ao desenvolvimento de uma bebida probiótica. Essas formulações foram sujeitas a análises físico-químicas como pH, acidez, cinzas, sólidos totais, sólidos solúveis, lipídios, proteínas e a contagem de Bactérias Ácido Lácticas (BAL). Dentre as 6 formulações foi escolhida a que apresentou melhor desempenho na contagem de BAL (F4), com  $9,56 \pm 0,03$  log UFC/mL, para qual realizou-se a determinação de antocianinas na bebida pronta. Avaliou-se também a viabilidade do probiótico na F4 após 14 dias de armazenamento refrigerado. As bebidas apresentaram se ácidas, com pH < 4,5, e teor de proteína próximo ao do leite (aproximadamente 2,9%). O teor de antocianinas foi de  $158,64 \pm 9,45$  mg cianidina-3 glucosídeo/L, evidenciando o potencial antioxidante da bebida com açaí. A bebida manteve seu potencial probiótico ao longo de 14 dias em refrigeração, apresentando ainda contagens satisfatórias de BAL após este período, sendo de  $1,22 \pm 0,25 \times 10^7$  UFC/mL.

**Composição em ácidos graxos essenciais da *Chlorella* vendidas no mercado Brasileiro comparando as necessidades de nutrientes em lactentes**

**Evaluate essential fatty acids from *Chlorella* sold on the Brazilian market by comparing nutrient needs in infants**

**Cristiane Renata da Silva**

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-3003-0740>

Email: [dracristianerenata@hotmail.com](mailto:dracristianerenata@hotmail.com)

**Luana Cruz Muxfeldt**

ORDID: 0000-0002-5980-6020

Email: [luanacmuxfeldt@gmail.com](mailto:luanacmuxfeldt@gmail.com)

**Patricia Daniele Silva dos Santos**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6757-2722>

Email: [patriciadanieless@hotmail.com](mailto:patriciadanieless@hotmail.com)

**Oscar de Oliveira Santos**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9631-8480>

Email: [oosjunior@uem.br](mailto:oosjunior@uem.br)

**Jesui Vergilio Visentainer**

Email: [jvvisentainer@uem.br](mailto:jvvisentainer@uem.br)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3412-897X>

**RESUMO**

A microalga *Chlorella* possui alta capacidade fotossintética e é rica em micronutrientes, incluindo clorofila, proteínas, vitaminas, minerais e diversos ácidos graxos. Os ácidos graxos essenciais, como o ômega 3, ômega 6 e o ácido palmítico são imprescindíveis para lactantes, uma vez que melhoram o desempenho cognitivo e imunológico dos recém nascidos através do aleitamento materno. A *Chlorella*, é uma microalga de fácil cultivo e rica em benefícios para a saúde, com os ácidos graxos essenciais presentes em sua composição. Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar o conteúdo em ácidos graxos em suplementos de *Chlorella* disponíveis no mercado brasileiro e comparar com as recomendações nutricionais para as lactantes. Para este estudo foram selecionados 8 suplementos de *Chlorella*, que foram esterificadas conforme metodologia ISO 12966/2017 e levadas para a cromatografia em fase gasosa. Os resultados encontrados nos mostram que o valor comercial mais elevado não garante melhor qualidade de composição em ácidos graxos essenciais do suplemento, mas nos mostraram que a microalga possui quantidades significativas de ômega 3, ômega 6 e ácido palmítico (16:0) em sua composição. É essencial conduzir novas pesquisas experimentais com a suplementação de *Chlorella* em mulheres lactantes para investigar as quantidades em ácidos graxos essenciais presentes no leite materno.

**Palavras chave:** Microalga; omega 3 e amamentação

## **ABSTRACT**

The microalgae *Chlorella* has a high photosynthetic capacity and is rich in micronutrients, including chlorophyll, proteins, vitamins, minerals, and various fatty acids. Essential fatty acids such as omega-3, omega-6, and palmitic acid are crucial for lactating mothers, as they enhance the cognitive and immune performance of newborns through breastfeeding. *Chlorella*, a microalgae easy to cultivate and rich in health benefits, contains these essential fatty acids in its composition. Thus, the aim of this study was to evaluate the fatty acid content in *Chlorella* supplements available in the Brazilian market and compare them with nutritional recommendations for lactating women. Eight *Chlorella* supplements were selected for this study, esterified according to ISO 12966/2017 methodology, and analyzed using gas chromatography. The results indicate that higher commercial value does not necessarily ensure better quality in essential fatty acid composition of the supplement. However, they demonstrate significant amounts of omega-3, omega-6, and palmitic acid (16:0) in *Chlorella*. Further experimental research is essential to explore *Chlorella* supplementation in lactating women to investigate the quantities of essential fatty acids present in breast milk.

**Keywords:** Microalgae; omega 3 and breastfeeding

## **1 INTRODUÇÃO**

A palavra *Chlorella* vem do grego *chloros*, que significa verde e do latim *ella*,

que significa coisa pequena (Bewicke & Potter, 2009). Considerada uma microalga, estima-se que a *Chlorella* esteja na terra há mais de 2 bilhões de anos e que seja um ancestral de alguns vegetais, como os espinafres e as abóboras (Paiva, 2013). Um dos principais benefícios do suplemento é seu papel estimulante do sistema imunológico, fortalecendo a proteção contra infecções devido às suas propriedades antioxidantes. Sua composição é rica em vitaminas, minerais, clorofila, proteínas e ácidos graxos essenciais como ômega-3, ômega-6 e ácido palmítico (16:0). Isso o torna um coadjuvante potencial na prevenção e tratamento de doenças, beneficiando gestantes e lactantes, pois seus benefícios são transmitidos através do leite materno (Câmara et al., 2020).

A microalga *Chlorella* possui alta capacidade fotossintética e é rica em micronutrientes, incluindo clorofila, proteínas, vitaminas, minerais e diversos ácidos graxos. Esta microalga é considerada segura para consumo humano, sendo classificada como GRAS (Generally Recognized As Safe), podendo ser utilizada como alimento ou suplemento sem causar danos à saúde. Além disso, pode ter efeitos terapêuticos benéficos (Bermúdez-Sierra, 2018).

Todas as espécies de *Chlorella*, incluindo a variedade mais comum, *Chlorella Pyrenoidosa* de origem japonesa, são bem digeridas por humanos. Segundo Merchant (2001), *Chlorella* não apresenta efeitos tóxicos, e uma ingestão diária de 3 gramas é recomendada para obter seus efeitos terapêuticos.

*Chlorella* é comercializada tanto como alimento natural a granel quanto como suplemento, devido às suas propriedades nutracêuticas, como pigmentos carotenóides (astaxantina, betacaroteno, luteína, etc.) e ácidos graxos poli-insaturados, que proporcionam benefícios à saúde (Pereira, 2022). A empresa brasileira OceanDrop, anteriormente conhecida como Brastax, especializa-se em suplementos alimentares à base de *Chlorella*. Inicialmente, a Brastax focava na utilização de microalgas para tratamento de efluentes industriais e na produção de bioprodutos (Brasil et al., 2016).

Os ácidos graxos poli-insaturados essenciais incluem o ácido  $\alpha$ -linolênico (ALA, ômega 3, C18:3n-3) e o ácido linoleico (LA, ômega 6, C18:2n-6), os quais são necessários ser obtidos através da alimentação ou suplementação, pois o corpo humano não os produz (Saini RK; Keum YS, 2018). Destaca-se entre os ácidos graxos essenciais para gestantes e lactantes o ômega 3, especialmente o ácido docosahexaenóico (DHA), devido ao seu papel no desenvolvimento e maturação neuronal do recém-nascido, assim como na saúde

da retina, além de ajudar a prevenir a depressão pós-parto na mulher. Por outro lado, o ômega 6 possui propriedades antioxidantes (Souza et al., 2021).

Outro ácido graxo que merece destaque para lactantes é o ácido palmítico (16:0), que pode oferecer benefícios indiretos através do leite materno produzido. Este ácido fornece nutrição essencial para o bebê, promovendo um desenvolvimento saudável e fornecendo energia crucial para o rápido crescimento nos primeiros meses de vida, além de seu papel energético, é importante para a formação de células e membranas celulares no bebê, contribuindo para um desenvolvimento celular saudável. No leite materno, o ácido C16:0 está presente na forma de triglicerídeos, que são facilmente digeridos pelo recém-nascido, facilitando a eficiente digestão e absorção de nutrientes essenciais como as vitaminas lipossolúveis (A, D, E, K) (Rydlewski et al., 2019; Castro et al., 2021).

Assim, este estudo tem como objetivo avaliar se os ácidos graxos encontrados em diferentes marcas de *Chlorella* disponíveis no mercado brasileiro são adequados às necessidades nutricionais das mulheres lactantes, levando em conta também seu valor comercial.

## **2 MATERIAIS E MÉTODOS**

A pesquisa foi conduzida utilizando uma abordagem exploratória e quantitativa, com coleta de dados experimentais. O estudo foi realizado no laboratório APLE-A (Análises Aplicadas a Lipídios, Esteróis e Antioxidantes) da Universidade Estadual de Maringá ao longo do primeiro semestre de 2024.

### **2.1 Aquisição e Seleção de *Chlorellas***

Para esse estudo foram selecionados 8 tipos de suplementos de *Chlorella* comercializados no Brasil em cápsulas ou tablets, adquiridos em abril de 2024 através da loja virtual Amazon. Foram divididas em 2 grupos de 4 suplementos, sendo o grupo A de amostras (A1, A2, A3 e A4) comercializadas acima de R\$70,00 e o grupo B (B1, B2, B3 e B4) comercializadas abaixo de R\$50,00, conforme apresentada através da Tabela 1.

**Tabela 1 - Classificação por Níveis de Valor Comercial das *Chlorellas***

<b>Grupos</b>	<b>Amostras</b>	<b>Valor comercial</b>
A	A1	R\$79,90
A	A2	R\$209,00
A	A3	R\$82,00
A	A4	R\$116,00
B	B1	R\$49,90
B	B2	R\$45,90
B	B3	R\$29,00
B	B4	R\$35,00

Elaborado pelas autoras, 2024.

## **2.2 Análise de Ácidos Graxos**

### **2.2.1 ESTERIFICAÇÃO**

As análises em ácidos graxos foram realizadas em triplicata, seguindo a metodologia descrita na ISO 12966/2017. Inicialmente, 100 mg da amostra lipídica foram pesados em tubos de vidro para centrífuga e adicionados 2 mL de heptano. Após agitação por 2 minutos em vórtex, foram adicionados 2 mL de solução de hidróxido de potássio (KOH) 2 mol.L<sup>-1</sup> em metanol. A solução foi agitada por mais 3 minutos em vórtex e posteriormente refrigerada por 24 horas para separação das fases. A fase superior foi então coletada e injetada para análise em cromatografia gasosa com detector de ionização de chama (CG-DIC).

### **2.2.2 ANÁLISE DE COMPOSIÇÃO DE ÁCIDOS GRAXOS**

As análises de ésteres metílicos em ácidos graxos (EMAGs) foram realizados em cromatografia em fase gasosa (CG) Thermo Scientific (Trace Ultra 3300, Waltham, Estados Unidos) com detector de ionização em chama (DIC), coluna capilar CP-7420(100,0 m de tamanho, 0,25 µm de filme fino de cianopropil como fase estacionária) e um injetor com / sem divisão. As temperaturas do detector e do injetor foram de 250 e 230 °C, respectivamente. O forno do CG – DIC foi programado para 65° C e mantido a

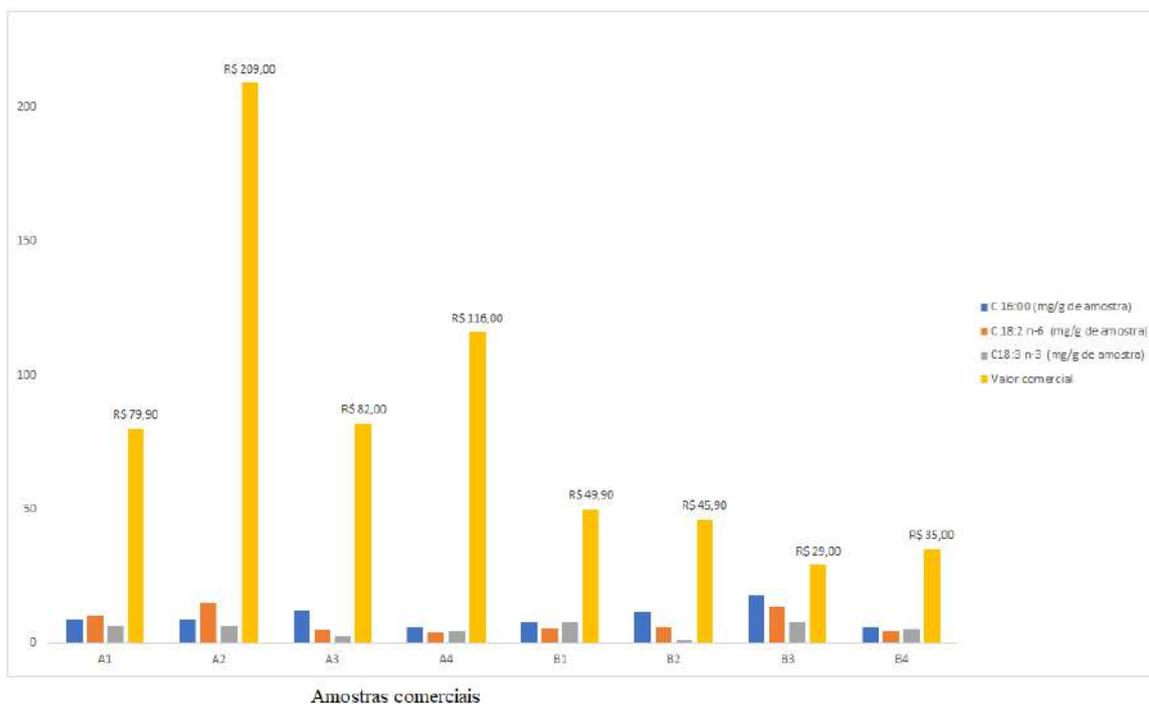
185°C a 16° C min.<sup>-1</sup> e mantido por 12 min., depois aquecido a 235° C a 20 ° C min.<sup>-1</sup> e mantido por 9 min. A vazões de gás utilizadas foram 1,4 mL min.<sup>-1</sup> para gás de arraste hidrogênio (H<sub>2</sub>), 30 mL m.<sup>-1</sup> para gás de reposição nitrogênio (N<sub>2</sub>) e 30 e 300 mL min.<sup>-1</sup> para os gases de chama (H<sub>2</sub>) e ar sintético, respectivamente).

### **2.3 Análise Estatística**

Neste estudo, as análises foram conduzidas em triplicata para assegurar a precisão e confiabilidade dos resultados obtidos. Os resultados da composição em ácidos graxos foram apresentados como média ± desvio padrão. A significância dos resultados foi avaliada por meio de análise de variância (ANOVA), seguida pelo teste de Tukey para comparação de médias, utilizando o software Assistat. Os dados foram analisados no programa estatístico STATISTICA.

### **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

De acordo com as análises em ácidos graxos realizadas, foram avaliados 8 amostras de marcas diferente da microalga *Chlorella* separando em dois grupos A e B , o grupo A selecionado são as marcas com valor mais elevados e a marca B com valores mais inferiores, foram comparado os níveis desses ácidos graxos encontrados nessas marcas de preços diferenciados os resultados estão expressos na Figura 1.



**Figura 1: Relação dos principais ácidos graxos para a saúde com o valor comercial das *Chlorellas*.** Elaborado pelas autoras, 2024.

Com base na Figura 1, o ácido palmítico foi encontrado em maior quantidade na amostra B3, com 17,92 mg/g de amostra, seguida pelas amostras A3 e B2, com 11,98 e 11,51 mg/g de amostra, respectivamente. As concentrações mais baixas foram observadas na amostra B4, com 5,88 mg/g de amostra, seguida pela amostra A4, com 6,13 mg/g de amostra. Isso indica que os valores de ácido palmítico não apresentaram uma correlação direta com os valores comerciais de cada tipo de *Chlorella*. Tanto as amostras do grupo de custo mais elevado (grupo A) quanto as do grupo de menor custo (grupo B) exibiram variações significativas para este ácido graxo.

Sobre as quantidades encontradas de ômega-6 (C:18:2 n-6) a amostra A2 e B3 obtiveram as maiores concentrações, com 15,23 e 13,70 mg/g de amostra, respectivamente. Entre as amostras com menores quantidades, verificou-se a *Chlorella* A4 com 3,92 mg/g de amostra.

Já no que se refere às quantidades de ômega 3 (C:18:3 n-3), as amostras B3 e B1 se destacaram, com 8,13 e 8,05 mg/g de amostra, respectivamente. Em contrapartida, no mesmo grupo foi encontrada a *Chlorella* com menor valor desse ácido graxo essencial, com 1,18 mg/g de amostra na B2.

Segundo estudos realizados com *Chlorellas* dos Estados Unidos a média de ácido palmítico encontrado foi de 24,01% do total em ácidos graxos, seguido por 18,36% de concentração para o ômega 6 e 24,61% do ômega 3 (Araújo; Giudici; Sousa, 2019). Já, em outro estudo realizado com *Chlorellas* na Paraíba foi encontrado uma média de 12,59 mg/g de ácido palmítico, 11,48 mg/g de ácido graxo do tipo ômega 6 e 11,41 mg/g de ômega 3, sendo que em relação ao ômega 3 os valores encontrados neste estudo foram superiores aos achados desta pesquisa, podendo haver interferências de acordo com o tratamento e processamento de cada amostra (Lima, et al., 2016).

Durante o período de lactação, tudo o que a mulher ingere passa para o recém-nascido através do leite materno. Por esse motivo, é crucial que a lactante mantenha uma alimentação equilibrada e utilize suplementos necessários para esta fase da vida, não apenas para nutrir o bebê, mas também para atender suas próprias necessidades aumentadas (De Sousa et al., 2021). Um dos suplementos mais recomendados é o ácido graxo essencial ômega 3, que demonstrou ser eficaz na prevenção da depressão pós-parto e no desenvolvimento cognitivo do recém-nascido (Medeiros et al, 2019).

É crucial que as lactantes recebam orientação sobre uma dieta rica em ácidos graxos essenciais, como o DHA, que têm demonstrado melhorar significativamente a capacidade neuronal do bebê em desenvolvimento. A Organização Mundial da Saúde (OMS) recomenda a ingestão de 200 a 600 mg deste ácido graxo durante o período de lactação (Freitas et al., 2021).

O ácido palmítico é um dos ácidos graxos predominantes no leite materno, especialmente na forma de triglicerídeos. Ele contribui significativamente para a densidade calórica do leite, que é essencial para o crescimento e desenvolvimento saudável do bebê. A estrutura dos triglicerídeos no leite materno, incluindo o ácido palmítico, é adaptada para facilitar a digestão do bebê. Isso é crucial, pois os recém-nascidos têm sistemas digestivos imaturos e precisam de nutrientes facilmente assimiláveis. Esse ácido graxo desempenha um papel na absorção de cálcio e outros minerais pelo bebê. Isso é fundamental para o desenvolvimento adequado dos ossos e dentes durante os primeiros meses de vida (Castro et al., 2021).

Estudos indicam que a composição específica em ácidos graxos no leite materno, incluindo o ácido palmítico, pode ter impactos positivos no desenvolvimento cognitivo e imunológico do bebê. A quantidade e a proporção de ácido palmítico no leite materno

podem variar conforme diversos fatores, como a dieta da mãe. Portanto, uma dieta equilibrada e rica em ácidos graxos saudáveis é crucial para garantir uma composição ideal do leite materno (Rydlewski et al., 2019).

A ingestão de *Chlorella* pode oferecer uma variedade de benefícios para a saúde, incluindo suporte ao sistema imunológico, desintoxicação do corpo, e potencial antioxidante devido aos seus nutrientes e compostos bioativos. É frequentemente consumida como suplemento dietético em forma de pó, cápsulas ou comprimidos, e também é incorporada em produtos alimentícios, como barras energéticas e smoothies, devido ao seu perfil nutricional rico (Bermúdez-Sierra, 2018). A *Chlorella* é valorizada por seu potencial como uma fonte sustentável de alimento, devido à sua capacidade de crescer rapidamente em ambientes controlados e seu baixo impacto ambiental (Câmara et al., 2020).

Portanto, o ácido palmítico presente na *Chlorella* contribui para seus benefícios nutricionais gerais, tornando-a uma opção interessante tanto para suplementação dietética quanto para a incorporação em dietas balanceadas. Este ácido graxo é encontrado em quantidades significativas no leite materno, variando de 20 a 30% Pereira (2022), o que a torna uma estratégia suplementar potencial para lactantes. A presença desse ácido graxo na *Chlorella* desempenha um papel crucial na nutrição infantil, garantindo que o bebê receba os nutrientes essenciais para um crescimento saudável e desenvolvimento adequado.

Não existem evidências específicas que sugiram que a suplementação de *Chlorella* em lactantes possa diretamente aumentar a produção de ácido palmítico no leite materno. A composição e produção do leite materno são predominantemente influenciadas pela dieta da mãe, embora haja vários fatores complexos envolvidos. O ácido palmítico no leite materno é impactado pela dieta materna, mas também é regulado por processos metabólicos e hormonais específicos durante a lactação. Segundo Pereira (2022), a *Chlorella* é reconhecida por ser uma fonte rica de nutrientes essenciais, incluindo ácidos graxos como o ácido palmítico, que podem contribuir indiretamente para a saúde materna geral e, conseqüentemente, para a produção de leite materno de alta qualidade.

Portanto, embora a *Chlorella* possa ser benéfica como parte de uma dieta equilibrada para lactantes, não há garantias de que sua suplementação específica possa aumentar diretamente a produção de ácido palmítico no leite materno. No entanto, isso sugere uma área para pesquisa adicional e mais estudos, considerando seus inúmeros benefícios e como ela pode potencialmente contribuir para a dieta das lactantes.

#### **4 CONCLUSÃO**

Portanto, podemos concluir que os suplementos da microalga *Chlorella* contém quantidades significativas em ácidos graxos essenciais, como ômega 3, ômega 6 e ácido palmítico, o que pode beneficiar mulheres em fase de lactação. Durante este período, tudo o que é consumido é transferido para o leite materno e, conseqüentemente, para o bebê. Outro grande benefício da *Chlorella* é a ausência de contra indicações e toxicidade, permitindo sua administração em todas as fases da vida sem grandes restrições, ao contrário da maioria dos suplementos comerciais. O estudo também não demonstrou uma relação direta entre o valor comercial dos suplementos e a quantidade em ácidos graxos essenciais, indicando que preços mais elevados não necessariamente correspondem à melhor qualidade da matéria-prima neste caso. É de extrema importância que novas pesquisas experimentais sejam conduzidas utilizando a suplementação de *Chlorella* em mulheres lactantes, para investigar as quantidades em ácidos graxos essenciais que podem ser encontradas no leite materno.

#### **REFERÊNCIAS:**

- Araújo, F. O., Giudici, R., & Souza, J. J. M. S. (2019) Identification of lipids of the microalgae *Chlorella pyrenoidosa*, after obtaining this through use of biotechnology. *Revista Eletrônica Acervo Científico/Electronic Journal ScientificCollection*, v. 3, p. 1-10, 2019. DOI: 10.25248/reac.e122.2019.
- Brasil, B. S. A. F. & GARCIA, L. C. (2016). Microalgas: alternativas promissoras para a indústria. *Agroenergia em revista*, v. 10, n. 10, p. 9.

Bermúdez-Sierra, JJ (2018). Extração de lipídios da microalga *Scenedesmus* sp. Com diferentes misturas de solventes orgânicos. *Biotecnologia no Setor Agropecuário e Agroindustrial*, 16 (2), 88-98.

Câmara, A. P. C., do Nascimento, V. R. L., de Arruda Câmara, F. R., de Araújo Nascimento, T., Coelho, R. R. P., do Nascimento, A. S., ... & Cavalcanti Filho, L. L. (2020). Enriquecimento proteico de barra de cereal com *Chlorella vulgaris*. *Brazilian Journal of Development*, 6(6), 35193-35208.

Castro, M. C., Alves, E. S., Saqueti, B. H. F., Ferreira, C. S. R., Alves, J. S., Costa, J. C. M., ... & Visentainer, J. V. (2021). Estudo da influência do estágio de lactação na concentração dos principais ácidos graxos de lactante com bebê nascido a termo. *Research, Society and Development*, 10(14), e308101422174-e308101422174.

de Almeida Souza, T., Almeida, L. M. R., & Lisboa, C. S. (2021). Suplementação de Ácidos Graxos Poli-insaturados de cadeia longa durante a gestação e fatores associados ao desenvolvimento infantil. *Revista de Saúde Coletiva da UEFS*, 11(1), e5736-e5736. <https://doi.org/10.13102/rscdauefs.v11i1.5736>

de Sousa, F. L. L., Alves, R. S. S., Leite, A. C., Silva, M. P. B., Veras, C. A., Santos, R. C. A., ... & Ferreira, B. R. (2021). Benefícios do aleitamento materno para a mulher e o recém nascido. *Research, Society and Development*, 10(2), e12710211208-e12710211208. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i2.11208>

Freitas, R. F., Macedo, M. D. S., Lessa, A. D. C., Pinto, N. A. V. D., & Teixeira, R. A. (2020). Relationship between the diet quality index in nursing mothers and the fatty acid profile of mature breast milk. *Revista Paulista de Pediatria*, 39, e2019089. <https://doi.org/10.1590/1984-0462/2021/39/2019089>

Lima, J. F. D., & Lima, J. F. D. (2016). Cultivo e secagem da microalga *Chlorella* sp. em diferentes concentrações de nutrientes.

Medeiros, T. A. ., Araújo, T. ., & Pereira, R. (2019). Estratégia dietéticas para a gestação e lactação. *Enciclopedia Biosfera* 16(29). DOI: 10.18677/EnciBio\_2019A156

Paiva, L. S. (2013). *Desenvolvimento de tecnologias de extração e de quantificação dos principais componentes nutricionais de macroalgas do litoral dos Açores tendo em vista o seu aproveitamento como suplemento alimentar* (Master's thesis, Universidade dos Açores (Portugal)).

Pereira, A. A. (2022). *Potencialidades e aplicações das microalgas* (Bachelor's thesis, Universidade Federal do Rio Grande do Norte).

Rydlewski, A. A., Silva, P. D., Manin, L. P., Tavares, C. B., Paula, M. G., Figueiredo, I. L., ... & Visentainer, J. V. (2019). Lipid profile determination by direct infusion ESI-MS

and fatty acid composition by GC-FID in human milk pools by Folch and creatinocrit methods. *Journal of the Brazilian Chemical Society*, 30(5), 1063-1073.

Saini, R. K., & Keum, Y. S. (2018). Omega-3 and omega-6 polyunsaturated fatty acids: Dietary sources, metabolism, and significance—A review. *Life sciences*, 203, 255-267.

Soares, V. M., Silva, T. C. D., & Santos, P. P. D. (2023). Papel do Ômega-3 e do Ômega-6 sobre Fatores de Risco Cardiovasculares: Importância da Fonte da Dieta e da Estrutura do Lipídio. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, 120(11), e20230753. <https://doi.org/10.36660/abc.20230753>

# DETERMINAÇÃO DE ÁCIDOS GRAXOS EM *PERILLA FRUTESCENS* VAR. *CRISPA*

E. S. Gomes<sup>1</sup>, P. D. Santos<sup>2</sup>, V. A. F. Oliveira<sup>3</sup>, C.W.T.Schipfer<sup>4</sup>, A. C. Santos Silva<sup>5</sup> N. A. M. Moraes<sup>6</sup>, B. J. Souza<sup>7</sup>, O. O. S. Junior<sup>8</sup>

<sup>1</sup>Doutoranda PPC- DQI/UEM, <sup>2</sup>Pós Doutorado DQI/UEM, <sup>3</sup>Mestranda PPC- DBS/UEM, <sup>4</sup>Doutoranda PPC- DEQ/CTC-UEM, <sup>5</sup>Doutoranda PPC /UEM <sup>6</sup>Graduando em Química DQI/UEM, <sup>7</sup>Graduanda em Farmácia DFA/UEM

<sup>8</sup>Docente DQI/UEM

Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, Bloco 17, CEP. 87020-900, Maringá - PR

E-mail: elienae2108@gmail.com

Palavras-chave: *perilla frutescens* var. *crispa*, shissô, ácidos graxos

A *Perilla frutescens* var. *crispa*, também conhecida como Shisso, é uma planta medicinal e culinária originária da Ásia. Seu alto teor de ácidos graxos, especialmente ácido alfa-linolênico (ALA), a torna um alvo de interesse para pesquisas científicas. Este estudo visa determinar o perfil de ácidos graxos presentes nesta variedade de *Perilla*, contribuindo para uma melhor compreensão de suas propriedades nutricionais e potenciais aplicações. Este estudo foi realizado nos Laboratórios do Departamento de Química da Universidade Estadual de Maringá (UEM), as folhas de shissô foram colhidas, sanitizadas e submetidas a secagem em estufa com circulação de ar à 55°C, moídas e peneiradas a 60 mesh, o pó resultante foi mantido acondicionado ao abrigo da luz, sob temperatura ambiente, a avaliação de lipídios pelo método

pelo método Bligh & Dyer, os lipídios extraídos foram então submetidos a análise por cromatografia em fase gasosa com detector de ionização em chama. Essa técnica permitiu a identificação e quantificação dos diferentes ácidos graxos presentes na amostra de *perilla frutescens* var. *crispa*. Todas as análises foram realizadas em triplicata e os resultados apresentados foram, ácido mirístico 0,28± 0,02, ácido palmítico, 16,12± 0,07, ácido palmitoleico 0,33± 0,02, ácido margárico 0,15± 0,02, ácido esterearico 2,23± 0,02, ácido oleico 2,21± 0,02, ácido vacênico 2,38± 0,02, ácido linoleico 10,76± 0,160, ácido  $\alpha$  linoleico 59,26± 0,03, ácido araquídico 1,10± 0,03, ácido araquidônico 0,28± 0,01, ácido timinodônico 0,99± 0,13, ácido lignocérico 0,94± 0,01, ácido cerrônico 1,70± 0,07. Em conclusão, este estudo demonstrou que a *Perilla frutescens* var. *crispa* é uma fonte vegetal rica em ácido alfa-linolênico, um ácido graxo essencial com benefícios comprovados à saúde. Seu perfil lipídico único a torna um alvo de interesse para futuras pesquisas e aplicações em diferentes setores, como alimentício, farmacêutico e cosmético.

# USO DO FRUTO DA PALMEIRA JUÇARA PARA A OBTENÇÃO DE CORANTE NATURAL

C. W. T. Schipfer<sup>1</sup>, T. S. G. Alves<sup>2</sup>, J. F. Silva<sup>1</sup>, V. A. F. Oliveira<sup>3</sup>, E. S. Gomes<sup>1</sup> e G. S. Madrona<sup>4</sup>.

<sup>1</sup>Doutoranda PPC/UEM, <sup>2</sup>Graduanda DAL/CTC/UEM. <sup>3</sup>Mestranda PPC/UEM, <sup>4</sup>Docente DEQ/CTC/UEM

Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, Bloco D90, CEP. 87020-900, Maringá - PR

E-mail: [pg55466@uem.br](mailto:pg55466@uem.br)

**Palavras-chave:** antocianinas, compostos fenólicos, antioxidante, corante natural, iogurte.

O mercado moderno mostra-se progressivamente mais preocupado com a qualidade de vida, demonstrando interesse por alimentos mais saudáveis, que possam oferecer benefícios associados a promoção de saúde. A inclusão de corantes naturais em produtos alimentícios, seguem uma tendência do mercado chamada de produtos “Clean Label” e pode trazer vários benefícios aos consumidores, principalmente aos que possuem alergias alimentares. O extrato industrial de juçara pode contribuir para este ideal. Este fruto é pouco explorado, apresentando assim grande potencial de uso tanto pela indústria alimentícia quanto farmacêutica. Com isso, o objetivo do trabalho é avaliar o fruto da palmeira juçara, a extração, estabilidade e sua aplicação como ingrediente natural funcional. Os frutos foram comprados “in natura”, provenientes do mesmo lote da safra de 2022. Foram higienizados, as sementes retiradas manualmente e o bagaço triturado. A extração dos compostos bioativos foi realizada com a amostra diluída em água destilada (utilizado por ser um solvente limpo) e levada a banho maria a uma temperatura de 50°C. Realizou-se coletas após 30 e 50 minutos de banho. A determinação do teor antocianinas totais foi realizada por UV-VIS espectrofotômetro, a capacidade antioxidante medida pelos métodos DPPH e ABTS e para a determinação dos compostos fenólicos totais foi usado o ensaio de Folin-Ciocalteu, o extrato com melhor resultado foi aplicado em uma matriz alimentícia, o iogurte. Avaliou-se a cor dos iogurtes em colorímetro portátil Minolta® CR400, durante 28 dias de armazenamento sob refrigeração. Observou-se que houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) em relação aos tempos avaliados no caso de compostos fenólicos e antocianinas, assim, uma vez que os valores foram reduzidos consideravelmente no maior tempo de extração, considerou-se o tempo de 30 minutos o mais eficiente. Para compostos fenólicos totais os valores obtidos foram: 114,56 (30 min.) e 31,35 (50 min.) mg EAG/100g e para antocianinas totais: 31,35 (30 min.) e 15,07 (50 min.) mg cianidina-3-glucosídeo/100g. Para os antioxidantes não houve diferença significativa entre os tempos de tratamento, sendo DPPH 2306,33 e 2289,51 mg trolox/ 100g e ABTS 1064,61 e 1059,10 mg trolox/100g, respectivamente 30 e 50 minutos de tratamento. Sobre a aplicação na matriz alimentar, o corante com tonalidade escura foi adicionado em uma base branca, o iogurte, resultando em uma coloração levemente arroxeadada ( $a^* = 11,01$ ), por conta da junção dos pigmentos avermelhados e azuis, alterando a cor do corante puro, deixando-o com alta luminosidade ( $L = 63,10$ ) e com um valor de  $b^*$  igual a 3,50. Na análise de cor, observou-se sua estabilidade através de análise colorimétrica durante os 28 dias. Com isso pode-se concluir que a polpa da fruta juçara possui atividade antioxidante suficiente para enriquecer um produto quando utilizado como corante natural, possuindo potencial para ser aplicada visando obter produtos inovadores, como é o caso da aplicação na matriz alimentar iogurte.

## AVALIAÇÃO DO TEOR DE CLOROFILA EM DIFERENTES ETAPAS DO PROCESSAMENTO E TEMPOS DE ARMAZENAMENTO DA ERVA-MATE

Y. C. A. Nascimento<sup>1</sup>, M. P. Gechele<sup>1</sup>, M. C. M. Bombardelli<sup>2</sup>, R. L. Kruger<sup>2</sup> e V. Kotovicz<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Aluno DEALI/UNICENTRO, <sup>2</sup>Docente DEALI/UNICENTRO  
Universidade Estadual do Centro-Oeste, Alameda Élio Antonio Dalla Vecchia, 838, Bloco 4, CEP.  
85040-167, Guarapuava - PR  
E-mail\*: vkotovicz@unicentro.br

**Palavras-chave:** *Ilex paraguariensis*, pigmento, processamento térmico.

Durante o processamento a erva-mate é submetida a etapas de aquecimento para secagem e inativação enzimática, o que causa alterações físico-químicas nas folhas em virtude das altas temperaturas empregadas nessas etapas. O objetivo deste trabalho foi quantificar o teor de clorofila presente em folhas de erva-mate *in natura*, sapecada e cancheada e ainda, em diferentes tempos (2, 4 e 6 meses) de armazenamento. A determinação do teor de clorofila total das folhas de erva mate foi realizada em triplicata de acordo com o método Oficial (942.04) da AOAC (2019), e a média dos resultados foi expressa em  $\text{mg.g}^{-1}$  (b.u.). Os teores de clorofila mensurados para folhas em diferentes etapas do processamento foram de 0,529, 0,439 e 0,443  $\text{mg.g}^{-1}$  para erva-mate *in natura*, sapecada e cancheada, respectivamente. Já para as amostras analisadas ao longo do processo de armazenamento foram medidos teores de 0,373, 0,244 e 0,178  $\text{mg.g}^{-1}$  correspondente aos tempos de 2, 4 e 6 meses de estocagem, respectivamente. De acordo com os resultados obtidos, houve diferença significativa no teor de clorofila durante o processamento e no período de armazenamento da erva-mate, indicando que nestas condições ocorreu a degradação do pigmento. Na erva-mate, a clorofila pode ser deteriorada por reações como a feofitização e a oxidação, que levam a produção de derivados com diferentes características de espectro. O teor de clorofila neste produto pode variar de acordo com a origem da matéria-prima, como tipo de erval, sua região e manejo, bem como com o processamento, o método de quantificação e o tempo entre o processamento e a análise.

# CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E QUÍMICA DE EXTRATO DE ERVA-MATE OBTIDO POR PERCOLAÇÃO

M. A. Matiucci<sup>1\*</sup>, V. C. Dalagna<sup>2</sup>, N. M. da Silva<sup>1</sup>, I. C. F. da Silva<sup>1</sup>, P. D. S. dos Santos<sup>3</sup>, O. O. Santos<sup>4</sup>, S. C. da Costa<sup>4</sup>, P. G. M. Fernandes<sup>5</sup>, M. L. R. de Souza<sup>6</sup> e A. C. Feihmann<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Doutorando PPC/UEM, <sup>2</sup>Aluno DAL/CTC/UEM, <sup>3</sup>Pós-Doutoranda PQU/UEM, <sup>4</sup>Docente PPC/UEM, <sup>5</sup>Docente PBQ/UEM, <sup>6</sup>Docente PPZ/UEM  
Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, CEP. 87020-900, Maringá - PR  
E-mail: pg55117@uem.br

**Palavras-chave:** *Ilex paraguariensis*, spray-dryer, compostos bioativos.

A erva mate (*Ilex paraguariensis*) é uma planta encontrada na América do Sul, principalmente no Brasil, Argentina, Paraguai, Uruguai e Chile, consumida em bebidas quentes e frias, apresentam um sabor amargo e possuem compostos bioativos em sua composição, como saponinas, metilxantinas e compostos fenólicos, além de inibir o crescimento microbiano. Desta forma, o presente estudo teve como objetivo avaliar o extrato de erva-mate obtido por percolação e secagem por atomização. Para isto, foram realizadas análises de Microscopia Eletrônica de Varredura – MEV e Espectroscopia Dispersiva de Raios-X - EDS, Espectroscopia Infravermelha com Transformada de Fourier – FTIR, Difração de Raio X – DRX, Tamanho de partícula, Cromatografia Líquida de Ultra-Alta Performance acoplado à Espectrometria de Massas – UHPLC -MS/MS para determinação dos compostos fenólicos, ensaios de antioxidantes ABTS e DPPH e determinação de compostos fenólicos totais. A Microscopia Eletrônica de Varredura indicou partículas do extrato de erva-mate em pó com superfícies lisa e com formato esférico, de parede contínua e sem a presença de fissuras ou trincas aparentes, enquanto a análise de EDS revelou que a composição química do extrato seco possui o oxigênio como composto majoritário, seguido de carbono e potássio respectivamente, foi possível identificar também a presença de nitrogênio e magnésio em condições inferiores a 1% e cálcio, fósforo e sódio menores que 0,1%. A análise de FTIR apresentou uma grande vibração entre as frequências de 3000 e 3500 cm<sup>-1</sup>, indicando a presença de alongamento aromático, alongamento alcino, grupamento hidroxila, alongamento OH, alongamento dimérico OH, vinil terminal e vinilideno, enquanto outras frequências indicaram a presença de metil, alongamento metileno, alongamento metino, éter metílico e metilamino, alongamento de anel aromático e ésteres. Já a análise de DRX revelou que o extrato de erva-mate apresentou um alto grau de amorfização entre os picos 2θ = 5 e 7,5° e pico 2θ = 15 e 20°, revelando componentes do extrato em estado cristalino. Quanto ao tamanho de partícula do extrato, apresentaram uma distribuição bimodal, com um pico menor de 10 a 20 nm e um pico maior de 40 a 500 nm. A análise de UHPLC-MS/MS revelou a presença de ácidos clorogênico, gálico, vanílico, cafeico, cumarico, ferúlico e ácido 4-hidroxibenzoico, além de kampferol e quercetina. O ensaio de DPPH indicou uma atividade antioxidante de 14,33 mM TE/g, enquanto ABTS apresentou valores de 576,66 μM TE/g e o conteúdo de compostos fenólicos totais 246,44 mg GAE/g. Conclui-se que o extrato apresenta características antioxidantes, como fonte alternativa a antioxidantes sintéticos devido a presença de compostos bioativos e a metodologia de obtenção promove um extrato em pó com características morfológicas adequadas, sugere-se estudos com a microencapsulação das partículas.

## **FILMES BIODEGRADÁVEIS DE ALBEDO DE LARANJA: UMA SOLUÇÃO INOVADORA PARA REDUZIR DESPERDÍCIO DE FRUTAS NO BRASIL**

I. S. Scuisato<sup>1</sup>, P. D. Santos<sup>2</sup>, E. J. De Souza<sup>3</sup>, B. H. F. Saqueti<sup>4</sup>, O. O. S. Junior<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Graduanda em Engenharia de Alimentos /UEM, <sup>2</sup>Pós Doutorado DQI/UEM, <sup>3</sup>Doutoranda PPC/UEM,

<sup>4</sup>Graduanda em Farmácia/UEM, <sup>5</sup>Docente PQU/UEM Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, Bloco D90, CEP. 87020-900, Maringá – PR

E-mail: ra129523@uem.br

**Palavras-chave:** Laranja, albedo, pectina.

O Brasil é considerado o terceiro maior produtor mundial de frutas, enfrenta desperdício significativo devido a embalagens inadequadas. Para combater isso, estão sendo desenvolvidos filmes biodegradáveis utilizando subprodutos como o albedo da laranja, que são ricos em pectina. Este artigo propõe o uso desses filmes para revestir mamões frescos, visando reduzir o desperdício e melhorar a preservação das frutas. Para a fabricação dos filmes, utilizaram-se ingredientes como pectina da CPKelco (São Paulo, Brasil), glicerol da Êxodo Científica (São Paulo, Brasil), óleo de linhaça (Rio Grande do Sul, Brasil), tween 80 da Sigma-Aldrich (EUA) e ácido cítrico da CS Científica (São Paulo, Brasil). O albedo foi extraído de laranjas adquiridas em feiras de Maringá, Paraná, Brasil, enquanto mamões papaya frescos foram comprados localmente na mesma cidade. Foram preparadas 15 formulações de filmes produzidos em água destilada, misturados em agitador magnético e mecânico. Após formação da solução, esta foi vertida em placas de plástico e deixada em estufa a  $40 \pm 2^\circ\text{C}$  por 24 horas. A caracterização dos filmes incluiu medição da espessura com micrômetro digital e análises de umidade, solubilidade em água, intumescimento e ângulo de contato. A perda de peso foi avaliada em mamões após 4 dias de armazenamento, comparando-se com controle não revestido. Após análise de todos os filmes, concluímos que o filme 5 foi o mais vantajoso para revestir frutas, com ângulo de contato de  $51 \pm 2^\circ$ , indicando resistência à água e menor absorção, enquanto apresentou solubilidade de  $66,99 \pm 2,58\%$  e intumescimento elevado de  $406,09 \pm 61,13\%$ . No teste com mamões, o revestido com uma camada mais fina do filme 5 mostrou menor perda de peso (5,01%) comparado ao controle (7,9%), evidenciando sua capacidade de preservação. Já o mamão revestido com camada mais grossa teve maior perda (10,5%), atribuída ao acúmulo de etileno devido ao filme mais espesso, impedindo sua respiração.

## DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DE SNACK EXTRUSADO DE ARROZ COM FEIJÃO PRETO GERMINADO

I. M. M. Torres<sup>1</sup>; B. M. R. Ferreira<sup>2</sup>; F. L. V. Frez<sup>3</sup>; G. Sarache<sup>3</sup>; G. Z. Raniero<sup>4</sup>; A. R. G. Monteiro<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Aluno DAL/CTC/UEM, <sup>2</sup>Doutorando PPC/CTC/UEM, <sup>3</sup>Mestrando PEG/CTC/UEM, <sup>4</sup>Alumnus PPC/CTC/UEM, <sup>5</sup>Docente DEQ/CTC/UEM

Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, Bloco D90, CEP. 87020-900, Maringá - PR

E-mail: [ra126672@uem.br](mailto:ra126672@uem.br)

**Palavras-chave:** Germinação; Arroz e feijão; Extrusão; Pesquisa e desenvolvimento; Análises físicas; Estatística.

Arroz com feijão preto é o típico prato brasileiro, além de ser fonte de vitaminas e conter aminoácidos essenciais, é consumido por todas as classes sociais e tem uma boa acessibilidade de mercado, possibilitando a produção de produtos mais práticos para consumo, com características físicas e sensoriais agradáveis. Este trabalho tem por objetivo, a produção de snacks tipo petiscos, visando obter um produto com um potencial de bioativos maior do que produtos convencionais, uma vez que, conforme descrito na literatura, o processo germinativo favorece o aumento deles. Foram utilizadas em suas formulações arroz (*Oryza sativa L.*) com feijão preto (*Phaseolus vulgaris L.*), em proporções 80% e 20% respectivamente, com 14% de umidade, utilizando quatro amostras diferentes: feijão preto puro (B1), feijão preto seco no tempo inicial de germinação (B2), feijão preto seco 24h após o início da germinação (B3) e feijão preto seco 48h após o início da germinação (B4). Todos os tratamentos foram submetidos a extrusão em uma extrusora de rosca simples (50 mm de diâmetro e 200 mm de comprimento/ Inbramaq®, IB-50). Para a avaliação física dos snacks, foram realizadas as análises de expansão radial, volume específico, densidade aparente e colorimetria. Todos os testes foram submetidos à análise estatística e as que apresentaram diferenças significativas, passaram pelo Teste de Tukey ( $p=0,05$ ), a fim de identificar onde estava a diferença entre as amostras. Os snacks demonstraram uma redução gradativa em tamanhos, sendo que em relação a expansão radial B1 apresentou semelhança com as amostras B3 e B4. Com relação ao parâmetro volume específico, a amostra B2 obteve diferença significativa com relação ao snack B1 e B3. Na análise de densidade, foi possível verificar que os snacks apresentaram uma elevação gradativa nos valores, conforme o tempo de germinação foi aumentando, nesse quesito, possivelmente houve um crescimento de compostos que favorecem o teor nutricional no produto final. Ademais, na análise de densidade obteve-se diferenças entre as amostras B2 com B1 e B3 com B4. Sobre as colorações, os valores de  $L^*$  demonstraram diferenças significativas no teste de Tukey, ao nível de significância de 0,05 entre as amostras B2 e B4; no parâmetro de análise  $a^*$ , a mostra B2 se diferiu das demais; em  $b^*$  B1, B2 e B3 são diferentes, enquanto B4 é igual a B2 e B3. Portanto, foi possível concluir que os snacks feitos com feijão germinado e arroz, obtiveram caracterizações físicas dentro de um padrão esperado, obtendo possíveis aceitação sensoriais no mercado e potencial de bioativos, devido ao processo de germinação. Sugerem-se futuros trabalhos, verificando o comportamento de outras espécies de feijão germinado na produção de snacks.

**Órgão Financiador:** Fundação Araucária.

## COMPARAÇÃO DE MATERIAIS DE PAREDE NA MICROENCAPSULAÇÃO DE *Gymnema sylvestre*

T. Y. Kitahara<sup>1</sup>, V. F. de Oliveira<sup>1</sup>, G. A. Viana Neto<sup>2</sup>, G. H. Sousa<sup>2</sup>, B. P. Silva<sup>2</sup>, T. F. D. Santos<sup>2</sup>, R. M. Peralta<sup>3</sup> e A. B. Sá-Nakanishi<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>Aluno DBQ/LMH/UEM, <sup>2</sup>Mestrando ou Doutorando PBQ/PPC/UEM, <sup>3</sup>Docente DBQ/LMH/UEM

Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, Bloco D90, CEP. 87020-900, Maringá - PR

E-mail: ra123906@uem.br

**Palavras-chave:** atividade antioxidante, gelatina, goma arábica.

A *Gymnema sylvestre* possui constituintes bioativos com propriedades antidiabéticas e antioxidantes, mas enfrenta desafios de baixa estabilidade e biodisponibilidade. A microencapsulação, uma tecnologia promissora, protege os compostos bioativos, oferece liberação controlada e melhora a absorção e qualidade do extrato. Este estudo teve como objetivo caracterizar a encapsulação do extrato bruto de *G. sylvestre* (GS) através da liofilização, usando goma arábica (GA), gelatina + goma arábica (GA+GE) e gelatina (GE) como materiais de parede encapsulante. As micropartículas foram avaliadas quanto à solubilidade, higroscopicidade, teor de umidade e estabilidade em diferentes pHs (3, 7 e 9) ao longo do tempo (0, 7, 15 e 30 dias) pelo ensaio antioxidante DPPH. Para a produção do material encapsulado, utilizou-se a proporção de 1 g de extrato para cada 10 g de material encapsulante. No ensaio antioxidante, fixou-se uma concentração de 750 µg/mL tanto para o GS quanto para os encapsulados, o que, considerando a proporção de extrato por material encapsulante, resulta em uma concentração efetiva de 75 µg/mL de extrato. O teor de umidade variou de 2,86% a 0,68% (GE > GA+GE > GA) e a higroscopicidade foi maior em GA (7,41%) comparado a GA+GE (10,45%) e GE (10,78%). Quanto à solubilidade em água, GA teve a maior solubilidade, seguido por GE e GA+GE. Os fatores físicos, como teor de umidade e higroscopicidade, são cruciais para a estabilidade e armazenamento dos produtos encapsulados. A atividade antioxidante dos diferentes encapsulados foi avaliada ao longo de 30 dias em diferentes pHs. O extrato bruto, perdeu a atividade antioxidante em diferentes pHs, ao longo do tempo de armazenamento. No pH 3, observou-se uma diminuição significativa na porcentagem da atividade antioxidante do extrato bruto ao longo do tempo, com a inibição caindo de 64,5% no D0 para 35% no D30. Em contraste, as três formas de encapsulado mantiveram a estabilidade ao longo do tempo, perdendo pouca atividade antioxidante (aproximadamente 10%). Em pH 7, o extrato bruto manteve-se estável, com atividade antioxidante próxima à 50% durante os 30 dias. As cápsulas de GE e a mistura GA+GE comportaram-se de forma semelhante, contudo, GA+GE manteve a atividade antioxidante em cerca de 30%, enquanto GE em cerca de 20% durante o mesmo período. Notavelmente, GA apresentou um comportamento interessante, com um aumento gradual do poder antioxidante ao longo dos dias, passando de 14% no D0 para 38% no D30, indicando uma possível liberação gradual dos compostos ativos. No pH 9, tanto GE quanto GA demonstraram essa característica de liberação gradual dos compostos bioativos, especialmente no décimo quinto dia, onde houve um aumento acentuado da atividade antioxidante, de 30% no D15 para 40% no D30. Curiosamente, a cápsula da mistura GA com GE também manteve-se estável até o décimo quinto dia de armazenamento, no entanto, após esse período, observou-se um declínio, caindo em 9% no D30. Este fato demonstra que, a atividade protetora da cápsula não foi mantida pela associação GA+GE. Com base nesses resultados, podemos concluir que, a goma arábica (GA) demonstrou ser a melhor formulação encapsulante, apresentando maior solubilidade e um aumento gradual do poder antioxidante ao longo do tempo, especialmente em pH 7 e pH 9, indicando uma liberação eficiente dos compostos ativos.

# ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA NOS PONTOS DE CONSUMO DA UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ

G. S. Conduto<sup>1</sup>, B. H. F. Saqueti<sup>2</sup> e J. V. A. Silva<sup>3</sup>, O. O. S. Junior<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Aluna DBQ /UEM, <sup>2</sup> Doutorando PPC/UEM, <sup>3</sup>Mestrando DBQ/UEM, <sup>4</sup>Docente DQI/PPC/UEM  
Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, Bloco 17, CEP. 87020-900, Maringá - PR  
E-mail: gabrielaconduta@gmail.com

**Palavras-chave:** Qualidade da água, potabilidade, cromatógrafo de íons.

A água é um patrimônio público, e sua qualidade é de vital importância para a saúde e bem-estar da população e do meio ambiente. A poluição de corpos hídricos é um problema crescente devido a urbanização e industrialização intensiva. No Brasil, a portaria GM/MS N° 888, de 4 de Maio de 2021 estabelece os padrões de potabilidade para controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano. Considerando estes aspectos, é possível avaliar que existe uma relação direta entre escassez hídrica e segurança alimentar, considerando que a falta de água ou a não-qualidade da mesma pode comprometer o acesso pela população. Desta forma, o objetivo do presente trabalho foi analisar parâmetros físico-químicos da água nos pontos de consumo de maior fluxo dentro da Universidade Estadual de Maringá, visando verificar seu enquadramento dentro dos critérios nacionais de qualidade da água. A partir dos métodos analíticos do *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (SMEWW), realizou-se as análises de pH (método 4500-H<sup>+</sup>B), cor aparente (método 2120-C), turbidez (método 2130), condutividade elétrica (método 2510), dureza (método 2340-C), alcalinidade total (método 2320) e ânions fluoreto, cloreto, nitrato e sulfato por cromatografia de íons (CI) (método 4110-C, realizado em unicata e comparado com material de referência com certificado), para amostras de ponto de consumo da Biblioteca Central (BCE), Restaurante Universitário (RU), bloco E-78 e bloco E-46. Os resultados obtidos para as análises dos pontos BCE, RU, E-78 e E-46 foram, respectivamente, para pH,  $7,30 \pm 0,00$ ;  $7,45 \pm 0,01$ ;  $7,80 \pm 0,01$ ;  $7,31 \pm 0,01$ . A portaria N° 888 indica que o valor limite de pH deva estar entre 6,0 e 9,5, preferencialmente levemente mais alcalinizada, e menos ácida. Considerando ainda os parâmetros exigidos pela mesma portaria, o valor máximo permitido (VMP) é 15 uC para cor aparente e 10 NTU para turbidez. Os resultados obtidos para cor aparente (uC) foram  $0,60 \pm 0,00$ ;  $0,3 \pm 0,00$ ;  $0,65 \pm 0,01$ ;  $0,55 \pm 0,01$ ; e turbidez (NTU),  $0,10 \pm 0,00$ ;  $0,10 \pm 0,00$ ;  $0,10 \pm 0,00$ ;  $0,10 \pm 0,00$ . A cor e turbidez da água são resultantes da presença de matéria orgânica, metais, corantes e sólidos em suspensão, e consideradas esteticamente indesejáveis pelo público. A condutividade elétrica é um indicativo da presença de íons em água, e os valores obtidos foram, respectivamente ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ),  $131,76 \pm 0,35$ ;  $130,70 \pm 2,94$ ;  $130,76 \pm 0,11$ ;  $141,48 \pm 1,57$ . A dureza em termos de  $\text{CaCO}_3$  indica a presença de íons cálcio e magnésio e pode causar corrosão em tubulações e ressecamento da pele e cabelo. O VMP para o teor de dureza em água é de 500 mg/L, e para as amostras analisadas obteve-se os seguintes valores (mg/L):  $62,12 \pm 0,71$ ;  $57,56 \pm 0,28$ ;  $60,70 \pm 0,14$ ;  $59,70 \pm 0,71$ ; Para alcalinidade total em  $\text{CaCO}_3$  (mg/L), indica-se que a mesma tenha concentrações suficientes para que ocorra a interação com o sulfato de alumínio durante o tratamento. Respectivamente, os valores encontrados para alcalinidade são de:  $43,40 \pm 2,50$ ;  $44,71 \pm 1,72$ ;  $42,70 \pm 0,13$ ;  $45,36 \pm 0,27$ , onde encontram-se dentro dos parâmetros exigidos. Para a determinação de fluoreto por CI (mg/L), os parâmetros estabelecem que exista a presença dos mesmos na água, fator determinante para que ocorra a manutenção da saúde bucal proporcionada pelo flúor. Assim, os valores respectivos foram de 0,90; 0,79; 0,98; 0,91. Considerando a determinação de cloreto por CI (mg/L), obtivemos os seguintes resultados: 13,12; 10,87; 10,56; 10,48, desta maneira, os mesmos enquadram-se dentro dos valores máximos permitidos (250 mg/L). O VMP de nitrato por CI é de 10 mg/L, considerando que este é um parâmetro utilizado para a determinação de possíveis matérias orgânicas presentes na amostra. Para as amostras analisadas, os resultados de nitrato (mg/L) foram: 7,80; 7,84; 7,80; 7,69, atendendo a legislação. Para a determinação de sulfato por CI (mg/L), os valores encontrados foram: 1,30; 1,06; 0,98; 0,91, sendo 250 (mg/L) o VMP. Os resultados obtidos indicam que a água para consumo dos pontos coletados se enquadra dentro do VMP da portaria GM/MS N° 888, de 4 de Maio de 2021, e portanto, é segura para consumo.

## PROTEÇÃO DE COMPOSTO BIOATIVOS EM EXTRATOS DE SEMENTE DE ACEROLA ATRAVÉS DA MICROENCAPSULAÇÃO: UM ESTUDO COMPARATIVO

V. F. de Oliveira<sup>1</sup>, T. Y. Kitahara<sup>1</sup>, G. A. Viana Neto<sup>2</sup>, G. H. Sousa<sup>2</sup>, B. P. Silva<sup>2</sup>, R. M. Peralta<sup>3</sup> e A. B. Sá-Nakanishi<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>Aluno DBQ/LMH/UEM, <sup>2</sup> Mestrando ou Doutorando PBQ/UEM, <sup>3</sup> Docente DBQ/LMH/UEM  
Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, Bloco D90, CEP. 87020-900, Maringá - PR

E-mail: ra125279@uem.br

**Palavras-chave:** goma arábica, gelatina, maltodextrina, atividade antioxidante.

O Brasil, maior produtor mundial de acerola, descarta toneladas de resíduos desse fruto anualmente. Pesquisas revelam que a semente apresenta algumas propriedades farmacológicas, como hiperlipidêmica e hipoglicemiante. Experimentos prévios realizados pelo nosso grupo de pesquisa em animais revelaram efeito antiobesidade do extrato hidroetanólico de sementes, entretanto este efeito foi observado em altas doses. Parte disso, resulta da metabolização do extrato pelas enzimas digestivas. A microencapsulação, uma tecnologia promissora, protege os compostos bioativos, oferece liberação controlada e melhora a absorção e qualidade do extrato. Desse modo, o presente trabalho teve como objetivo caracterizar a encapsulação do extrato hidroetanólico de sementes de acerola através da liofilização, usando goma arábica (GA), gelatina (GE) e maltodextrina (MD) como materiais de parede encapsulante. As micropartículas foram avaliadas quanto à solubilidade, higroscopicidade, teor de umidade e estabilidade em diferentes pHs (3, 7 e 9) ao longo do tempo de armazenamento (0, 7, 15 e 30 dias). Este último foi avaliado pelo ensaio antioxidante *in vitro* de DPPH. O teor de umidade variou de 2,5% a 0,3% (MD > GE > GA) e a higroscopicidade foi maior em MD (8,67%) comparado a GE (10,78%) e GA (12,28%). Os fatores físicos, como teor de umidade e higroscopicidade, são cruciais para a estabilidade e armazenamento dos produtos encapsulados. A MD teve a maior solubilidade em água, seguido da GA e GE. A atividade antioxidante das diferentes formas de encapsulamento foi avaliada ao longo de 30 dias em diferentes pHs. No pH 7,0, o extrato bruto apresentou uma diminuição da atividade antioxidante ao longo do tempo, evidenciada pelo aumento progressivo do IC<sub>50</sub>, que passou de 64,3 µg/mL no D0 para 433,6 µg/mL no D30. Entretanto, nestas condições, as três formas de encapsulamento mantiveram a estabilidade das microcápsulas ao longo do tempo, com um IC<sub>50</sub> médio de 93,3 µg/mL. No pH 9,0, o extrato bruto também perdeu atividade antioxidante ao longo do tempo, mas o IC<sub>50</sub> final após 30 dias foi menor quando comparado ao pH 7, cerca de 97,8 µg/mL. Os encapsulados, por sua vez, conseguiram proteger a atividade antioxidante do extrato, apresentando um IC<sub>50</sub> de 50,5 µg/mL. Uma observação interessante é que a microcápsula de GE no D0 apresentou um IC<sub>50</sub> de 101 µg/mL, que caiu para 61 µg/mL após 7 dias e se manteve próximo a esse valor por 30 dias, sugerindo uma liberação retardada dos compostos e manutenção da estabilidade. No pH 3,0, o IC<sub>50</sub> do extrato bruto aumentou gradualmente, atingindo 79,72 µg/mL no trigésimo dia. No entanto, os encapsulados exibiram comportamentos distintos: GE iniciou com um IC<sub>50</sub> de 88 µg/mL, que diminuiu para 30,7 µg/mL após 7 dias e se manteve próximo a esse valor ao longo do tempo. MA iniciou com um IC<sub>50</sub> de 25,9 µg/mL e manteve a atividade antioxidante até o décimo quinto dia, quando começou a perder atividade, resultando em um IC<sub>50</sub> de 89,77 µg/mL que se estabilizou até o D30. GA permaneceu estável até o D15, com o IC<sub>50</sub> variando entre 61 e 85 µg/mL; após o D15, houve um aumento abrupto na atividade antioxidante, evidenciado pela queda do IC<sub>50</sub> para 55,2 µg/mL. Com base nos resultados, a goma arábica (GA) demonstrou ser o melhor material encapsulante para o extrato hidroetanólico de sementes de acerola, demonstrando maior estabilidade e menor variação do IC<sub>50</sub> ao longo do tempo, especialmente em pHs variados.



## COMPARAÇÃO DA QUALIDADE LIPÍDICA DOS ÁCIDOS GRAXOS EPA E DHA RELACIONADO AO IMC MATERNO

M. C. Castro<sup>1</sup>, E. S. Alves<sup>2</sup>, B. H. F. Saqueti<sup>2</sup>, O. O. Santos<sup>3</sup>, J. V. Visenainer<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Doutorando PQU/UEM, <sup>2</sup>Doutorando PPC/UEM, <sup>3</sup>Docente DQI/PPC/UEM  
Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, Bloco 17, CEP. 87020-900, Maringá –  
PR. Grupo APLE-A - Analítica Aplicada a Lipídios, Esteróis e Antioxidantes.  
E-mail: 1996mcastro@gmail.com

**Palavras-chave:** ácidos graxos essenciais, leite humano, cromatografia gasosa.

O leite humano é padrão ouro para amamentação de recém-nascidos, sendo que o mesmo deve ser consumido de forma exclusiva até os 6 meses, e de forma complementar até os 2 anos, sendo ele um alimento completo que supre toda necessidade do bebê, além disso o leite humano confere diversos benefícios para o lactente, como melhora da microbiota intestinal, auxiliando no desenvolvimento dos sistemas visuais, digestivos, nervosos e cognitivos. O leite humano apresenta uma fórmula dinâmica e unida, sendo que um dos seus constituintes são os ácidos graxos. Diversos são os fatores que influenciam a concentração de ácidos graxos no leite humano, como dieta materna, estágio de lactação, período de lactação, imc da lactente, entre outros fatores. O leite humano tem a presença tanto dos ácidos graxos estritamente essenciais, quanto dos ácidos graxos essenciais. Logo o presente estudo apresenta como objetivo de comparar a concentração dos ácidos graxos essenciais, EPA e DHA, em mães com imc (índice de massa corporal) abaixo de 24,9 kg.m<sup>-2</sup>, e mães com imc maior que 30. Para isso, foram selecionadas mães com o imc desejado, ou seja, menor que 24,9 e maior que 30, na fase de lactação maduro, o leite foi ordenhado e armazenado a -18°C até o dia da análise, após isso ele foi descongelado, e os lipídios foram extraídos a frio, em seguida foram esterificados em ésteres metílicos de ácido graxo e injetados no cromatógrafo a gás, os resultados estão expressos em porcentagem totais de ácidos graxos. Os resultados obtidos para o ácido graxo eicosapentaenoico (EPA) foi de 0,24±0,01 e de 0,08±0,00 ; já para o ácido graxo docosaheptaenoico(DHA) foi de 0,37±0,02 e de 0,11±0,0; para as mães com IMC abaixo de 24,9 e acima de 30 respectivamente, logo com isso observamos que a concentração para os ácidos graxos avaliados, apresentaram concentração diferente, sendo que para as mães que apresentam IMC abaixo de 24,9 a concentração dos ácidos graxos foram maiores, indicando que o estado nutricional pode ser um fator modulador dos ácidos graxos, sendo que esses ácidos graxos são essências, e influenciam na saúde do recém-nascido tanto a curto prazo como no desenvolvimento cerebral, visual e imunológico, como a longo prazo nas funções cardiovasculares e saúde mental, portanto garantir a ingestão de quantidades adequadas deles é importante para o desenvolvimento saudável do recém-nascido . Com isso podemos concluir, que para os ácidos graxos analisados foi possível notar uma diferença na concentração quando foi levado em consideração o IMC.

# O POTENCIAL DO GRÃO-DE-BICO (*CICER ARIETINUM L.*) NO PROCESSO DE MALTEAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS PREBIÓTICOS ENRIQUECIDOS NUTRICIONALMENTE

Ana Clara Souza<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Mestranda do Programa PEG/UEM. Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, Bloco 13, CEP. 87020-900, Maringá - PR  
E-mail: pg405106@uem.br

**Palavras-chave:** Leguminosas; Bebidas Vegetais, Maltes

As leguminosas, como grão-de-bico, feijão, ervilha e lentilha, são importantes fontes de proteína, gordura e energia, destacando-se no reino vegetal. O grão-de-bico (*Cicer arietinum L.*), a terceira leguminosa de grão mais cultivada globalmente, é especialmente valorizado por seu alto teor de proteínas e fibras alimentares. Apesar de seus benefícios nutricionais, a presença de oligossacarídeos da família da rafinose (RFO) pode causar desconfortos estomacais, embora esses compostos sejam benéficos para os microrganismos probióticos do trato gastrointestinal. O processo de malteação, conhecido na produção de bebidas fermentadas a partir de cereais, pode ser explorado para melhorar a utilização de leguminosas como o grão-de-bico na alimentação humana, aumentando suas propriedades nutricionais. O presente estudo teve como objetivo realizar análises preliminares da malteação das duas variedades de grão-de-bico: Desi e Kabuli, bem como, aplicar os grãos germinados no desenvolvimento de uma bebida, seguida de uma avaliação sensorial prévia do produto. Além disso, foram analisadas as capacidades de germinação e o tamanho médio do diâmetro dos grãos e da radícula formada durante a germinação. Os resultados obtidos no estudo indicam diferenças significativas entre as variedades Desi e Kabuli, no que diz respeito à germinação e às características físicas dos grãos germinados. Essas diferenças têm implicações importantes para a utilização dessas leguminosas em processos de malteação e na formulação de novos produtos alimentares, como bebidas nutritivas. Em relação à taxa de germinação, a variedade Kabuli apresentou maiores valores (88,14%) em comparação com a Desi (71,14%). Esse resultado sugere que a Kabuli pode ser mais adequada para processos que requerem um alto percentual de germinação, como a malteação. Esta medida pode ainda estar associada a uma melhor viabilidade e qualidade das sementes, refletindo em uma maior eficiência no uso do grão para produção de maltes e outros produtos derivados. O tipo Kabuli também apresentou vantagens em termos de tamanho da radícula e diâmetro dos grãos. Apresentando um diâmetro médio de 1,10cm e radícula de 2,28cm, essa variedade oferece maiores volumes e superfícies de contatos, que podem ser benéficos para a malteação, pois esses fatores podem influenciar a uniformidade e a velocidade do processo de germinação e subsequente secagem. Por outro lado, o Desi, com um diâmetro médio de 0,9 cm e radícula de 1,76 cm, pode apresentar desafios adicionais em termos de processamento devido ao seu tamanho menor. Foram realizadas duas formulações de bebidas. Variando somente o tipo de grão-de-bico, ambas as formulações seguiram as mesmas proporções: 71% água; 24% grão-de-bico; e 5% açúcar. Essa formulação simples foi escolhida para avaliar a viabilidade do uso de grãos germinados na produção de bebidas. A análise sensorial preliminar dos produtos mostrou resultados promissores, sugerindo que ambas as variedades de grão-de-bico podem ser utilizadas na produção de bebidas com boa aceitação sensorial. Os resultados sugerem que o grão-de-bico Kabuli pode ser mais vantajoso para processos de malteação devido à sua maior taxa de germinação e melhores características físicas. No entanto, ambas as variedades mostraram potencial na formulação de bebidas nutritivas. Esses achados destacam a importância de explorar diferentes variedades de grão-de-bico e otimizar os processos de malteação para maximizar os benefícios nutricionais e sensoriais dos produtos finais. Esses resultados contribuem para futuras pesquisas e aplicações práticas no setor alimentício, visando aumentar a aceitação e o consumo de produtos à base de leguminosas.

## POTENCIAL ANTIOXIDANTE DO SUBPRODUTO DE *Beta vulgaris L.*

I. C. Godart<sup>1</sup>, A. C. S. Silva<sup>2</sup> e P. T. M. Pintro<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Mestranda PPC/UEM, <sup>2</sup>Doutoranda PPC/UEM, <sup>3</sup>Docente DAG/CCA/UEM  
Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, Bloco D90, CEP. 87020-900, Maringá - PR  
E-mail: izabelagodart@outlook.com

**Palavras-chave:** coprodutos agrícolas, beterraba, talo

A procura por produtos com propriedades funcionais, que possuam fator ecológico vem aumentando. Há diversos produtos enriquecidos com subprodutos agrícolas; entre eles destacam-se os vegetais e as frutas como as principais fontes, compostos principalmente sementes, talos e folhas. A beterraba (*Beta vulgaris L.*), uma hortaliça tuberculosa da família Quenopodiácea, alcançou a marca de 134.969 toneladas em 2017. Apesar das propriedades fitoterápicas e bioativas serem encontradas também em suas raízes, folhas e caules, essas partes são frequentemente descartadas no meio ambiente ou utilizadas como ração animal. O objetivo deste projeto foi comparar o potencial antioxidante de talo (FTB), folha (FFB) e mix (FMB) utilizando talo e folha (1:2) da beterraba. As folhas e talos da beterraba usadas nesta pesquisa foram cedidas por agricultores da feira do produtor de Maringá-PR. Após serem higienizados os talos foram separados manualmente das folhas, em seguida ambos foram secos em estufa com circulação de ar a 45°C por 19 horas, moídos, peneirados e armazenados em local seco e sem exposição a luz. Em seguida, procedeu-se à realização das análises do conteúdo total de polifenóis e potencial antioxidante pelo método DPPH (2,2-Diphenyl-1-Picrylhydrazyl) e ABTS (2,2 AZINO BIS (3-ethylbenzo thiazoline, 6 ácido sulfônico)), foi utilizado dois tipos de agente extrator: álcool metílico e água na proporção de 1:100. Ao comparar a extração dos subprodutos da beterraba em água e em metanol, todas as análises apresentaram diferença significativas entre os extratores. O BT mostrou-se com maiores resultados para potencial antioxidante extraído tanto em água (69,0%±0,50) como em metanol (89,4% ± 0,037) em comparação aos demais subprodutos da beterraba. Ao mesmo tempo que o FFB, quando extraído em água apresentou 54,2% ± 2,07 de DPPH. O FTB apresentou os melhores resultados em relação ao potencial antioxidante, seguido pelo FMB, enquanto o FFB obteve os resultados mais baixos. Os dados indicam que somente o DPPH do FTB atingiu um valor maior quando extraído em metanol; para as demais análises, a extração em água proporcionou os melhores resultados. Os subprodutos agrícolas de beterraba, demonstraram ser boas fontes de compostos bioativos, com potencial para aplicação na indústria de alimentos.

## ÓLEOS FUNCIONAIS DE FRUTOS DO CERRADO: UMA AVALIAÇÃO DO PERFIL LIPÍDICO E EFEITO ANTIMICROBIANO DE ÓLEO DE MACAÚBA, BURITI E BARU

C. T. Guedes.<sup>1</sup>, A. P. M. de Mendonça<sup>2</sup>  
A. de L. Figueredo<sup>3</sup>, J. F. Silva<sup>4</sup>, B. A. de Abreu Filho<sup>5</sup>, O. de O. Santos Junior<sup>5</sup>, M. R. S. Scapim<sup>6</sup>, G. S. Madrona<sup>5,6</sup>.

<sup>1</sup>Mestranda PEG/UEM, <sup>2</sup>Mestranda PPC/UEM, <sup>3</sup>Mestrando PQU/UEM, <sup>4</sup>Doutoranda, PPC/UEM, <sup>5</sup>Docente PPC/UEM, <sup>6</sup>Docente PEG/UEM

Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, Bloco D90, CEP. 87020-900, Maringá - PR

E-mail:pg404632@uem.br

**Palavras-Chave:** Alimentos Funcionais; Cromatografia Gasosa; Ácidos Graxos.

Os óleos de frutos do cerrado têm sido amplamente estudados devido seus potenciais bioativos e nutricionais, no entanto poucos estudos estão relacionados a esses óleos já disponível comercialmente. Com o objetivo de contribuir para a valorização desses como ingredientes funcionais com potencial para diversas aplicações, esse estudo investiga o perfil de ácidos graxos (AG) e o efeito antimicrobiano de 2 amostras de óleos de macaúba (M1 e M2), 1 amostra de óleo de buriti (BT) adquiridos comercialmente e de 1 amostra de óleo de baru (BR), extraído a frio em laboratório por Bligh & Dyer. O perfil lipídico das amostras foi determinado por cromatografia gasosa e com os resultados, foi calculado o índice de iodo. O efeito antimicrobiano dos óleos foi investigado a partir da concentração inibitória mínima (CMI) frente aos microrganismos *Escherichia coli* e *Staphylococcus aureus* através da técnica de diluição em placas. Os ácidos graxos insaturados representaram 89,04% dos ácidos graxos para M2, 83,88% para M1, 82,62% para BR e 82,14% para BT, sendo destes representados majoritariamente pelo monoinsaturado ácido oleico, seguido de poli-insaturados ácido linoleico, esse último considerado um ácido graxo essencial. O índice de iodo comprovou o grau de insaturações das amostras analisadas ( $80 > g I_2 100g^{-1} < 120$ ). O óleo de macaúba foi eficiente na inibição das bactérias *Escherichia coli* e *Staphylococcus aureus* (CMI  $1.000 \pm 0.00 \mu g/mL$ ) enquanto os óleos de buriti e baru inibiu apenas a *E. coli* (CMI  $1.000 \pm 0.00 \mu g/mL$ ). Esses resultados sugerem que os óleos estudados têm potencial para inibição desses patógenos em alimentos devido a lesão nas membranas das células microbianas, sendo promissores no desenvolvimento de embalagens ativas, além disso, podem agregar enriquecimento nutricional a alimentos pobres em ácidos graxos insaturados como manteiga de leite e outros derivados. Pesquisas futuras poderão consolidar o uso desses óleos como ingredientes inovadores e sustentáveis, agregando valor aos produtos e promovendo a saúde humana.

## APLICAÇÃO DO PROCESSO DE SEPARAÇÃO POR MEMBRANAS NO TRATAMENTO DE ÁGUA CONTAMINADA COM HERBICIDA 2,4-D

M. E. S. R. Silva<sup>1\*</sup>, S. M. Paschoal<sup>2</sup>, W. M. Moreira<sup>3</sup>, S. H. B. de Faria<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Aluno DEQ/CTC/UEM, <sup>2</sup>Doutorando PEQ/UEM, <sup>3</sup>Docente DEQ/CTC/UEM  
Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, Bloco D90, CEP. 87020-900, Maringá - PR  
E-mail: [ra126354@uem.br](mailto:ra126354@uem.br)

**Palavras-chave:** Processo de separação; membrana polimérica; espectroscopia UV-Vis; carvão ativado; casca do pinhão.

A necessidade em buscar um mundo mais sustentável faz com que o tratamento de água adequado seja de extrema importância. A contaminação dos corpos hídricos por contaminantes emergentes vêm crescendo com o passar dos anos, sendo esses contaminantes, substâncias de natureza não biodegradável que estão presentes nos corpos hídricos e apresentam um potencial tóxico para o solo, para a vida aquática e humana. Deste modo, surge a necessidade do desenvolvimento de novas tecnologias para remoção adequada de tais contaminantes, visto que, as operações unitárias existentes nas estações de tratamento de água e efluentes não são eficazes neste processo. Por conseguinte, o processo de separação por membrana surge como uma nova tecnologia promissora para complementar os tratamentos convencionais e realizar a remoção de tais poluentes. Desta forma, o objetivo do presente trabalho foi aplicar o processo de separação por membranas para a remoção de herbicida. Isto ocorreu determinando-se a membrana mais adequada para a purificação e as melhores condições operacionais. O contaminante herbicida 2,4-D (ácido 2,4-diclorofenoxiacético) tinha concentração inicial de 50 mg L<sup>-1</sup>. Foram avaliadas três membranas poliméricas produzidas pelo método de inversão de fases: polietersulfona (PES), polisulfona (PSF) e fluoreto de polivinilideno (PVDF). As filtrações foram realizadas em um módulo de filtração perpendicular, analisando-se o fluxo de permeado durante uma hora, sendo a pressão exercida com auxílio de ar comprimido. Para a leitura da concentração final, utilizou-se o método da espectroscopia UV/Vis, em que a absorbância do permeado foi analisada no espectrofotômetro utilizando-se um comprimento de onda ( $\lambda$ ) de 230 nm. Posteriormente, o valor da concentração final foi calculado usando-se a equação de reta da curva de calibração do equipamento que relaciona a absorbância e a concentração. Foram realizados testes iniciais com duas diferentes membranas, PES e PVDF, que apresentaram remoções equivalentes a 25,04% e 0%, respectivamente, verificando-se que a de PES apresentou menor permeabilidade hidráulica, o que justifica a maior remoção de herbicida. Ao longo do desenvolvimento do trabalho as membranas foram funcionalizadas com uma camada adsorvente de carvão ativado de casca de pinhão, e, modificou-se a solução de efluente, em que além de herbicida foram adicionados os sais, cloreto de Sódio (NaCl) e carbonato de sódio (NaCO<sub>3</sub>) nas proporções de 50 mg L<sup>-1</sup> e 25 mg L<sup>-1</sup>, respectivamente. Tais mudanças foram realizadas a fim de aumentar a remoção do contaminante, visto que, o carvão ativado da casca de pinhão apresenta alta capacidade de adsorção de contaminantes, e os sais se dissociam formando aglomerados iônicos com o herbicida. Sendo assim, foram testadas as modificações na membrana de PES, que apresentou uma remoção de 43,76%. A melhor remoção obtida foi de 50,19% utilizando a membrana de PSF com a camada adsorvente e a solução modificada, nas condições 1 bar durante uma hora de filtração. Tal resultado indica que a permeabilidade hidráulica da membrana de PSF é menor que a de PES. Concluiu-se que o processo de separação por membranas apresentou capacidade de remoção do contaminante e que a permeabilidade hidráulica é um importante parâmetro para a retenção, uma vez que a membrana de PSF apresentou uma melhor remoção quando comparada às outras. As modificações realizadas auxiliaram no aumento desta remoção, destacando-se o carvão ativado da casca de pinhão que apresentou um potencial de adsorção sendo de natureza sustentável e econômico.

- 1 Caracterização da *laccase de Trametes sp.* imobilizada por reticulação.
- 2 Characterization of *Trametes sp.* laccase immobilized by cross-linked.
- 3 Sarah de Oliveira Vicente
- 4 Universidade Estadual de Maringá
- 5 <https://orcid.org/00009-0006-9322-4901>
- 6
- 7 Paloma Ribeiro Lopes de Sá
- 8 Universidade Estadual de Maringá
- 9 <https://orcid.org/0009-0009-28292205>
- 10
- 11 Hellora Gabriela Correia
- 12 Universidade Estadual de Maringá
- 13 <https://orcid.org/00090004-86289091>
- 14
- 15 Thaís marques Uber
- 16 Universidade Estadual de Maringá <https://orcid.org/0000-0002-0296-5362>
- 17
- 18 Rafael Castoldi
- 19 Universidade Estadual de Maringá
- 20 <https://orcid.org/0000-0001-7952-1500>
- 21
- 22 Rosane marina Peralta
- 23 Universidade Estadual de Maringá
- 24 <https://orcid.org/0000-0001-5749-0723>
- 25
- 26 Cristina Giatti Marques de Souza\*
- 27 Universidade Estadual de Maringá
- 28 <https://orcid.org/0000-0001-7295-758X>
- 29 [cgmsouza@uem.br](mailto:cgmsouza@uem.br)
- 30

31 **Resumo:** O conceito de bioeconomia circular está crescendo entre as empresas e  
32 indústrias. Esse conceito baseia-se na integração sinérgica de economia circular e  
33 bioeconomia, utilizando matérias-primas naturais em ciclos fechados visando transformar  
34 e gerenciar as produções de bens e serviços e processos industriais para alcançar uma  
35 produção sustentável em equilíbrio com a natureza. O uso de resíduos agrícolas é uma  
36 estratégia que tem visibilidade porque o processamento da biomassa vegetal, realizado  
37 por microrganismos, é eficiente, gerando produtos de interesse biotecnológico, como as  
38 enzimas, empregadas em diversas indústrias. Além disso, o uso de resíduos da  
39 agroindústria, reduz a poluição e o acúmulo destes na natureza. A imobilização de  
40 enzimas é um processo que vem ganhando cada vez mais espaço e importância porque  
41 pode conferir aumento da estabilidade, recuperação e possibilidade de reuso, diminuindo  
42 custos. Parâmetros como pH e temperatura são fatores de grande importância para a  
43 aplicabilidade de enzimas e este trabalho teve como objetivo investigar o comportamento  
44 cinético da lacase livre e imobilizada de um isolado de *Trametes* sp., um basidiomiceto.  
45 *Trametes* sp. M5 cresceu em meio sólido e as enzimas foram extraídas com água  
46 destilada. A lacase, principal enzima produzida, foi liofilizada e imobilizada usando a  
47 técnica de reticulação por glutaraldeído e a imobilização teve rendimento de 24%. O pH  
48 ótimo da foi de 4,5-5,0 e a temperatura ótima ficou entre 50-60 °C. Quanto à estabilidade  
49 à temperatura, a enzima livre se mostrou mais estável entre 30 e 60 °C, mas a enzima  
50 imobilizada perdeu atividade em 50 °C. O valor de Km foi mais alto para a enzima  
51 imobilizada e com velocidade máxima maior de oxidação do ABTS. Embora as duas  
52 formas da enzima tenham apresentado características semelhantes e o rendimento tenha  
53 sido de 24%, o processo de imobilização ainda se torna vantajoso já que o reuso é um dos  
54 principais aspectos positivos da técnica. Com esses resultados a lacase de *Trametes* sp.  
55 M5 torna-se promissora para aplicações industriais.

56 **Palavras-Chaves:** lacase, imobilização, economia circular, enzimas, *Trametes*.

#### 57 **Abstract**

58 The concept of circular bioeconomy is gaining traction among companies and industries.  
59 This concept is based on the synergistic integration of circular economy and bioeconomy,  
60 using natural raw materials in closed cycles to transform and manage the production of  
61 consumer goods and services and industrial processes to achieve sustainable production  
62 in harmony with nature. The use of agricultural residues is a strategy that has visibility  
63 because the processing of plant biomass, performed by microorganisms, is efficient,  
64 generating products of biotechnological interest, such as enzymes used in various  
65 industries. Additionally, the use of agro-industry residues reduces pollution and the  
66 accumulation in nature. Enzyme immobilization is a process that is increasingly gaining  
67 space and importance because it can provide increased stability, recovery, and the  
68 possibility of reuse, thus reducing costs. Parameters such as pH and temperature are  
69 important for the applicability of enzymes, and this work aimed to investigate the kinetic  
70 behavior of free and immobilized laccase from the basidiomycete *Trametes* sp. isolate.  
71 *Trametes* sp. M5 was grown on solid medium and enzymes were extracted with distilled  
72 water. Laccase, the main enzyme produced, was lyophilized, and immobilized using the  
73 glutaraldehyde crosslinking technique and immobilization had a yield of 24%. The  
74 optimum pH was 4.5-5.0 and the optimum temperature ranged between 50-60 °C.  
75 Regarding temperature stability, the free enzyme was more stable between 30 and 60 °C,

76 but the immobilized enzyme lost activity at 50 °C. The Km value was higher for the  
77 immobilized enzyme, with a higher maximum oxidation rate of ABTS. Although both  
78 forms of the enzyme showed similar characteristics and the yield was 24%, the  
79 immobilization process remains advantageous as reuse is one of the main positive aspects  
80 of the technique. With these results, the laccase from *Trametes* sp. M5 becomes promising  
81 for industrial applications.

82

83 **Key words:** laccase, enzymatic immobilization, circular economy, enzymes, *Trametes*.

84

## 85 **1 Introdução**

86 Diferentes tipos de enzimas são utilizados na indústria de alimentos para diferentes  
87 finalidades e entre elas está a lacase. Essa enzima, uma multicobre oxidase, é encontrada  
88 em fungos, plantas, insetos, bactérias e líquens. Produzida principalmente por fungos da  
89 podridão branca apresenta baixa especificidade aos seus substratos redutores catalisando  
90 a oxidação de compostos fenólicos e aromáticos, reduzindo o oxigênio à água (Baldrian,  
91 2006; Majeau et al., 2010). Devido às suas características catalíticas, as lacases podem  
92 ser utilizadas em diversos processos biotecnológicos, tendo, inclusive, grande potencial  
93 para uso em alimentos e bebidas, adaptando-se bem às indústrias eficientes, sustentáveis  
94 e ecológicas (Osma et al., 2020; Bail, 2020)

95 Biocatalizadores de lacase podem ser utilizados em processos que objetivem melhorar ou  
96 modificar a aparência da cor de alimentos, ou bebidas. Os compostos fenólicos são seus  
97 substratos naturais e então a lacase pode ser usada na remoção de polifenóis de vinhos de  
98 maneira seletiva dando mais estabilidade a bebida. Pode ainda ser usada para a remoção  
99 da cor em chás e aumentar a vida útil de cervejas uma vez que a lacase remove os  
100 polifenóis que precipitam proteínas. Lacases também são estudadas para prevenir a  
101 turvação ou sedimentação em sucos claros (Osma et al., 2020; Ritter, et al., 1992). Duas  
102 lacases foram avaliadas no efeito da geleificação em produtos alimentícios e comparadas  
103 à ação da peroxidase, mostrando que o uso da lacase é mais realista que o uso da  
104 peroxidase, uma vez que o peróxido de hidrogênio é proibido em alimentos em muitos  
105 países (Norsker et al., 2000).

106 Os processos industriais exigem biocatalizadores com elevada atividade, seletividade e  
107 especificidade em condições brandas (Asgher et al., 2016). Apesar da eficiência da lacase  
108 em seu estado bruto (livre), a imobilização de enzimas é um processo que tem sido  
109 utilizado para melhorar a eficiência de enzimas de interesse industrial já que pode dar a  
110 elas maior estabilidade, recuperação e a possibilidade de reuso (Sheldon & Van Pelt,  
111 2013; Brugnari et al., 2018) o que do ponto de vista industrial é mais economicamente  
112 interessante que os processos de purificação. A imobilização enzimática pode ocorrer  
113 através de dois métodos principais: aprisionamento e formação de ligação. Várias são as  
114 técnicas de aprisionamento, como enredamento, encapsulamento e  
115 microencapsulamento. Nas técnicas de formação de ligação temos adsorção, ligação  
116 covalente e ligações cruzadas. Na década de 1990, a Altus Biologics começou a fazer uso  
117 de cristais de enzimas reticuladas (CLECs) como biocatalisadores industriais. As enzimas  
118 reticuladas provaram ser significativamente mais estáveis à desnaturação por calor,

119 solventes orgânicos e proteólise do que as enzimas livres, o que do ponto de vista das  
120 biotransformações industriais passa a ser vantajoso. Porém, a cristalização é um processo  
121 muito trabalhoso e de alto custo. Surgiram então os CLEAs, onde a precipitação da  
122 enzima por adição de químicos, normalmente usados na purificação de enzimas, como o  
123 sulfato de amônio, com a adição de um elemento de reticulação como glutaraldeído,  
124 promove a imobilização da enzima por ligações cruzadas (Sheldon & Van Pelt, 2013;  
125 Talekar et al., 2013). O processo de reticulação com o uso de glutaraldeído tem  
126 demonstrado ser eficiente na formação de CLEAs de lacases de basidiomicetos para a  
127 degradação de bisfenol A e detoxificação do corante RBBR (Brugnari et al., 2018; Uber  
128 et al., 2020) e ainda outras lacases já foram imobilizadas para uso na indústria de  
129 alimentos (Brijwani et al., 2010; Osma, 2020). Do ponto de vista industrial, parâmetros  
130 como pH e temperatura são fatores de grande importância para o emprego de enzimas,  
131 pois é necessário que elas se comportem de forma desejada em diferentes condições  
132 operacionais presentes nos diversos processos industriais. Portanto, se faz necessária a  
133 caracterização frente a estes parâmetros para analisar o comportamento das enzimas livres  
134 e das imobilizadas e avaliar qual a aplicabilidade de ambas na indústria.

135 O Brasil é um país com a economia fortemente agrícola, com isso é inevitável que ocorra  
136 uma produção proporcional de resíduos agrícolas de diversos tipos como: farelo de milho,  
137 trigo e soja, palha de arroz, bagaço de cana - de - açúcar, sorgo, cascas de banana, coco,  
138 laranja, maracujá, abacaxi e maçã, polpa de café, entre outros. O conceito de Bioeconomia  
139 Circular baseia-se na integração sinérgica de economia circular e bioeconomia, utilizando  
140 matérias-primas naturais em ciclos fechados, visando transformar e gerenciar as  
141 produções de bens e serviços e processos industriais para alcançar uma produção  
142 sustentável e em equilíbrio com a natureza (Geoghegan-Quinn, 2012; Tišma, et al.,  
143 2021). O uso de resíduos agrícolas é uma estratégia promissora porque o processamento  
144 da biomassa vegetal realizado por microrganismos é eficiente, gerando produtos de  
145 interesse biotecnológico, como as enzimas, que são empregadas em diversas indústrias.  
146 O objetivo deste estudo foi caracterizar parcialmente a lacase produzida por *Trametes* sp.  
147 M5 em resíduo agrícola, quanto à sua atividade e estabilidade em diferentes temperaturas  
148 e valores de pH, bem como avaliar as constantes cinéticas da enzima livre e da enzima  
149 imobilizada através da técnica de reticulação.

150

## 151 **2 Materiais e métodos**

152

### 153 **2.1 Macromiceto**

154 Foi usado o isolado M5 de *Trametes* sp. da coleção de culturas do Laboratório de  
155 Bioquímica de Microrganismos e Alimentos (LBM) da Universidade Estadual de  
156 Maringá (23°24'14.4"S, 51°56'23.7"O).

157

### 158 **2.2 Manutenção**

159 O fungo foi mantido através de repiques sucessivos em placas de Petri contendo meio de  
160 extrato de malte a 2 %. Depois de totalmente colonizadas, após 5 dias de crescimento a

161 28 °C em estufa, as placas foram armazenadas em refrigerador, permanecendo por no  
162 máximo 30 dias.

163

### 164 **2.3 Condições de cultivo e obtenção de extrato bruto contendo lacase:**

165 O fungo foi cultivado em meio sólido de sabugo de milho (3 g) acrescido de uma solução  
166 contendo 2 % de glicose e 0,1 % de peptona para dar umidade de 85 %. Três discos de  
167 micélio do isolado M5 com 2 cm de diâmetro foram inoculados em frascos Erlenmeyer  
168 de 125 mL contendo o meio. Todos os materiais utilizados foram esterilizados a 121 °C e  
169 1 atm por 20 minutos antes do uso. Os cultivos foram deixados em estufa a  $28 \pm 2$  °C por  
170 tempo determinado. Após o período de crescimento, os cultivos foram interrompidos com  
171 20 mL de água destilada gelada, deixados em geladeira por 30 minutos e filtrados em gaze  
172 para obter o extrato bruto de lacase. Os filtrados foram congelados para serem usados nos  
173 demais procedimentos.

174

### 175 **2.4 Atividade da lacase**

176 A atividade de lacase (EC 1.10.3.2) foi medida usando 1,7 mL de tampão citrato de sódio  
177 0,1 M pH 5,0, 200 µL ABTS (ácido 2,2'-azino-bis-(3-etilbenzotiazolino-6- sulfônico,  
178 Sigma Aldrich, EUA) e 100 µL da amostra de acordo com Peláez et. al (1995). A oxidação  
179 do ABTS foi determinada pelo aumento da absorbância a 420 nm ( $\epsilon = 36.000 \text{ M}^{-1} \text{ cm}^{-1}$ )  
180 onde uma unidade de atividade enzimática é a quantidade de enzima que converte 1 µmol  
181 de substrato por minuto por litro (U/L). Um tubo contendo os reagentes sem amostra  
182 serviu como branco e a mudança na absorbância foi acompanhada durante 5 minutos e a  
183 40°C.

184

### 185 **2.5 Determinação de proteínas solúveis**

186 Proteínas solúveis no extrato bruto foram mensuradas pelo método de Bradford (1976).  
187 Foram adicionados 125 µL da amostra adequadamente diluída a 1,25 mL do reagente de  
188 Bradford. Após 5 minutos absorbância da reação foi lida a 595 nm.

189

### 190 **2.6 Imobilização da lacase por reticulação (CLEA):**

191 A lacase foi imobilizada utilizando-se a técnica de reticulação com glutaraldeído (Cabana  
192 et al., 2007; Matijošyte et al., 2010) com algumas modificações. O sulfato de amônio foi  
193 adicionado ao extrato bruto enzimático para obter 55% (p/v) de saturação sob agitação  
194 lenta. Após completa solubilização do sulfato de amônio, 150 mM de glutaraldeído foi  
195 utilizado como agente de reticulação. A suspensão foi mantida a 4 °C por 24 horas e em  
196 seguida centrifugada por 15 minutos a 5000 rpm. O sobrenadante foi reservado para  
197 dosagem de proteínas e o precipitado (CLEAs) foi lavado com tampão citrato quatro  
198 vezes e armazenado a 4 °C em tampão até o uso.

199

## 200 **2.6 Eficiência da imobilização**

201 A eficiência do processo de imobilização foi expressa como rendimento de imobilização  
202 (IY) e atividade remanescente (RA) utilizando as seguintes equações:

203

$$204 \quad IY(\%) = \frac{UA-UE}{UA} \times 100 \quad (\text{Equação 1})$$

205

$$206 \quad RA(\%) = \frac{UH}{UA-UE} \times 100 \quad (\text{Equação 2})$$

207 Onde:

208 UA = unidades adicionadas ou unidades de atividade disponíveis para imobilização;

209 UE = unidades de enzima não imobilizadas presentes na solução após imobilização;

210 UH = unidades de enzima imobilizada.

211

## 212 **2.7 Caracterização parcial da lacase livre e imobilizada:**

213 As enzimas foram caracterizadas em relação às suas atividades e estabilidade frente ao  
214 pH e temperatura. A temperatura ótima e a estabilidade à temperatura foram determinadas  
215 incubando a enzima livre e a imobilizada em tampão citrato de sódio 0,1 M pH 5,0 em  
216 temperaturas de 30 a 70 °C, para a determinação da temperatura ótima, e na mesma faixa  
217 de temperatura por vários intervalos de tempo (0 a 120 minutos) para a estabilidade  
218 térmica, retirando alíquotas a cada 15 minutos e colocando-as em banho de gelo para  
219 depois avaliar a oxidação do ABTS nas condições padrão.

220 A atividade das enzimas foi determinada em ampla faixa de pH usando tampão citrato de  
221 sódio 0,1 M (pH 2,0 a 6,5) nas condições padrão. Os parâmetros de Km e Vmáx aparentes  
222 foram obtidos medindo-se a atividade da enzima livre e imobilizada, nas concentrações  
223 de 0,04 a 2 mM de ABTS em tampão citrato 0,1 M, pH 5,0, nas condições padrão.

224

## 225 **2.8 Análise estatística**

226 Todos os experimentos espectrofotométricos foram realizados em duplicata. Dados de  
227 temperatura e pH foram expressos como porcentagem relativa das médias e desvio padrão  
228 das atividades da enzima. Os valores dos parâmetros cinéticos foram encontrados  
229 utilizando o ajuste da curva de Michaelis Menten e expressos em mM (Km) e  
230 µmoles/minuto (Vmáx). Todos os dados obtidos foram plotados no software Prism-  
231 GraphPad© versão 5.0 e as análises foram realizadas pelo mesmo programa.

232

## 233 **3.0 Resultados e discussão**

234 A enzima lacase foi produzida em grandes quantidades em fermentação no estado sólido  
235 (1.182,15 U/L). O extrato bruto foi concentrado por liofilização antes da imobilização.

236 A enzima foi concentrada aproximadamente 70 vezes e após a imobilização manteve sua  
237 atividade superior ao extrato bruto inicial com atividade específica de 1,012 U/mg de  
238 proteína. A reticulação resultou em um rendimento de imobilização de 98,2% (Equação  
239 1) e atividade remanescente de 24% (Equação 2). Em 2017, Vršanská et al. conseguiram  
240 alcançar 80% de retenção de atividade da lacase reticulada de *T. versicolor*. Alguns  
241 pesquisadores usaram a técnica de reticulação para imobilizar a lacase produzida por  
242 outros macrofungos. Uber et al, 2020 imobilizaram a lacase de *Oudemansiella canarii* e  
243 obtiveram rendimento de imobilização de 95% e retenção de atividade de 66,7%. Reidi  
244 (2019) após imobilização, notou a retenção de 16,42% de atividade nos CLEAs de lacase  
245 de *Pleurotus ostreatus*. Lassouane et al. (2019) usaram a técnica de reticulação de forma  
246 diferente, ela foi usada como uma pré-etapa antes de realizarem a imobilização por  
247 confinamento e a lacase de *Trametes pubescens* obteve uma taxa de imobilização superior  
248 a 72%, uma porcentagem maior que a lacase imobilizada apenas pela técnica de  
249 confinamento (61,6%). Em nosso trabalho, a taxa de imobilização ficou próxima do  
250 esperado quanto à retenção de atividade, porém a atividade remanescente caiu. Isso pode  
251 ser atribuído a diversos fatores, mas o mais provável é a formação de um CLEA fraco de  
252 lacase já que a retenção de atividade de um CLEA deve ser preferencialmente perto de ou  
253 mais que 100% (Sheldon & Van Pelt, 2013). Porém, ainda assim a atividade remanescente  
254 de 24% é considerada satisfatória, já que está próxima de outros trabalhos que  
255 empregaram a mesma técnica para lacase. Mesmo que os CLEAs mostrem-se  
256 promissores, seus formatos irregulares e tamanhos afetam sua recuperação após reações  
257 e isso é o que pode ter acontecido nesta imobilização. Além disso, muitos outros fatores  
258 alteram a atividade remanescente de enzimas reticuladas como a concentração do agente  
259 precipitante, a concentração do agente entrecruzante, o tempo de imobilização, a  
260 porosidade do reticulado. Técnicas de precisam ser aprimoradas de acordo com as  
261 características de cada enzima (Kyomuhimbo & Brink, 2023).

262 Após os processos de imobilização, tanto a enzima livre (EL) quanto a imobilizada (EIM)  
263 foram avaliadas em relação ao seu pH e temperatura ótimos e estabilidade à temperatura.  
264 A temperatura ótima da enzima livre do fungo ficou entre 55 e 60 °C e teve atividade  
265 relativa acima de 70 %, entre 40 °C e 65 °C (figura 1) indicando assim que ela possui uma  
266 ampla faixa de temperatura na qual pode ser empregada, o que é desejável em  
267 bioprocessos. A temperatura ótima das lacases pode diferir entre espécies de fungos e há  
268 uma vasta faixa de temperatura encontrada para as diferentes lacases existentes, isso deve-  
269 se às diferentes condições nas quais os organismos produtores de lacase se encontram. De  
270 acordo com Pointing et al. (2000) a temperatura ótima para produção de lacase é entre 25  
271 °C e 30 °C. No entanto, *in vitro*, o comportamento da enzima pode ser outro,  
272 permanecendo ativa em outras faixas. A lacase produzida por *Trametes modesta* também  
273 apresentou este comportamento, completamente ativa em 50 °C e bem estável a 40 °C.  
274 (Nyanhongo et al., 2002). No geral, a temperatura ótima de lacases fúngicas é de 50 °C -  
275 70 °C com algumas exceções, como a lacase de *Ganoderma lucidum*, cuja temperatura  
276 ótima é de 25 °C, a menor temperatura ótima reportada até o momento (Ko et al., 2001).  
277 A enzima imobilizada de *Trametes* sp. M5 apresentou temperatura ótima de 60 °C. A  
278 imobilização parece ter promovido um aumento na temperatura ótima em relação à  
279 temperatura da enzima livre. Algo semelhante foi descrito por Doğan et al. (2015), que  
280 após imobilizarem a enzima covalentemente em uma matriz de criogel, a temperatura  
281 ótima passou de 50 °C na forma livre para 55 °C na forma imobilizada.

282

283

284

285

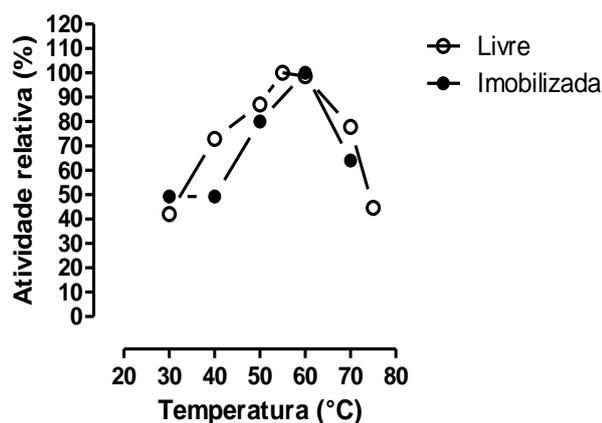
286

287

288

289

290

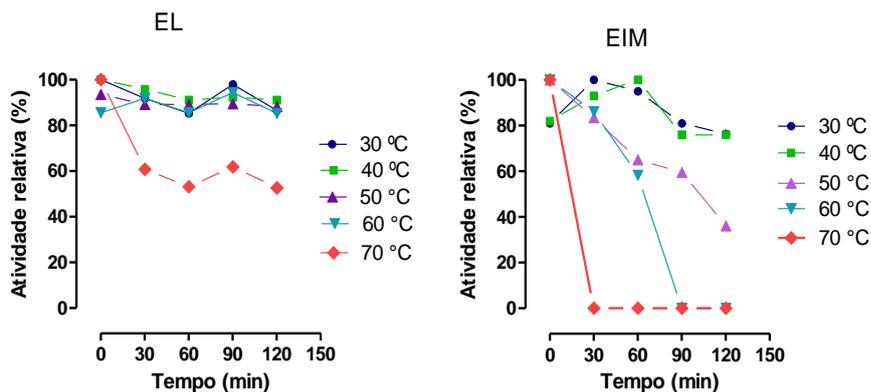
291 Figura 1: Temperatura ótima da lacase livre e imobilizada de *Trametes* sp. M5

292

293 Porém, nem sempre a imobilização aumenta a resistência térmica da enzima como  
 294 demonstrado no trabalho de Li et al. (2015) onde a temperatura ótima da lacase diminuiu  
 295 em 5 °C quando foi usado combi-CLEAs (agregados enzimáticos reticulados combinados)  
 296 preparados de *T. versicolor* e células de *Phanerochaete chrysosporium*. Vršanská et al.  
 297 (2017) também empregaram a técnica de reticulação para imobilizar a lacase, porém a  
 298 forma imobilizada da enzima de *T. versicolor* apresentou temperatura ótima em 35 °C,  
 299 assim como a enzima livre. Além disso, ambas enzimas não apresentaram atividade em  
 300 60 °C. No trabalho de Zerva et al. (2020), reticularam a lacase de *Pleurotus citrinopileatus*  
 301 e a temperatura ótima tanto das duas formas (imobilizada e livre) em 40 °C caindo  
 302 drasticamente a 70 °C, o que pode ser atribuído a conformação rígida da enzima durante  
 303 a imobilização, assim como o microambiente diferente formado pelo agente entrecruzante  
 304 e as proteínas co-imobilizadas (Zerva et al., 2020).

305 A estabilidade térmica da lacase livre e imobilizada de *T. versicolor* M5 foi analisada na  
 306 mesma faixa de temperatura, de 30 °C a 70 °C. Esta análise é importante pois o tempo de  
 307 exposição da enzima a temperaturas mais elevadas pode ocasionar a desnaturação da  
 308 enzima. A EL foi estável em todas as temperaturas estudadas, exceto a 70 °C, onde perdeu  
 309 sua atividade em 50% após 120 minutos (figura 2). A enzima livre de um isolado de  
 310 *Trametes* sp. mostrou ser relativamente estável na faixa de temperatura de 20 °C a 50 °C,  
 311 perdendo gradativamente sua atividade a 60 °C (Reidi, 2019).

312  
313  
314  
315  
316  
317  
318  
319



320 Figura 2: Estabilidade térmica da lacase livre (EL) e imobilizada (EIM) de *Trametes* sp.  
321 M5.

322

323 Algumas enzimas podem manter a estabilidade a despeito dos longos períodos de  
324 incubação como demonstrado por Vršanská et al. (2017): a EL de *T. versicolor* foi  
325 analisada entre 25 °C e 60 °C no período de 12h e apresentou maior estabilidade em 35  
326 °C, porém nas temperaturas maiores houve um decaimento na atividade da EL.

327 A imobilização também pode conferir maior estabilidade às enzimas que serão  
328 reticuladas. Quando a EIM de *Trametes* sp M5, foi analisada, apresentou uma excelente  
329 estabilidade entre 30 °C e 40 °C, porém perdeu gradativamente sua atividade em 50 °C e  
330 60 °C, não apresentando atividade a 70 °C (figura 2). Neste caso, a 30 °C a EIM teve  
331 maior atividade após 30 minutos e a 40 °C em 105 minutos. Na grande parte dos trabalhos  
332 nos quais foi feito o estudo de estabilidade térmica de lacases, obteve-se resultados  
333 semelhantes. Como já citado, Vršanská et al. (2017), também analisou a estabilidade  
334 térmica da enzima imobilizada por reticulação, que apresentou um comportamento  
335 parecido com a EL, mas com aumento da atividade nas temperaturas analisadas perdendo  
336 atividade em 60 °C. Este aumento na estabilidade térmica foi atribuído aos  
337 entrecruzamentos covalentes dos agregados enzimáticos como aponta Kumar et al. (2012)  
338 e Wang et al. (2013). Zerva et al. (2020) apontaram que a reticulação da lacase mostrou  
339 uma ligeira melhora na termoestabilidade comparada a EL, ocorrendo uma diferença mais  
340 relevante após a incubação em 50 °C por 24h, onde a EL perdeu quase toda sua atividade,  
341 mas a EIM apresentou uma atividade residual de mais de 30%. A estabilidade térmica da  
342 lacase reticulada de *Trametes polyzona*, foi maior que a da EL e provavelmente devido à  
343 formação de ligações químicas entre a quitosana utilizada e a laccase (Arsenalt et al.  
344 2011). Isso significa que a lacase imobilizada por reticulação pode aumentar a resistência  
345 da atividade catalítica com uma maior variedade de temperaturas sendo esta propriedade  
346 crucial em aplicações práticas (Vršanská et al., 2017).

347 Um importante parâmetro para aplicabilidade das enzimas é o pH pois na indústria, vários  
348 processos ocorrem em diferentes pHs. Os resultados obtidos de pH ótimo para EL e EIM  
349 do isolado M5 de *Trametes* (figura 3), foi de 4,5 e 5,0, respectivamente, além de um  
350 comportamento semelhante de ambas na faixa de pH testada (2,0 – 7,0). A única diferença  
351 encontrada foi a atividade da EIM em pH mais ácido. Na literatura, estes valores não

352 diferem dos encontrados. Reidi (2019), analisou o pH ótimo da EL e da EIM com os  
 353 diferentes sistemas tamponantes na faixa de 3,0 a 7,0 com ABTS como substrato. Em pH  
 354 ácido, houve maior atividade enzimática, mas quando se analisou a atividade em  
 355 condições consideradas mais básicas, a atividade caiu e a enzima perdeu totalmente sua  
 356 atividade em pH 7,0. Semelhante ao nosso trabalho, as lacases tiveram boa atividade em  
 357 pH ácido, entretanto em pH neutro houve queda na atividade podendo ser atribuído a  
 358 mudança na forma iônica do sítio ativo da enzima e também às variações da conformação  
 359 da estrutura tridimensional da proteína (Mohidem & Mat, 2009). Yang et al. (2017)  
 360 comparou a EL e a EIM de *Cerrena* sp. HYB07 em uma faixa de pH entre 2,0 e 7,0 a 30  
 361 °C, usando vários tampões. Com isso concluiu-se que o pH ótimo da EL era de 3,0 assim  
 362 como o da EIM, porém a EIM manteve atividade numa faixa maior de pH do que a EL.  
 363 As ELs estavam praticamente inativas em pH 2, mas as EIMs ainda tinham 20-60% de  
 364 atividade remanescente, já em pH 5,0 as EIM tiveram mais de 50% de atividade relativa  
 365 enquanto as EL, só 12%. Lassouane et al. (2019) analisaram o pH ótimo da lacase de *T.*  
 366 *pubescens* MB89, usando tampões na faixa de pH de 2,0–9,0 e em temperatura ambiente.  
 367 Como esperado, o pH ótimo tanto da EL quanto da EIM foi ácido, a EL apresentou  
 368 atividade ótima em pH 3,0 enquanto a EIM em pH 4,0. Lacases imobilizadas de formas  
 369 diferentes apresentaram comportamento característico como reportado por Wang et al.  
 370 (2021) quando imobilizaram a lacase usando biocarvão modificado de brometo de  
 371 cetrimônio, (CTAB)-KOH, uma técnica de adsorção. Eles observaram que o pH ótimo da  
 372 lacase imobilizada mudou de 5,0 para 4,0, porém em pH mais alto que 7,0 houve uma  
 373 diminuição na atividade da enzima, já a EIM apresentou maior tolerância em condições  
 374 neutras.

375

376

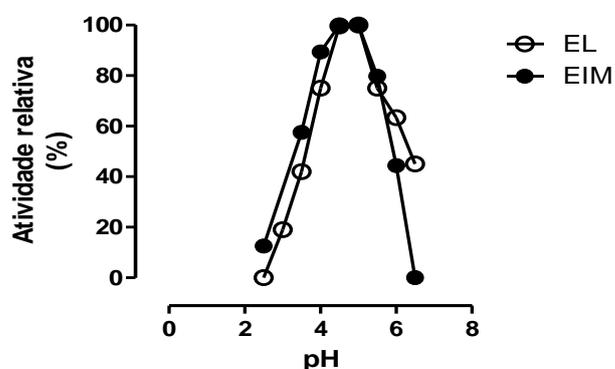
377

378

379

380

381



382

383

384

385

386

387

388

389

390

391

392

Figura 3: Atividade residual da lacase livre (EL) e imobilizada (EIM) de *Trametes* sp. M5em diferentes valores de pH usando tampão Mc Ilvaine.

A partir da análise gráfica da oxidação do ABTS em diferentes concentrações (0,04 - 2 mM), conclui-se que tanto a EL como as CLEAs de lacase têm comportamento Michaeliano, apresentando  $K_m$  de  $0,111 \pm 0,012$  mmol/L e  $V_{m\acute{a}x}$  de  $774,70 \pm 18,34$   $\mu$ mol/minuto para EL e  $K_m$  de  $0,2657 \pm 0,21$  mmol/L e  $V_{m\acute{a}x}$  de  $1.396 \pm 29,38$   $\mu$ mol/minuto para a enzima imobilizada. Com isso, observa-se que a imobilização diminuiu a afinidade da enzima pelo ABTS, o que pode ser explorado quando em determinados processos é vantajoso a enzima não ter tanta afinidade pelo substrato. O  $V_{m\acute{a}x}$  da EIM aumentou, ou seja, a enzima imobilizada adquiriu uma capacidade de

393 catálise da reação maior que a da enzima livre (180%). O trabalho de Daronch (2020) traz  
394 que o valor de Km de uma lacase imobilizada em espuma de poliuretano foi de 5mM,  
395 sendo este 1,8 vezes maior quando que o valor encontrado para a EL (2,67mM). De  
396 maneira semelhante, o aumento do valor de Km após a enzima ser imobilizada, conferiu  
397 uma diminuição da afinidade pelo substrato em relação à enzima livre, fato este atribuído  
398 à limitações internas e externas da enzima, como a mudança do microambiente, mudanças  
399 conformacionais da proteína, resistência a transferência de massa, entre outros que podem  
400 ocorrer após a imobilização. O aumento do valor de Km mostra que as ligações entre a  
401 enzima e o suporte favoreceu a estabilidade da enzima, porém diminuiu sua flexibilidade  
402 e isso é necessário para a ligação com o substrato. Neste estudo ainda, o Vmáx da EIM  
403 aumentou após a imobilização, como ocorreu em nosso estudo com a EIM de *T. versicolor*  
404 M5, indicando que o processo causou modificações opostas na afinidade e capacidade  
405 catalítica máxima o que poderia ter sido em função do tempo de catálise como afirma  
406 Brugnari et al. (2018). Yang et al. (2017) também fizeram este estudo cinético e obtiveram  
407 resultados semelhantes aos obtidos com o isolado M5, a reticulação diminuiu a afinidade  
408 da lacase de *Cerrena* sp. HYB07 e a EIM apresentou um alto valor de Km. O Vmáx da  
409 EIM obtido foi maior que o da EL, 171,4mM/minuto/mg e 123,0mM/minuto/mg  
410 respectivamente. Os autores argumentaram que a imobilização às vezes aumenta a  
411 atividade catalítica apesar do receio comum de reduzir a flexibilidade da enzima,  
412 impedimento estérico e limitações de difusão. Já quando Uber et al. (2020) realizaram  
413 este experimento cinético, obtiveram um resultado contrário ao obtido em nosso estudo.  
414 O Km e o Vmáx obtidos foram de  $0,14 \pm 0,03$  mmol/L e  $1,86 \pm 0,09$   $\mu$ mol/minuto para a EL  
415 e  $0,29 \pm 0,09$  mmol/L e  $1,36 \pm 0,14$   $\mu$ mol//minuto para a EIM, respectivamente. O menor  
416 valor de Km para a EIM sugere que após a imobilização, a lacase de *O. canarii* apresentou  
417 uma maior afinidade para o ABTS. Isso implica que a interação entre enzima e substrato  
418 pode ter sido reforçada por uma orientação adequada do sítio ativo da enzima em direção  
419 ao substrato.

420

#### 421 **4 Conclusões**

422 A imobilização da lacase de *Trametes* sp. M5apresentou um valor satisfatório por se  
423 aproximar do encontrado na literatura quando a reticulação é usada como técnica de  
424 imobilização, porém este método para lacase do fungo necessita ser otimizado para que a  
425 enzima imobilizada apresente atividade remanescente maior e torne a aplicabilidade da  
426 enzima mais interessante. As enzimas, livre e imobilizada, apresentaram comportamento  
427 semelhante frente ao pH e temperatura e dessa forma a utilização da enzima imobilizada  
428 é mais viável, pelo fato da imobilização possibilitar seu reúso, diminuindo o custo do  
429 processo. Apesar da enzima imobilizada apresentar menor estabilidade térmica que a  
430 enzima livre isso só impede seu uso em temperaturas acima de 50 °C. O maior valor de  
431 Km foi o da enzima imobilizada, indicando que a imobilização influenciou na afinidade  
432 desta pelo ABTS, diminuindo-a. A partir destes resultados, pode-se constatar que a lacase  
433 *T. versicolor* M5 mantém seu potencial de uso pela imobilização e que a avaliação de  
434 outros parâmetros, como concentração do agente usado na reticulação e tempo de contato  
435 para formação dos agregados pode proporcionar uma imobilização mais eficiente o que  
436 contribuirá para seu melhor aproveitamento em processos biotecnológicos.

437

438 **5 Agradecimentos**

439 Os autores agradecem ao CNPQ, FA e PPG/UEM

440

441 **6 Referências**

442

443 ARSENAULT, A. et al. Laccase-based CLEAs: chitosan as a novel cross  
444 linking agent. **Enzyme Research**, v. 2011, 2011. DOI:[10.4061/2011/376015](https://doi.org/10.4061/2011/376015)

445

446 ASGHER, M. et al. Purification and characterization of manganese peroxidases from  
447 native and mutant *Trametes versicolor* IBL- 04. **Chinese Journal of Catalysis**, v. 37,  
448 p. 561–570, 2016. DOI 10.1016/S1872-2067(15)61044-0449 BALDRIAN, P. Fungal laccases: occurrence and properties. **FEMS Microbiology**  
450 **Reviews**, v. 30 n.2, p. 215-242, 2006. DOI 10.1111/j.1574-4976.2005.00010.x451 BAIL, J. Lacase e suas aplicações biotecnológicas: Uma revisão. **Revista**  
452 **Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**, v. 14, p. 21-30, 2020.453 BRADFORD, M. M. A rapid and sensitive method for the quantitation of  
454 microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding.  
455 **Analytical Biochemistry**, v.72, n.1-2, p.248-254, 1976. DOI 10.1016/0003-  
456 2697(76)90527-3457 BRADY, D.; JORDAAN, J. Advances in enzyme immobilization. **Biotechnology**  
458 **letters**, v. 31, p. 1639-1650, 2009. DOI 10.1007/s10529-009-0076-4.459 BRIJWANI, K.; RIGDON, A.; VADLANI, P. V. Fungal laccases: production, function,  
460 and applications in food processing. **Enzyme research**, v. 2010, 2010. DOI  
461 10.4061/2010/149748462 BRUGNARI, T. et al. A highly reusable MANAE-agarose-immobilized *Pleurotus*  
463 *ostreatus* laccase for degradation of bisphenol A. **Science of the Total**  
464 **Environment**, v. 634, p. 1346-1351, 2018. DOI 10.1016/j.scitotenv.2018.04.051.465 CABANA, H.; JONES, J. P.; AGATHOS, S. N. Preparation and characterization  
466 of cross-linked laccase aggregates and their application to the elimination of  
467 endocrine disrupting chemicals. **Journal of Biotechnology**, v. 132, n. 1, p. 23-31, 2007.  
468 DOI 10.1016/j.jbiotec.2007.07.948.469 DARONCH, N., KELBERT, M., SENNA, C., ARAUJO, P.H.H., OLIVEIRA, D.  
470 Elucidating the choice for a precise matrix for laccase immobilization: A review.  
471 **Chemical Engineering Journal**. 397. 125506., 2020. DOI 10.1016/j.cej.2020.125506.472 DOĞAN, T., et al. *Trametes versicolor* laccase immobilized poly (glycidyl  
473 methacrylate) based cryogels for phenol degradation from aqueous media. **Journal of**  
474 **Applied Polymer Science**, v. 132, n. 20, 2015. DOI 10.1002/app.41981.

- 475 FATHALI, Z. et al. Catalytic phenol removal using entrapped cross-linked laccase  
476 aggregates. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 122, p. 359–366,  
477 2019. DOI 10.1016/j.ijbiomac.2018.10.147.
- 478 GEOGHEGAN-QUINN, Máire. Innovating for sustainable growth: A Bioeconomy  
479 for Europe. Em: **Press conference, Brussels**, 2012.
- 480 HANEFELD, U.; GARDOSI, L.; MAGNER, E. Understanding enzyme  
481 immobilisation. **Chemical Society Reviews**, v. 38, n. 2, p. 453-468, 2009.  
482 DOI:10.1039/b711564b
- 483 HÄRING, D.; SCHREIER, P. Cross-linked enzyme crystals. **Current Opinion in**  
484 **Chemical Biology**, v. 3, n. 1, p. 35-38, 1999. DOI: 10.1016/s1367-5931(99)80007-6
- 485 OSMA, J.F., TOCA-HERRERA, J. L. RODRÍGUEZ-COUTO, S. Uses of laccases in the  
486 Food Industry. SAGE-Hindawi Access to Research Enzyme Research  
487 v. 2010, Article ID 918761, 8 p. DOI 10.4061/2010/918761
- 488 KUMAR, V.V. et al. Preparation and characterization of porous cross-linked  
489 laccase aggregates for the decolorization of triphenyl methane and reactive dyes.  
490 **Bioresource Technology**, v. 119, p 28-34, 2012. DOI: 10.1016/j.biortech.2012.05.078.
- 491 KO, E. M.; LEEM, Y. E.; CHOI, H. T. Purification and characterization of laccase  
492 isozymes from the white-rot basidiomycete *Ganoderma lucidum*. **Applied**  
493 **Microbiology and Biotechnology**, v. 57, n. 1, p. 98–102, 2001. DOI  
494 10.1007/s002530100727.
- 495 KOYANI, R.D. et al. Contribution of Lignin Degrading Enzymes in Decolourisation  
496 and Degradation of Reactive Textile Dyes. **International Biodeterioration &**  
497 **Biodegradation**, v. 77, p. 1-9, 2013. DOI 10.1016/j.ibiod.2012.10.006
- 498 KYOMUHIMBO, H. D. and BRINK, H. G. Applications and immobilization strategies  
499 of the copper-centered laccase enzyme; a review. **Heliyon**, v. 9, 2023. DOI:  
500 10.1016/j.heliyon.2023.e13156.
- 501 LASSOUANE, F., et al. A promising laccase immobilization approach for Bisphenol  
502 A removal from aqueous solutions, **Bioresource Technology**, v. 271, p.360-367, 2019.  
503 DOI: 10.1016/j.biortech.2018.09.129
- 504 LI, Y. et al. A Ca-alginate particle co-immobilized with *Phanerochaete chrysosporium*  
505 cells and the combined cross-linked enzyme aggregates from *Trametes versicolor*.  
506 **Bioresource Technology**, v. 198, p. 464-469, 2015. DOI 10.1016/j.biortech.2015.09.032.
- 507 MAJEAU, J-A; BRAR, S. K.; TYAGI, R. D. Laccases for removal of recalcitrant  
508 and emerging pollutants. **Bioresource Technology**, v.101, n. 7, p. 2331- 2350, 2010. DOI  
509 10.1016/j.biortech.2009.10.087.
- 510 MATIJOŠYTE, I. et al. Preparation and use of cross-linked enzyme aggregates  
511 (CLEAs) of laccases. **Journal of Molecular Catalysis B: Enzymatic**, v. 62, n.2, p. 142-  
512 148, 2010. DOI10.1016/j.molcatb.2009.09.019.

- 513 MOHIDEM, N. A.; MAT, H. The catalytic activity of laccase immobilized in sol-gel  
514 silica. **Journal of Applied Sciences**, v. 9, n. 17, p. 3141-3145, 2009. DOI:  
515 10.3923/jas.2009.3141.3145
- 516 NYANHONGO, G. S. et al. Decolorization of textile dyes by laccases from a newly  
517 isolated strain of *Trametes modesta*. **Water Research**, v. 36, N.6 p. 1449- 1456, 2002.  
518 DOI10.1016/S0043-1354(01)00365-7
- 519 NORSKER, M., JENSEN M., ADLER- NISSEN, Enzymatic gelation of sugar beet pectin  
520 in food products. **Food Hydrocolloids**, v. 14, p. 237–243, 2000. DOI 10.1016/S0268-  
521 005X(00)00016-3
- 522 PELÁEZ, F., MARTÍNEZ, M. J., MARTINEZ, A. T. Screening of 68 species  
523 of basidiomycetes for enzymes involved in lignin degradation. **Mycological Research**,  
524 v. 99, n. 1, p. 37-42, 1995. DOI 10.1016/S0953-7562(09)80313-4.
- 525 POINTING, S. B., JONES, E. B. G., and VRIJMOED, L. L. P., Optimization of  
526 laccase production by *Pycnoporus sanguineus* in submerged liquid culture. **Mycologia**,  
527 v. 92, n. 1, p. 139–144, 2000. DOI 10.2307/3761458.
- 528 REIDI, H. P. “Purificação, caracterização e imobilização de lacases de basidiomicetos  
529 e seu uso na degradação simultânea de rifampicina e isoniazida”. Dissertação (Mestrado  
530 em Ciência e Tecnologia Ambiental) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná,  
531 Curitiba, 2019.
- 532 RITTER, G., MAIER G., SCHOEPPLEIN, E., DIETRICH, H. The application of  
533 polyphenoloxidase in the processing of apple juice. **Bulletin de Liaison-Groupe**  
534 **Polyphenols**, v.16, p. 209–212, 1992.
- 535 SHELDON, R. A.; VAN PELT, S. Enzyme immobilization in biocatalysis: Why, what  
536 and how. **Chemical Society Reviews**, v. 42, n. 15, p. 6223–6235, 2013. DOI:  
537 10.1039/c3cs60075k.
- 538 SHELDON, R. A.; SCHOEVAART, R.; VAN LANGEN, L. M. Cross-linked  
539 enzyme aggregates (CLEAs): A novel and versatile method for enzyme immobilization  
540 (a review). **Biocatalysis and Biotransformation**, v. 23, n. 3-4, p. 141-147, 2005. DOI  
541 10.1080/10242420500183378
- 542 TALEKAR, S. et al. Parameters in preparation and characterization of cross linked  
543 enzyme aggregates (CLEAs). **RSC Advances**, v. 3, n. 31, p. 12485-12511, 2013.  
544 DOI:10.1039/C3RA40818C.
- 545 TIŠMA, M. et al. *Trametes versicolor* in lignocellulose-based bioeconomy: State of  
546 the art, challenges and opportunities. **Bioresource Technology**, v.330, p. 124997, 2021.  
547 DOI10.1016/j.biortech.2021.124997
- 548 UBER, T. M. et al. Comparative detoxification of Remazol Brilliant Blue R by free  
549 and immobilized laccase of *Oudemansiella canarii*. **Biocatalysis and**  
550 **Biotransformation**, v. 40, n. 1, p.17-28, 2020. DOI 10.1080/10242422.2020.1835873
- 551 VRŠANSKÁ, M. et al. Preparation and optimisation of cross-linked enzyme aggregates  
552 using native isolate White rot fungi *Trametes versicolor* and *Fomes fomentarius*

- 553 for the decolourisation of synthetic dyes. **International Journal of Environmental**  
554 **Research and Public Health**, v. 15, n. 1, p. 23, 2018. DOI: 10.3390/ijerph15010023
- 555 WANG, Q. et al. Activity of laccase immobilized on TiO<sub>2</sub>-montmorillonite  
556 complexes. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 14, n. 6, p. 12520-12532,  
557 2013. DOI 10.3390/ijms140612520.
- 558 WANG, Z., et al. The study of laccase immobilization optimization and stability  
559 improvement on CTAB-KOH modified biochar. **BMC Biotechnology**, v. 21, n. 47, p. 1-  
560 13, 2021. DOI 10.1186/s12896-021-00709-3
- 561 YANG, B. et al. Preparation of functionalized mesoporous silica as a novel carrier  
562 and immobilization of laccase, **Applied Biochemistry and Biotechnology**, v. 193, p.  
563 2547–2566, 2021. DOI 10.21203/rs.3.rs-196001/v1
- 564 YANG, J. et al. Immobilized *Cerrena* sp. laccase: Preparation, thermal inactivation,  
565 and operational stability in malachite green decolorization. **Scientific Reports**, v. 7, n. 1,  
566 p. 16429, 2017. DOI 10.1038/s41598-017-16771-x
- 567 ZERVA, A.; PENTARI, C. TOPAKAS, E. Crosslinked enzyme aggregates (CLEAs)  
568 of laccases from *Pleurotus citrinopileatus* induced in olive oil mill wastewater  
569 (OOMW). **Molecules**, v. 25, n. 9, p. 2221, 2020. DOI: 10.3390/molecules25092221.

## UTILIZAÇÃO DO ÓLEO DE AÇAÍ ENCAPSULADO COM POTENCIAL ANTIOXIDANTE EM LINGUIÇA FRESCAL

A. K. dos Santos<sup>1</sup>, N. M. da Silva<sup>1\*</sup>, M. A. Matiucci<sup>1</sup>, T. A. F. de Campos<sup>1</sup>, L. W. de B. S.<sup>1</sup>, C.

R. Alcalde<sup>2</sup>, A. C. Feihmann<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-graduação em Ciência de Alimentos/UEM, <sup>2</sup>Programa de Pós-graduação em Zootecnia/UEM

Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, CEP. 87020-900, Maringá - PR  
E-mail: natallyaengali@outlook.com

**Palavras-chave:** óleo vegetal, embutidos cárneos, compostos antioxidantes.

O cenário atual dos consumidores está incentivando a necessidade de produzir alimentos processados com a menor adição de aditivos sintéticos que são prejudiciais a saúde humana. Como consequência disso, os óleos de plantas e frutas com potencial antimicrobiano e antioxidante ganham uma nova tendência de uso no mercado alimentício. Recentemente, a capacidade antioxidante do fruto açaí e seus derivados têm gerado grande interesse como por exemplo o óleo e seu possível papel como alimento ou ingrediente alimentar. Diante das diversas possibilidades do uso de óleo de açaí na indústria de alimentos, o presente trabalho teve o intuito de utilizar o óleo de açaí encapsulado em linguiça suína frescal como substituto de antioxidantes sintéticos, bem como avaliar as características microbiológicas, físico-químicas, oxidação lipídica e proteica, perfil de ácidos graxos e análise sensorial do produto sob congelamento por 90 dias de armazenamento. Foram desenvolvidos quatro tratamentos: C: sem adição de cápsulas de óleo de açaí, T1: com adição de 1,5g/kg de cápsulas de óleo de açaí, T2: com adição de 2,5g/kg de cápsulas de óleo de açaí, T3: com adição de 3,5g/kg de óleo de açaí. kg de cápsulas de óleo de açaí. O teor lipídico aumentou com a adição das cápsulas de óleo de açaí e os resultados microbiológicos estiveram de acordo com a legislação. Houve melhora no perfil de ácidos graxos com a incorporação de cápsulas de óleo de açaí, com maior teor de ácidos graxos insaturados. As cápsulas de óleo de açaí reduziram a oxidação, principalmente a oxidação de proteínas, e não interferiram nas características sensoriais. Os parâmetros de cor e textura foram afetados pela incorporação das cápsulas e pelo tempo de armazenamento. Portanto, a incorporação de cápsulas de óleo de açaí mostrou-se eficaz na melhoria da oxidação de embutidos frescos, bem como na melhoria do perfil de ácidos graxos, tornando o produto mais saudável.

## **ESTUDO DE CONDIÇÕES DE ARMAZENAMENTO E VIDA DE PRATELEIRA DE RESÍDUO DE MILHO**

Adriely Cristina dos Santos DAL/CTC/UEM; Luisa Natsumi Uda DAL/CTC/UEM; Amábile Mariano Marques DAL/CTC/UEM; Jaqueline Rocha Ferreira PEG/DAL/CTC/UEM; Mônica Regina da Silva Scapim PEG/DAL/CTC/UEM

Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, Bloco 13, CEP. 87020-900, Maringá - PR  
E-mail: ra126662@uem.br

### **RESUMO**

Com grande interesse econômico, o gérmen de milho vem sendo utilizado em diversas áreas produtivas, como na extração do óleo e antioxidantes, além da produção de ração. O gérmen é encontrado na parte interna do grão de milho, sendo rico em proteínas, lipídeos e fibras. Devido a sua composição, o armazenamento deve ser realizado de forma adequada para que sua qualidade não seja afetada. Este estudo teve como objetivo analisar o armazenamento e vida de prateleira do resíduo de milho, formado pelo gérmen e pericarpo, e assim encontrar formas de aumentar o seu shelf life. O trabalho foi realizado em parceria com uma indústria da região que processa o milho em diferentes granulometrias, tendo linhas industriais, para o varejo e para a ração animal. Em visita realizada na indústria, foram coletadas informações sobre o processo produtivo e realizado o levantamento dos fatores que poderiam influenciar na qualidade e conservação dos resíduos de milho por longo período de armazenamento, reduzindo seu valor comercial. A partir da coleta de amostras em diferentes etapas do processo de produção (pré-secador, pós-secador e silo) do resíduo na indústria foram realizadas análises de proteína, cinzas, lipídeos, acidez, umidade e pH para identificar alterações no produto. Sendo identificado o silo como ponto crítico no armazenamento, foram realizados testes com a adição de antioxidante (BHA +BHT), e armazenamento do produto sobre diferentes temperaturas (15, 25 e 35°C), durante 6 dias, com análises diárias de pH e acidez. O aumento da temperatura aumentou a energia de ativação. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste Tukey ( $p < 0,05$ ), e os resultados demonstraram que o antioxidante não foi tão efetivo para conservar o resíduo durante o armazenamento.

**Palavras chave:** resíduo agroindustrial, oxidação lipídica, qualidade.

# CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DO PÓ RESIDUAL DO PROCESSAMENTO DE ERVA-MATE

G. dos S. C. Villegas<sup>1</sup>; M. C. M. Borbardelli<sup>2</sup>; V. Kotovicz<sup>2</sup>; J. M. F. Rodriguez<sup>2</sup> e R. L. Kruger<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Aluno DEALI/SEET/UNICENTRO, <sup>2</sup> Docente DEALI/SEET/UNICENTRO  
Universidade Estadual do Centro Oeste, Alameda Élio Antonio Dalla Vecchia, 838,  
Bloco 4, CEP. 85040-167, Guarapuava - PR  
E-mail: rkruger@unicentro.br

**Palavras-chave:** reaproveitamento, segurança alimentar, composição centesimal

Durante o processamento da erva-mate, uma parte do material processado não atende às exigências de mercado em termos de granulometria. As partículas fora de padrão, classificadas como resíduo, correspondem a aproximadamente 2 % da produção em massa. A fração residual aparentando um “pó” e tem como atual destino o uso como combustível de caldeiras, o que pode representar um problema ambiental ou, pelo menos, a perda de seu potencial de aplicação. Assim, este projeto visou caracterizar este subproduto para posterior aplicação, em projetos futuros, deste em produtos alimentícios, como bebidas energéticas, por exemplo. Os resultados mostraram que o resíduo tem propriedades de composição centesimal muito próximas ao da erva-mate (matriz) indicando que as propriedades bioativas (caféina, rutina e compostos fenólicos, por exemplo) provavelmente também permanecem. As análises físico-químicas foram baseadas em metodologias citadas por Adolfo Lutz (2008). Os resultados obtidos na caracterização da composição centesimal foram: 7,2% de umidade (em estufa a 105°C até peso constante), 3,3 % de lipídeos (método de Soxhlet, utilizando éter de petróleo como solvente), 11,7 % de proteínas (método de Kjeldahl), 7,5 % de minerais totais (cinzas) (em mufla a 550°C por 8h) e 70,3 % de carboidratos totais (estimado por diferença). As análises microbiológicas utilizaram contagem em placas seguindo metodologia de Silva *et al.* (2017) e mostraram baixas contagens para dois grupos de microorganismos importantes na avaliação da segurança alimentar (bactérias e leveduras totais:  $7 \times 10^2$  UFC/g e bactérias mesófilas totais:  $1,3 \times 10^3$  UFC/g). A Organização Mundial da Saúde (OMS) estabelece para chás consumidos na forma de infusão as contagens de bactérias mesófilas totais com limite máximo de  $10^7$  UFC/g e de bolores e leveduras com limite máximo de  $10^4$  UFC/g. Com base nesta informação, o produto analisado, apresentou resultados de contagem microbiológica abaixo dos limites máximos permitidos. Assim, espera-se, que futuramente, a biotransformação de resíduos de erva-mate possibilite a geração de novas receitas para indústria e produtores.

# PROCESSO DE HIDRATAÇÃO DE GRÃOS DE MALTE

A. S Vornes Jr.<sup>1</sup>, C. Kojo<sup>1</sup>, L. R. Gelenski Neto<sup>2</sup>, A. R. C. de Souza<sup>3</sup>, C. M. Zanette<sup>3</sup>, R. L. Kruger<sup>3</sup> e V. Kotovicz<sup>3</sup>, M. C. M. Bombardelli<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Aluno DEALI/UNICENTRO, <sup>2</sup>Aluno do programa PIBIC-EM, <sup>3</sup>Docente  
DEALI/UNICENTRO

Universidade Estadual do Centro-Oeste, Alameda Élio Antonio Dalla Vecchia, 838,  
Bloco 4, CEP. 85040-167, Guarapuava - PR  
E-mail\*: mmesomo@unicentro.br

**Palavras-chave:** Cinética de hidratação, *Pale Ale*, *Pilsen*.

Para otimização de processos e obtenção de alimentos de qualidade se faz necessário compreender as particularidades da matriz, como composição, estrutura e umidade inicial dos grãos, e as condições das operações aplicadas. Na hidratação, a quantidade de água absorvida e a taxa com que este fenômeno ocorre é totalmente dependente do binômio tempo e temperatura que, de acordo com as condições empregadas, terão resultados favoráveis na expansão dos grãos, umidade final desejada, qualidade fisiológica e sensorial do produto. Deste modo as duas variedades de malte (*Pale Ale* e *Pilsen*), obtidos de um único lote fornecido pela Cooperativa Agrária, localizada na cidade de Guarapuava-PR, foram analisadas por meio da construção de uma cinética de hidratação, que consistiu em avaliar se havia diferença na capacidade máxima de hidratação entre as duas variedades. Ambos os maltes apresentaram comportamento similar no processo de hidratação, tendo sido o potencial máximo de hidratação obtido após 12 horas de imersão em temperatura fixa de 25°C. A umidade inicial dos grãos de malte *Pale Ale* foi de aproximadamente  $4,99 \pm 0,39$  %, e percebe-se que após 12 horas, sua umidade estabilizou em aproximadamente  $51,10 \pm 1,87$  %. Comportamento semelhante foi observado para as amostras de malte *Pilsen*, onde as amostras saíram da umidade inicial de  $5,12 \pm 0,27$  %, chegando em  $50,35 \pm 1,71$  % após 12h de processo. Embora após 24 horas a umidade das duas amostras de malte tenha subido para aproximadamente 5%, o tempo não foi considerado adequado, devido ao fato de após 12 horas iniciava-se o processo de fermentação dos grãos.

# DETERMINAÇÃO DE ÁCIDO DOCOSAHEXAENÓICO (DHA) EM FÓRMULAS INFANTIS SEM LACTOSE EM RELAÇÃO AO LEITE MATERNO

L.C. Muxfeldt<sup>1</sup>, P.D.S. Santos<sup>2</sup>, C.R. Silva<sup>3</sup>, O.O Santos Júnior<sup>4</sup>, J.E.L. Visentainer<sup>5</sup>, J.V. Visentainer<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Mestranda PPC/UEM, <sup>2</sup>Pós doutoranda DQI/UEM, <sup>3</sup> Doutoranda PPC/UEM, <sup>4</sup>Docente PPC/UEM, <sup>5</sup>Docente PBF/UEM, <sup>6</sup>Docente PPC/UEM  
Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, Bloco D90, CEP. 87020-900, Maringá - PR  
E-mail: luanacmuxfeldt@gmail.com

**Palavras-chave:** ácido docosahexaenóico, fórmula infantil, leite materno.

As fórmulas infantis rotuladas como "sem lactose" são indicadas para recém-nascidos que necessitam de dietas restritas a esse componente devido a intolerância alimentar, digestibilidade comprometida e imaturidade intestinal, que interfere na produção da enzima lactase pelo intestino. Nesse processo, o soro de leite é quebrado em peptídeos menores, resultando em um produto com maior pureza e uma quantidade muito baixa de lactose, o que minimiza complicações para bebês com intolerância alimentar ou imaturidade intestinal. Já o ácido docosahexaenóico (DHA) é um ácido graxo essencial da família do ômega-3 que está relacionado ao desenvolvimento neuronal e cognitivo, sendo que sua falta até os 6 meses afeta o número de sinapses, menor quantidade de células nervosas, baixa produção de neurotransmissores e maturação inadequada da retina, e por esse motivo a Associação Brasileira de Nutrologia (ABRAN) orienta o consumo de 0,2 a 0,5% do total de lipídios durante os seis primeiros meses de vida. Este trabalho teve como objetivo determinar a quantidade de DHA presente em fórmulas infantis sem lactose comercializadas no mercado brasileiro e comparar com as quantidades encontradas no leite humano. Para este estudo foram selecionadas duas fórmulas infantis sem lactose, chamadas de amostra A e B e um pool de leite humano do Banco de Leite do Hospital Universitário de Maringá. As fórmulas foram diluídas conforme as recomendações do fabricante. As extrações de lipídios foram feitas através da metodologia de Folch reduzido (1957), após foi realizada a metilação ISO 2966/2017 e, posteriormente, as amostras foram injetadas na cromatografia em fase gasosa com detector de ionização em chama (DIC). Os resultados mostram que a fórmula A, composta principalmente por maltodextrina, oleína de palma, proteína do soro de leite hidrolisado e óleo da alga *Cryptocodinium cohnii* como fonte de DHA, possui 0,1857 mg/g de lipídio de DHA. Por outro lado, a fórmula B, que contém xarope de glicose, proteína hidrolisada do soro de leite, óleo de peixe e óleo de *Mortirella alpina* como fonte de ácidos graxos essenciais, possui 0,1206 mg/g de lipídio de DHA. Comparativamente, o leite materno apresenta 0,2142 mg/g de lipídio de DHA, demonstrando uma quantidade superior desse ácido graxo da família ômega-3 em relação às fórmulas infantis sem lactose. Essa diferença pode ter impactos no desenvolvimento e crescimento das crianças, especialmente em níveis neuronal, intestinal e da saúde ocular. Além disso, a biodisponibilidade dos nutrientes nas fórmulas infantis é uma preocupação, já que a absorção do DHA pode variar dependendo das proporções dos outros ingredientes do produto, como proteínas e fibras, além da imaturidade intestinal dos bebês. Portanto, o aleitamento materno continua sendo recomendado como a melhor opção para crianças com intolerância à lactose, pois mesmo as fórmulas sem lactose enriquecidas com fontes de DHA não alcançam a quantidade e a biodisponibilidade presentes no leite materno.

# ORIENTAÇÃO DE BOAS PRÁTICAS DE FABRICAÇÃO PARA PEQUENOS PRODUTORES DE ALIMENTOS DE GUARAPUAVA, PARANÁ

V. C. Borszowski<sup>1</sup>, M. C. M. Bombardelli<sup>2</sup> e Kruger, R.L.<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>Aluno Vinicius Caitano Borszowski DEALI/SEET/UNICENTRO, <sup>2</sup>Docente Prof. Dra. Michele C. Mesomo Bombardelli DEALI/SEET/UNICENTRO, <sup>3</sup>Docente Prof. Dra. Roberta Letícia Kruger DEALI/SEET/UNICENTRO. Universidade Estadual do Centro-Oeste, Rua Alameda Élio Antônio Dalla Vecchia, 838. 85040-167, Guarapuava - PR  
E-mail:viniborsz@hotmail.com

**Resumo:** As Boas práticas de Fabricação (BPF) são fundamentais para a produção de um alimento seguro e do ponto de vista prático são ações simples, entretanto apresentam conceitos complexos intrínsecos e parâmetros são exigidos por Legislação quando se trata para a produção e ou manipulação de alimentos para comercialização. Logo, as indústrias de alimentos realizam treinamentos de forma frequente para seus colaboradores, entretanto os produtores de alimentos de pequeno porte têm contato e hábito de BPF oriunda, normalmente, de fontes não científicas, pois as informações fluem com uma velocidade muito rápida nas redes sociais e estes, podem não apresentar uma visão crítica sobre. Diante deste cenário, desconhecem dos conceitos centrais que permeiam as BPF e as legislações vigentes. Assim, a frente desta problemática foi organizado um treinamento em parceria com o Projeto Paraná mais Orgânico da Universidade Estadual do Centro-oeste – UNICENTRO, ao qual foi realizada uma apresentação expositiva oral sobre conceitos fundamentais sobre BPF e atividades práticas e ademais, foram coletados dados com os participantes, a partir de formulários *online* com perguntas, objetivas, como: se o conteúdo apresentado foi relevante, se foi possível aplicar na rotina e se indicaria o treinamento para outros produtores de pequeno porte. Logo, foram impactos 46 produtores de alimentos orgânicos, durante 4hr de treinamento abordando os seguintes conteúdos: Legislações que fundamentam as BPF, a produção de alimentos orgânicos, sobre a potabilidade da água e produtos de higienização, apresentação sobre os tipos de perigos envolvidos na produção de alimentos e os respectivos impactos na saúde do consumidor se as BPF não forem colocadas em práticas, divulgação sobre os tipos de higiene e a respectiva higienização das mãos e vegetais e por fim sobre o armazenamento e as embalagens para as frutas e hortaliças orgânicas. Sobre os dados coletados no formulário *online* demonstrou que todos que todos que responderam consideram as informações apresentadas importantes, aplicáveis a sua rotina e se demonstraram interessados em realizar outros treinamentos, como: elaboração de conservas vegetais, geleias, doces em calda e pautas com conceitos mais técnicos, financeiro dentro da área de alimentos. Portanto, diante desta demanda do Projeto Paraná mais Orgânico e do objetivo do projeto de extensão foi possível realizar atividades extensionistas e proporcionar a disseminação de conhecimento seguro e fundamentado cientificamente e legalmente sobre as BPF para um grupo da sociedade que faz uso de seus conceitos de forma diária, ou seja, os produtores de alimentos orgânicos que tem alto grau de impacto seja na questão econômica quanto na saúde e com as informações coletadas com os mesmos diversos projetos de extensão poderiam ser desenvolvidos e aplicados, conforme a real demanda dos mesmo, assim apresentando projetos a sociedade que sejam aplicáveis e impactem diretamente e positivamente na seguridade do seu empreendimento e do alimento.

**Palavras-chave:** Segurança alimentar, treinamento, pequenos produtores.

# Bioativos da fração solúvel dos resíduos da pupunheira (*Bactris gasipaes* Kunth.)

N. L. Heinen<sup>1</sup>, J. R. dos Santos Filho<sup>2</sup>, A.C. Polo<sup>3</sup>, R. Castoldi<sup>4</sup>, C.G. Marques de Souza<sup>4</sup>, C.V. Helm<sup>5</sup>, R.C.G. Corrêa<sup>6</sup>, A. Bracht<sup>4</sup>, R. M. Peralta<sup>7</sup>

<sup>1</sup>Aluna DBQ/UEM, <sup>2</sup>Pós-doc PBQ/UEM, <sup>3</sup>Aluna PPC//UEM, <sup>4</sup>Docente DBQ/PBQ/UEM, <sup>5</sup>Pesquisador EMBRAPA-Colombo, <sup>6</sup>Docente UNICESUMAR, <sup>7</sup>Docente DBQ/PBQ/PPC/UEM  
Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, Bl. I89, CEP. 87020-900, Maringá - PR  
E-mail: rmperalta@uem.br

**Palavras-chave:** resíduos agrícolas, sólidos solúveis, *upcycling*, pectina, polissacarídeos, prebióticos

O Brasil é o maior produtor, consumidor e exportador de palmito, com destaque ao palmito pupunha (*Bactris gasipaes*), cujo tronco, ao contrário do palmito juçara que morre após a colheita do palmito, tem vantagem de rebrotar após a colheita do palmito. No processamento industrial do palmito pupunha, cerca de 37 % da matéria vegetal é designada como resíduo e destinada para a atualidade para a produção de fertilizantes e rações. Entretanto grande parte desse bioresíduo permanece no local, que por ser de material fibroso lignocelulósico tem demorada decomposição no ambiente. Tendo em vista os conceitos sustentáveis em torno da economia circular e *upcycling*, torna-se fundamental o conhecimento dos resíduos gerados no processo de produção do palmito pupunha, o que possibilita a agregação de valor a estes resíduos agrícolas, que podem passar a ser uma alternativa menos poluente, renovável e de baixo custo para obtenção de matérias-primas e de produtos químicos mais sustentáveis. O objetivo deste projeto foi obter os sólidos solúveis dos bioresíduos da pupunha e quantificar os fenólicos totais, carboidratos totais e carboidratos redutores além de avaliar o potencial antioxidante do material. Utilizou-se a extração aquosa a quente para extração dos sólidos solúveis. A 10 g de bioresíduo triturado adicionou-se um volume de 100 mL de água destilada e a mistura foi autoclavada por 15 min. O material foi filtrado e o líquido obtido contendo os sólidos solúveis foi liofilizado e pesado. Os seguintes compostos foram quantificados no filtrado: fenólicos totais (método de Folin-Ciocalteu), carboidratos totais (método da antrona) e açúcares redutores (método do ácido 3,5-dinitrosalicílico). Atividade antioxidante foi avaliada pelo método do DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazil). Para avaliação dos polissacarídeos solúveis totais, a 50 mL do filtrado adicionou-se 150 mL de etanol absoluto e a mistura foi mantida em geladeira over night. O material foi centrifugado a 4000 rpm por 30 min, seco e pesado. Pectina foi precipitada na forma de pectato de cálcio, seca e pesada. Sólidos solúveis totais (SST) pesaram 3,31 g representando 33,10% do bioresíduo e contém: 27,24 mg de fenólicos totais/g SST; 708 mg de carboidratos totais/g SSF e 2,61 mg de açúcares redutores/g SST. Polissacarídeos solúveis (provavelmente pectina e xilana) precipitados com etanol pesaram 3,06 g representando 30% dos SST e pectina precipitada na forma de pectato de cálcio pesou 1,32 g representando 13,32% dos SST. Em relação a atividade antioxidante, a eficiência do sequestro de radicais DPPH foi de 30,62%. Esse valor pode estar subestimado devido à forma utilizada na extração do material (extração aquosa a quente). Concluindo, é possível avaliar que os sólidos solúveis do resíduo da pupunheira são uma fonte principalmente de polissacarídeos solúveis apresentando potencial para ser explorado como uma nova fonte de prebióticos possível de ser utilizada no enriquecimento de alimentos.

**Apoio financeiro:** CNPq, CAPES, Fundação Araucária, UEM