



Universidade Federal de Pernambuco
Centro de Biociências
Curso de Graduação em Biomedicina (Bacharelado)

PEDRO HENRIQUE DE ALMEIDA MOURA NUNES

**EFEITO PREBIÓTICO DO POLISSACARÍDEO DO
EXSUDATO DE *Parkia pendula* NA MODULAÇÃO DA
MICROBIOTA INTESTINAL DE CAMUNDONGOS**

Recife
2025

PEDRO HENRIQUE DE ALMEIDA MOURA NUNES

**EFEITO PREBIÓTICO DO POLISSACARÍDEO DO
EXSUDATO DE *Parkia pendula* NA MODULAÇÃO DA
MICROBIOTA INTESTINAL DE CAMUNDONGOS**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Graduação em
Biomedicina da Universidade Federal de
Pernambuco, como pré-requisito à
obtenção do título de Bacharel em
Biomedicina.

Orientador: Paulo Antônio Galindo Soares
Coorientador: José Josenildo Batista

Recife
2025

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do programa de geração automática do SIB/UFPE

Nunes, Pedro Henrique de Almeida Moura.
EFEITO PREBIÓTICO DO POLISSACARÍDEO DO EXSUDATO DE
Parkia pendula NA MODULAÇÃO DA MICROBIOTA INTESTINAL DE
CAMUNDONGOS / Pedro Henrique de Almeida Moura Nunes. - Recife, 2025.
66 p. : il., tab.

Orientador(a): Paulo Antônio Galindo Soares
Cooorientador(a): José Josenildo Batista
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de
Pernambuco, Centro de Biociências, Biomedicina, 2025.
Inclui referências, anexos.

1. Disbiose. 2. Fermentação. 3. Fibras vegetais. 4. Homeostase intestinal. 5.
Modulação microbiológica. I. Soares, Paulo Antônio Galindo. (Orientação). II.
Batista, José Josenildo. (Cooorientação). IV. Título.

570 CDD (22.ed.)

PEDRO HENRIQUE DE ALMEIDA MOURA NUNES

**EFEITO PREBIÓTICO DO POLISSACARÍDEO DO EXSUDATO DE
Parkia pendula NA MODULAÇÃO DA MICROBIOTA INTESTINAL DE
CAMUNDONGOS**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Graduação
em Biomedicina da Universidade
Federal de Pernambuco, como
pré-requisito à obtenção do título de
Bacharel em Biomedicina.

Aprovada em: ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Orientador: Prof. Dr. Paulo Antônio Galindo Soares
Universidade Federal de Pernambuco/ Departamento de Bioquímica

Profa. Dra. Kátia Alves Ribeiro
Universidade Federal de Pernambuco/ Departamento de Bioquímica

Profa. Dra. Maria Isabela Ferreira de Araújo
Universidade Federal de Pernambuco/ Departamento de Bioquímica

Dedico este trabalho a minha família, amigos e orientadores, que me serviram de inspiração e participaram ativamente na minha vida e formação académica.

AGRADECIMENTOS

Aos meus orientadores Prof. Dr. Paulo Antônio Galindo Soares e Prof. Me. José Josenildo Batista por terem aceitado me guiar durante todos estes anos, por acreditarem no meu potencial e por tanto me inspirarem a ser um ótimo profissional.

A banca examinadora, Dra. Kátia Alves Ribeiro e Dra. Maria Isabela Ferreira de Araújo, por disponibilizarem o seu tempo, participarem nesta etapa da minha formação e por seus conselhos preciosos.

Os amigos que fiz no Laboratório de Biotecnologia (LaBiotec), com os quais tive o prazer de acompanhar suas pesquisas, tirar inúmeras dúvidas e, claro, dar boas risadas.

Aos meus pais, Pedro e Geneilza, aos meus irmãos, Yasmin e Guilherme, e a toda a minha família por sempre me incentivarem a seguir meus sonhos, por todo apoio, amor e carinho. Vocês certamente foram essenciais para a superação dos dias difíceis.

A minha esposa, Ana Paula, que esteve presente desde o momento que optei pela biomedicina. Você sempre esteve ao meu lado nos bons e maus momentos, seu amor foi essencial nos meus dias de tristeza. Seus conselhos sempre foram os melhores. Você sempre me fez uma pessoa melhor, me ajudou muito a iniciar a busca pelos meus sonhos e nunca deixou faltar apoio e carinho mesmo em dias insuportáveis. Muito obrigado por estar presente na minha vida, você é o motivo das minhas conquistas.

Aos queridos amigos que fiz na faculdade - Yuri, Nathalia, Rhaissa, Karen, Isabella e Bruno - e aos que já estão na minha vida a muito tempo - Kaio Eduardo, Caio Pietro, Lucinaldo e Pedro. Sempre fui uma pessoa muito tímida, mas vocês sempre se esforçaram para manter esta amizade incrível. Agradeço imensamente a todos por todo o apoio, conselhos, incentivo e por estarem presentes em todos os momentos bons e ruins pelos quais passamos. A amizade de vocês é muito especial para mim. Todos vocês se tornaram minha família, muito obrigado por participarem desta conquista, guardarei essas memórias em meu coração. Meus sinceros agradecimentos a todos que participaram direta ou indiretamente desta conquista.

DE ALMEIDA MOURA NUNES, Pedro Henrique. **Efeito prebiótico do polissacarídeo do exsudato de *Parkia pendula* na modulação da microbiota intestinal de camundongos.** 2025. 66. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Biomedicina) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2025.

RESUMO

A microbiota intestinal compreende um conjunto de microrganismos presentes no trato gastrointestinal, exercendo funções metabólicas e preventivas à mucosa. Seu desequilíbrio resulta na disbiose, uma condição que favorece o surgimento de diversas patologias. Nesse sentido, fibras polissacarídicas de origem vegetal têm apresentado efeitos benéficos na manutenção da microbiota. Diante disso, o presente trabalho objetivou avaliar a composição química e o efeito prebiótico e fermentativo *in vivo* do polissacarídeo do exsudato de *Parkia pendula*. O exsudato de *P. pendula* foi processado em água destilada e submetido à precipitação etanólica (99 %) para obtenção do polissacarídeo do exsudato de *P. pendula* (PePp). O PePp foi submetido à quantificação do teor de carboidratos, ácidos urônicos, fenóis e proteínas totais. A atividade prebiótica *in vitro* frente a cepas de *Lactobacillus* e *Bifidobacterium* foi realizada em caldo MRS e o crescimento foi analisado nos tempos de 0, 12, 24 e 48 h. Para o teste de fermentação *in vivo* (CEUA/UFPE: 0052/2023), foi utilizado camundongos BALB/C fêmeas (n=7). Os grupos experimentais (controle negativo, inulina e PePp) foram tratados diariamente durante 20 dias por gavagem gástrica. A ingestão de água, consumo de alimento e massa corporal dos animais foram avaliados diariamente a partir do início do tratamento. Para cada grupo de tratamento, foi avaliado o pH fecal, a glicemia, a análise microbiológica das fezes dos animais e a quantificação dos ácidos graxos de cadeia curta (AGCC). A extração do PePp apresentou um rendimento de $48,2 \pm 0,84\%$, com uma concentração de $79,2 \pm 0,77\%$ de carboidratos totais, $11 \pm 0,22\%$ de ácidos urônicos, e baixas concentrações de polifenóis ($2,72 \pm 0,06$ mg/g em GAE) e proteínas ($1,2 \pm 0,62\%$) totais. PePp estimulou o crescimento de *L. rhamnosus*, *L. brevis*, *L. plantarum*, *L. casei*, *L. paracasei*, *B. longum* e *B. adolescentis* após 24 horas de incubação, indicando seu potencial prebiótico *in vitro*. *In vivo*, o peso corporal, consumo de água, ração e glicemia nos dias 0 e após 20 dias do experimento não manifestaram variação significativa em relação ao controle negativo. PePp reduziu o pH fecal (de 7,46-7,67 a 7,03-7,10) e aumentou significativamente o teor de AGCC totais, ácidos acético, propiônico e isobutírico, em todas as doses. A avaliação da microbiota revelou a elevação de microrganismos anaeróbios em detrimento dos aeróbios e uma maior diversidade de crescimento por parte do PePp, com predomínio no meio MRS anaeróbio. Esses achados fornecem um suporte científico para a utilização do PePp como prebiótico, potencializando a bioeconomia local de prebióticos naturais.

Palavras-chave: Disbiose; Fermentação; Fibras vegetais; Homeostase intestinal; Modulação microbiológica.

DE ALMEIDA MOURA NUNES, Pedro Henrique. **Prebiotic effect of *Parkia pendula* exudate polysaccharide on the modulation of the intestinal microbiota of mice.** 2025. 66. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Biomedicina) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2025.

ABSTRACT

The intestinal microbiota comprises a set of microorganisms present in the gastrointestinal tract, performing metabolic and preventive functions on the mucosa. An imbalance results in dysbiosis, a condition that favors the emergence of various pathologies. In this sense, plant-based polysaccharide fibers have shown beneficial effects on maintaining the microbiota. Therefore, this study aimed to evaluate the chemical composition and the *in vivo* prebiotic and fermentative effects of the exudate polysaccharide of *Parkia pendula*. The exudate of *P. pendula* was processed in distilled water and subjected to ethanol precipitation (99%) to obtain the exudate polysaccharide of *P. pendula* (PePp). The content of carbohydrates, uronic acids, phenols, and total proteins was quantified in the PePp. The *in vitro* prebiotic activity against *Lactobacillus* and *Bifidobacterium* strains was performed in MRS broth, and growth was analyzed at 0, 12, 24, and 48 h. Female BALB/C mice (n=7) were used for the *in vivo* fermentation test (CEUA/UFPE: 0052/2023). The experimental groups (negative control, inulin, and PePp) were treated daily for 20 days by gastric gavage. Water intake, food consumption, and body mass were assessed daily from the beginning of treatment. For each treatment group, fecal pH, blood glucose, microbiological analysis of feces, and quantification of short-chain fatty acids (SCFA) were evaluated. The extraction of PePp showed a yield of $48.2 \pm 0.84\%$, with a concentration of $79.2 \pm 0.77\%$ of total carbohydrates, $11 \pm 0.22\%$ of uronic acids, and low concentrations of polyphenols (2.72 ± 0.06 mg/g in GAE) and proteins ($1.2 \pm 0.62\%$). PePp stimulated the growth of *L. rhamnosus*, *L. brevis*, *L. plantarum*, *L. casei*, *L. paracasei*, *B. longum* and *B. adolescentis* after 24 hours of incubation, indicating its prebiotic potential *in vitro*. *In vivo*, body weight, water consumption, feed and blood glucose on days 0 and after 20 days of the experiment did not show significant variation in relation to the negative control. PePp reduced fecal pH (from 7.46-7.67 to 7.03-7.10) and significantly increased total SCFA, acetic, propionic, and isobutyric acid levels at all doses. Microbiota assessment revealed increased anaerobic microorganisms over aerobic ones and greater growth diversity with PePp, with a predominance in the anaerobic MRS medium. These findings provide scientific support for the use of PePp as a prebiotic, enhancing the local bioeconomy of natural prebiotics.

Key words: Dysbiosis; Fermentation; Vegetable fibers; Intestinal homeostasis; Microbiological modulation.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Microbiota intestinal e seus metabólitos produzidos.	16
Figura 2 – Parede celular vegetal.	23
Figura 3 – Espécie vegetal de <i>Parkia pendula</i> .	25
Figura 4 – Linha do tempo do experimento de fermentação <i>in vivo</i> .	30
Figura 5 – Efeito do polissacarídeo do exsudato de <i>Parkia pendula</i> (PePp) no crescimento de <i>Lactobacillus sp.</i> e <i>Bifidobacterium sp.</i> em meio MRS.	35
Figura 6 – Glicemia de camundongos BALB/c durante o tratamento oral com o polissacarídeo do exsudato de <i>Parkia pendula</i> (PePp)	39
Figura 7 – Determinação do pH fecal de camundongos BALB/c antes e após administração oral do polissacarídeo do exsudato de <i>Parkia pendula</i> (PePp) por 20 dias consecutivos.	41
Figura 8 – Concentração de AGCC totais (A) e ácidos acético (B), propiônico (C) e isobutírico (D) como produtos de fermentação do polissacarídeo do exsudato de <i>Parkia pendula</i> (PePp) em comparação com os grupos controle negativo (CN) e inulina (controle positivo).	42
Figura 9 – Composição da microbiota intestinal de camundongos durante a fermentação com polissacarídeo de exsudato de <i>Parkia pendula</i> (PePp).	44

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Rendimento e composição química do polissacarídeo de 33
exsudato de *Parkia pendula* (PePp).

Tabela 2 – Peso corporal, consumo de alimento e ingestão de água durante 38
20 dias consecutivos de administração oral do polissacarídeo de exsudato de
Parkia pendula (PePp) em camundongos.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

PePp	Polissacarídeo de exsudato de <i>Parkia pendula</i>
AGCC	Ácidos graxos de cadeia curta
IL-6	Interleucina-6
TNF- α	Fator de necrose tumoral
IL-10	Interleucina-10
MRS	Caldo Man, Rogosa e Sharp
AS	Ágar sangue
MAC	Ágar MacConkey
GYP	Extrato de glicose, levedura e peptona
EA	Aeróbico
ANE	Anaeróbico

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
2.1 Microbiota Intestinal	14
2.2 Disbiose	16
2.2.1 Fatores intrínsecos e ambientais	16
2.2.2 Dieta	17
2.2.3 Medicamentos	18
2.3 Modulação da Microbiota	19
2.3.1 Probióticos	19
2.3.2 Prebióticos	20
2.4 Polissacarídeos	22
2.5 <i>Parkia pendula</i>	24
3 OBJETIVOS	27
3.1 Objetivo Geral	27
3.2 Objetivos Específicos	27
4 METODOLOGIA	28
4.1 Materiais	28
4.2 Extração de Polissacarídeos	28
4.3 Composição Química	28
4.4 Microrganismos	29
4.5 Atividade Prebiótica do PePp	29
4.6 Animais	29
4.7 Fermentação <i>In Vivo</i> do PePp	30
4.8 Determinação do Índice Glicêmico	31
4.9 Determinação do pH Fecal	31
4.10 Determinação dos Ácidos Graxos de Cadeia Curta (AGCC)	31
4.11 Método Dependente de Cultura para Determinação da Microbiota	31
4.12 Análise Estatística	32
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
5.1 Obtenção e Caracterização Química dos PePp	33
5.2 Atividade Prebiótica do PePp	35

5.3 Fermentação <i>In Vivo</i> do PePp	37
5.4 Avaliação da Microbiota	44
6 CONCLUSÃO	47
REFERÊNCIAS	48
ANEXOS	65
ANEXO A - Cópia do Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da UFPE	66

1 INTRODUÇÃO

A microbiota intestinal é composta por uma complexa comunidade de microrganismos, incluindo bactérias, vírus e fungos, que habitam o lúmen do intestino e exercem funções essenciais à saúde do hospedeiro (Wu et al., 2025). Dentre suas principais atribuições, destaca-se a absorção de nutrientes (He et al., 2025) e a produção de ácidos graxos de cadeia curta, os quais promovem a integridade da mucosa intestinal e melhoram sua funcionalidade (Liu et al., 2025). Dentre os componentes da microbiota, destacam-se as bactérias dos gêneros *Lactobacillus* e *Bifidobacterium* (Arbabi et al., 2025). A manutenção de uma microbiota equilibrada tem sido associada à prevenção de diversas doenças, como colite ulcerativa (Liu et al., 2025), diabetes (Shi et al., 2025) e câncer (Xu et al., 2025). Por outro lado, o desequilíbrio dessa comunidade, conhecido como disbiose, caracteriza-se pela proliferação de microrganismos patogênicos em detrimento dos benéficos, podendo ser desencadeado por fatores como envelhecimento (Goepp et al., 2025), infecções (Livingston et al., 2025), uso de medicamentos (Xia et al., 2025) e alimentação inadequada (Jian et al., 2025).

Nesse cenário, os polissacarídeos de origem vegetal têm ganhado destaque por sua atuação na modulação da microbiota intestinal. Essas biomoléculas são formadas pela união de monossacarídeos e desempenham funções estruturais e metabólicas fundamentais, além de representarem uma importante fonte de energia para os organismos vivos (Li et al., 2025, Huet et al., 2025). Estudos têm evidenciado suas propriedades funcionais, incluindo atividade antioxidante (Zhang et al., 2025), anti-inflamatória (Ding et al., 2025), anticancerígena (Zhou et al., 2023), gastroprotetora (Batista et al., 2025) e prebióticas - definida como um substrato que é utilizado seletivamente por microrganismos do hospedeiro, conferindo um benefício para a saúde (Jia et al., 2025).

O gênero *Parkia*, pertencente à família *Fabaceae* e à subfamília *Mimosoideae*, tem se destacado por suas propriedades bioativas e seu uso tradicional na medicina popular, especialmente no tratamento de doenças como diarreia e disenteria (Saleh et al., 2021), infecções gastrointestinais (Komolafe et al., 2024), diabetes (Tamfu et al., 2022) e hipertensão (Kamisah et al., 2017). Dentre suas espécies, a *Parkia pendula*, conhecida popularmente como visgueiro, é amplamente distribuída no Brasil e conhecida pela produção de um exsudato

viscoso das vagens com efeito gastroprotetor (Batista et al., 2025), porém ainda pouco estudado. Adicionalmente, prebióticos comerciais são frequentemente importados no Brasil em quantidades significativas, de acordo com os dados do comércio exterior (Brasil, 2025). Assim, fontes vegetais locais possibilitam o fortalecimento da bioeconomia local e evitam gastos com a importação. Diante disso, este trabalho objetivou avaliar o efeito prebiótico do polissacarídeo do exsudato de *Parkia pendula* (PePp) na modulação da microbiota intestinal de camundongos.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Microbiota Intestinal

A microbiota intestinal é composta por uma ampla variedade de microrganismos, incluindo vírus, fungos, arqueas, protozoários e, principalmente, bactérias, que desempenham papel essencial na homeostase intestinal (Wang et al., 2025). Já foram identificadas mais de 2.000 espécies, com predominância das bactérias, especialmente dos filos *Firmicutes*, *Actinobacteria*, *Proteobacteria* e *Bacteroidetes*. Entre os gêneros mais relevantes estão *Lactobacillus* e *Bifidobacterium* (Wu et al., 2025).

A colonização da microbiota tem início logo após o nascimento e varia de acordo com o tipo de parto. O parto normal favorece a colonização por *Lactobacillus* e *Bifidobacterium* devido ao contato com a microbiota vaginal, enquanto a cesariana leva à predominância de *Enterobacteriaceae* e *Enterococcaceae*, adquiridos do ambiente hospitalar (Catassi et al., 2024). Estudos mostram que bebês nascidos por cesariana apresentam menor diversidade de *Bacteroides*, *Bifidobacterium* e *Akkermansia*, e maior presença de patobiontes como *Clostridium neonatale* e *Clostridium perfringens*. Curiosamente, também foi observada maior concentração de butirato nas fezes aos 3 meses, associada ao aumento de *Lachnoclostridium* (Mueller et al., 2021; Catassi et al., 2024).

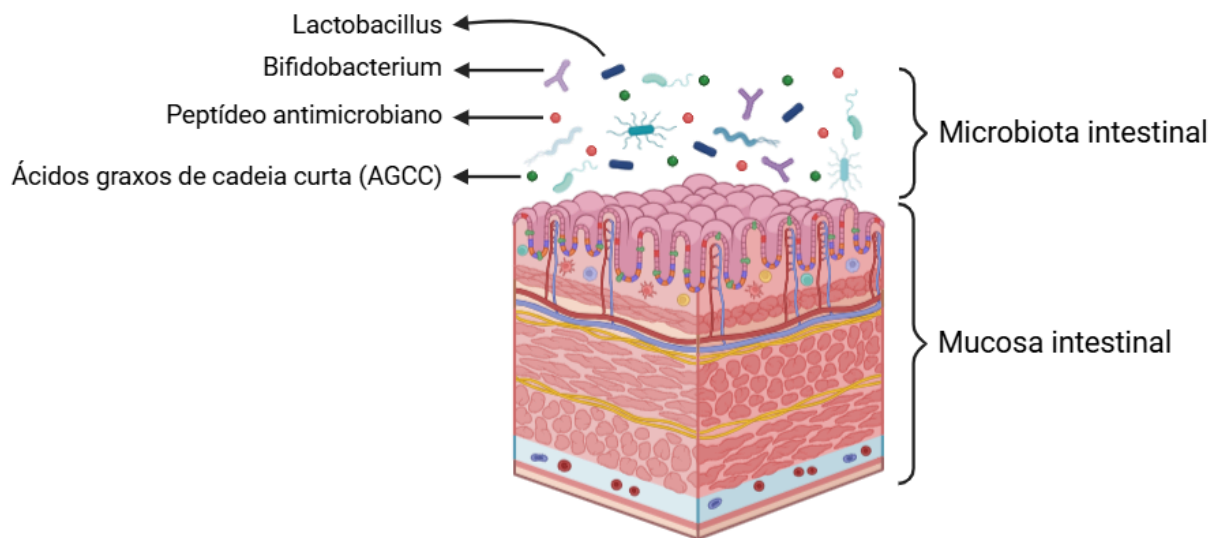
A amamentação também influencia a composição microbiana. Inicialmente, predominam microrganismos como *Staphylococcus*, *Streptococcus*, *Enterobacteriaceae* e *Lactobacillus*, que criam um ambiente propício para o estabelecimento posterior de anaeróbios obrigatórios como *Bifidobacterium*,

Clostridium e *Bacteroides*. A introdução de alimentos, por sua vez, aumenta a diversidade microbiana, especialmente os gêneros *Clostridium* e *Bacteroides*. Já o desmame está associado ao aumento de *Firmicutes* e à transição para uma microbiota semelhante à do adulto (Davis et al., 2022).

Durante a gestação e infância, diversos fatores modulam a microbiota. A dieta materna rica em vegetais, frutas e fibras favorece o crescimento de *Cutibacterium*, *Parabacteroides*, *Lactococcus* e *Bifidobacterium* (Fan et al., 2021). Além disso, a hipótese do útero estéril tem sido questionada, com estudos apontando a presença de microrganismos na placenta, como *Firmicutes*, *Tenericutes*, *Proteobacteria*, *Bacteroidetes* e *Fusobacteria* (Catassi et al., 2024). A exposição precoce a antibióticos, tanto na gestação quanto nos primeiros meses de vida, pode reduzir a diversidade microbiana benéfica, estando associada a patologias como obesidade e diabetes (Cantarutti et al., 2024).

A microbiota intestinal (Figura 1) exerce funções vitais na fisiologia do hospedeiro. Atua na proteção contra patógenos por meio de competição por nutrientes e espaço, além da produção de substâncias antimicrobianas, como peptídeos antimicrobianos e lisozimas, que protegem a mucosa intestinal (Wu et al., 2025, Wu et al., 2025). Outro papel essencial é a produção de ácidos graxos de cadeia curta (AGCCs), como acetato, butirato e propionato, derivados da fermentação de fibras alimentares. Esses metabólitos servem como fonte energética para os enterócitos, fortalecem a barreira intestinal, favorecem a absorção de nutrientes e modulam a resposta inflamatória, com redução de TNF- α e estímulo à produção de IL-10 por meio da ativação de receptores como GPR43 (Hajjalibabaei et al., 2025).

Fig. 1. Microbiota intestinal e seus metabólitos produzidos.



Fonte: Autor próprio (2025).

A microbiota também participa da transformação dos ácidos biliares (ABs). Embora os ABs sejam produzidos no fígado, é no intestino que são convertidos em ácidos biliares secundários (ABS), como o ácido desoxicólico e o ácido litocólico, que atuam na emulsificação de lipídios (He et al., 2025). Além disso, bactérias intestinais formam ácidos biliares conjugados microbianamente (ABCMs), ligados a aminoácidos ou outros compostos, os quais têm impacto na imunidade e alterações no perfil de ABCMs podem estar relacionados a doenças autoimunes, como diabetes tipo 1 (He et al., 2025).

2.2 Disbiose

2.2.1 Fatores intrínsecos e ambientais

A idade, a genética e a predisposição a doenças gastrointestinais são fatores intrínsecos que influenciam diretamente a composição da microbiota intestinal. Após o nascimento, a microbiota passa por alterações graduais ao longo da vida, com mudanças na prevalência de espécies e filos bacterianos. No envelhecimento, há uma redução na diversidade microbiana, especialmente dos filos Firmicutes, acompanhada do aumento de patógenos oportunistas, como *Escherichia coli* e *Enterobacter* (Salazar et al., 2023). Fatores genéticos e condições predisponentes a doenças do trato gastrointestinal também contribuem para a diminuição de bactérias

benéficas e favorecem a colonização por espécies patogênicas, comprometendo a diversidade e a estabilidade do ecossistema intestinal (Qin et al., 2022). Essas alterações impactam negativamente a produção de ácidos graxos de cadeia curta, o que aumenta a suscetibilidade a infecções, inflamações e doenças crônicas. Como consequência, pode haver o desenvolvimento de inflamação crônica de baixo grau, câncer colorretal, doença inflamatória intestinal (DII), doença de Parkinson, entre outras condições (Safarchi et al., 2025).

Além dos fatores intrínsecos, aspectos ambientais também afetam a microbiota intestinal. Hábitos como tabagismo, consumo de álcool, privação de sono, estilo de vida e localização geográfica contribuem para alterações no equilíbrio microbiano (Safarchi et al., 2025). O tabagismo, por exemplo, eleva os níveis de *Prevotella* sp. e *Alphaproteobacteria*, em detrimento de *Bacteroides* e *Proteobacteria*, além de reduzir a biodiversidade microbiana e intensificar o estresse oxidativo (Antinozzi et al., 2022; Koponen et al., 2025).

Por outro lado, a prática regular de exercícios físicos promove efeitos positivos na microbiota intestinal. Ela estimula o crescimento de bactérias produtoras de butirato, como *Faecalibacterium prausnitzii*, *Roseburia hominis* e *Akkermansia muciniphila*, aumenta os níveis de AGCC, melhora o índice de massa corporal (IMC), fortalece a barreira intestinal e induz a proliferação celular no epitélio intestinal. Esses efeitos contribuem para o aumento da biodiversidade microbiana e para a manutenção da homeostase intestinal (Martinez et al., 2021).

2.2.2 Dieta

A dieta é um dos principais moduladores da homeostase da microbiota intestinal. Dietas ricas em gorduras alteram a proporção dos filos bacterianos, promovendo a redução de *Firmicutes* e o aumento de *Odoribacter*, *Rikenella*, *Bacteroides* e *Alistipes*, o que compromete a produção de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) (Lu et al., 2016). Além disso, a baixa ingestão de carboidratos acessíveis à microbiota (MACs) afeta negativamente o equilíbrio microbiano, reduzindo a diversidade de espécies e diminuindo a síntese de AGCC, além de enfraquecer a barreira de muco intestinal (Martinez et al., 2021).

Importante destacar que a reintrodução de MACs - substrato não digerível benéfico à microbiota intestinal - na dieta nem sempre é suficiente para restaurar

totalmente a biodiversidade perdida, o que indica a necessidade de estratégias adicionais para a modulação da microbiota (Martinez et al., 2021; Ayakdaş & Ağagündüz, 2023). Em contrapartida, estudos em modelos animais demonstraram que dietas hipocalóricas são capazes de aumentar a diversidade microbiana, com efeitos positivos na saúde, na cognição e na neurogênese (Martinez et al., 2021; Safarchi et al., 2025).

A dieta ocidental, caracterizada por alta ingestão de gorduras saturadas e baixa oferta de MACs, tem sido associada à redução de bactérias benéficas, como *Bifidobacterium* e *Eubacterium*, e ao aumento de microrganismos potencialmente patogênicos, como *Enterobacteria* e *Bacteroides* (Martinez et al., 2021). Essas alterações favorecem processos inflamatórios, com elevação de lipopolissacarídeos (LPS) e maior risco de carcinogênese devido ao aumento de nitrosaminas (Martinez et al., 2021; Safarchi et al., 2025).

2.2.3 Medicamentos

Os antibióticos estão entre os principais medicamentos associados ao desequilíbrio da microbiota intestinal (Cusumano et al., 2025). Antibióticos de amplo espectro, em especial, promovem a eliminação de espécies benéficas como *Bifidobacterium* e alteram a composição dos principais filos bacterianos, como *Firmicutes*, *Bacteroidetes*, *Actinobacteria* e *Proteobacteria* (Cusumano et al., 2025). Essas alterações resultam na redução da produção de AGCC, comprometem a integridade da barreira intestinal, favorecem a inflamação, afetam a função imunológica e promovem a disseminação de genes de resistência entre patógenos, conferindo-lhes vantagem seletiva (Cusumano et al., 2025). Apesar da capacidade de resiliência da microbiota, que consegue reestruturar suas comunidades após estímulos, o uso descontrolado de antibióticos pode selecionar cepas resistentes, alterar de forma significativa a composição microbiana e desencadear infecções recorrentes e quadros persistentes de disbiose (Cusumano et al., 2025).

Além dos antibióticos, outros medicamentos orais também impactam negativamente a microbiota intestinal. Antiácidos, ao reduzirem a acidez gástrica, facilitam a chegada de microrganismos patogênicos ao intestino e reduzem a diversidade local, favorecendo infecções por *Clostridium difficile* (Gnatzy et al., 2023). Medicamentos à base de ferro estão associados ao aumento de

microrganismos invasivos e inflamação intestinal (Gnatzy et al., 2023). Outros fármacos, como metformina, estatinas, opioides e antipsicóticos, também têm sido relacionados à disbiose, promovendo alterações nas diversidades alfa e beta da microbiota e favorecendo a proliferação de patógenos como *Gammaproteobacteria* e *Enterococcaceae* (Gnatzy et al., 2023; Safarchi et al., 2025).

2.3 Modulação da Microbiota

2.3.1 Probióticos

Probióticos são microrganismos vivos, como bactérias e leveduras, que promovem benefícios à saúde do hospedeiro quando ingeridos em quantidades adequadas (Aziz & Zaidi). Eles incluem organismos produtores ou não de ácido láctico e precisam resistir à passagem pelo trato gastrointestinal (TGI) para alcançar e colonizar a mucosa intestinal (Yan et al., 2025). Seus efeitos incluem restauração da biodiversidade microbiana, inibição de patógenos, modulação da inflamação, melhora da imunidade, fortalecimento da barreira intestinal, controle glicêmico, redução do colesterol, atividade anticancerígena e efeitos positivos sobre o humor (Yan et al., 2025). Biotecnologias como o encapsulamento têm sido aplicadas para proteger esses microrganismos durante a exposição às condições adversas do TGI, aumentando sua eficácia (Yan et al., 2025).

Os *Lactobacillus* estão entre os principais gêneros de microrganismos utilizados como probióticos. Com mais de 200 espécies, destacam-se *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus brevis*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus rhamnosus* e *Lactobacillus fermentum* (Aziz & Zaidi, 2025; Das et al., 2020; Vaid et al., 2022). Esses bacilos Gram-positivos, não esporulados, imóveis e anaeróbios facultativos pertencem ao filo *Firmicutes* e produzem ácido láctico (Aziz & Zaidi, 2025; Das et al., 2020; Vaid et al., 2022). Sua presença na microbiota inicia na amamentação, auxiliando na colonização por anaeróbios obrigatórios, como *Bifidobacterium* (Davis et al., 2022). A resistência ao ácido gástrico e aos sais biliares favorece sua aplicação em alimentos e suplementos probióticos.

O uso de *Lactobacillus* apresenta diversos benefícios, como modulação da microbiota, combate a patógenos diarreicos, melhora da imunidade, redução da intolerância à lactose e prevenção de processos inflamatórios e carcinogênicos (Das

et al., 2020). Além disso, contribuem para a recomposição da microbiota após tratamento com antibióticos (Das et al., 2020). O *Lactobacillus paracasei* demonstrou reduzir triglicerídeos e colesterol, além de regular o apetite em modelos de obesidade (Seguella et al., 2025). O *L. fermentum* mostrou-se capaz de regenerar microvilosidades intestinais e reduzir inflamações em camundongos obesos (Huang et al., 2025). Já *L. rhamnosus* apresentou efeitos protetores contra lesões induzidas por radiação, modulando a inflamação, reduzindo o estresse oxidativo, promovendo o reparo tecidual e fortalecendo a barreira intestinal. Também foi associado à melhora de quadros depressivos e ansiosos, além de indicadores de bem-estar (Zhang et al., 2024; Feng et al., 2025).

As espécies do gênero *Bifidobacterium*, pertencentes ao filo *Actinobacteria*, colonizam o intestino logo após o nascimento e persistem ao longo da vida, variando em espécie e proporção conforme a idade (Oki et al., 2018). São bacilos Gram-positivos, não esporulados, imóveis e anaeróbios obrigatórios. As espécies mais utilizadas como probióticos são *Bifidobacterium longum*, *Bifidobacterium adolescentis*, *Bifidobacterium bifidum* e *Bifidobacterium animalis*. Outras, como *B. infantis*, *B. breve* e *B. lactis*, têm ganhado destaque (Aziz & Zaidi, 2025; Li et al., 2025). No entanto, muitas cepas são sensíveis ao pH gástrico, o que vêm motivando pesquisas para aumentar sua resistência e viabilidade no TGI (Mojaveri et al., 2020; Frakolaki et al., 2023).

O uso de *Bifidobacterium* promove benefícios como modulação da microbiota, tratamento de desnutrição grave e transtornos depressivos, combate à doença arterial coronariana, alívio da intolerância à lactose, regulação inflamatória e prevenção de infecções gastrointestinais e respiratórias (Li et al., 2025; Rocchetti et al., 2025). Também são eficazes na recomposição da microbiota após o uso de antibióticos (Li et al., 2025; Rocchetti et al., 2025). A *B. longum* mostrou promover a proliferação celular na mucosa intestinal, elevar a produção de ácidos graxos de cadeia curta (acético, propiônico e butírico), reduzir inflamações e diminuir a presença de *Clostridium innocuum* (Luo et al., 2025). Além disso, as *Bifidobacterium* fortalecem as barreiras intestinal, química, biológica, mecânica e imunológica (Zhang et al., 2025).

2.3.2 Prebióticos

Prebióticos são substratos não digeríveis pelo trato gastrointestinal e capazes de estimular seletivamente o crescimento e a atividade de bactérias benéficas presentes na microbiota intestinal (Akram et al., 2025). Diferentemente dos probióticos, que são microrganismos vivos, os prebióticos atuam como substrato para essas bactérias (Akram et al., 2025). A inulina e os frutooligossacarídeos (FOS) foram os primeiros compostos identificados como prebióticos (Kumoro et al., 2025; Ali et al., 2025). A partir disso, avanços científicos permitiram uma abordagem mais personalizada da nutrição, considerando a composição específica da microbiota de cada indivíduo (Kumoro et al., 2025; Ali et al., 2025).

Para que um composto seja classificado como prebiótico, ele deve atender a alguns critérios: resistir à digestão e absorção no trato gastrointestinal superior, ser fermentado por microrganismos do intestino grosso, estimular seletivamente o crescimento de bactérias benéficas e promover efeitos positivos à saúde do hospedeiro (Ali et al., 2025).

Atualmente, os prebióticos são classificados em duas categorias: tradicionais e emergentes. Os tradicionais são bem estabelecidos na literatura, como a inulina e os FOS. A inulina é um polissacarídeo composto por unidades de frutose unidas por ligações β -1 $\rightarrow$ 2 (Akram et al., 2024). Sua degradação é realizada por inulinases produzidas por bactérias como *Bacteroides*, *Lactobacillus*, *Bifidobacterium* e *Arabiibacter massiliensis* (Akram et al., 2024). A fermentação da inulina resulta na produção de AGCCs, como acetato, propionato e butirato. Esses metabólitos favorecem a proliferação de simbioses, inibem patógenos, regulam processos inflamatórios (reduzindo citocinas como IL-2 e TNF- α), diminuem glicemia e lipemia, combatem células tumorais e aumentam a defesa antioxidante do organismo (Akram et al., 2024).

Os prebióticos emergentes incluem compostos com potencial de modular a microbiota, embora ainda em fase de validação científica. Entre eles, destacam-se os galactooligossacarídeos (GOS), os oligossacarídeos do leite humano (HMO) e o amido resistente (Kei et al., 2024; Ali et al., 2025). A biotecnologia também tem viabilizado a produção de prebióticos sintéticos, como certos GOS e xilooligossacarídeos (XOS), com maior especificidade na modulação da microbiota (Kei et al., 2024; Ali et al., 2025).

Ao estimular a produção de AGCCs, os prebióticos favorecem o ambiente intestinal, melhorando sua função metabólica e a integridade da barreira epitelial

(Ikram et al., 2025). Ao contribuírem para a homeostase intestinal, ajudam a reduzir os níveis de glicose, fortalecem a resposta imunológica e promovem perda de peso por meio do aumento do gasto energético e da redução da deposição de gordura, podendo prevenir doenças cardiovasculares (Ikram et al., 2025). Além disso, ao favorecer o crescimento de bactérias benéficas, os prebióticos ajudam a restabelecer o equilíbrio da microbiota, reduzindo a colonização de microrganismos patogênicos e prevenindo infecções intestinais recorrentes (Ikram et al., 2025).

2.4 Polissacarídeos

Os polissacarídeos são carboidratos formados pela união de monossacarídeos por meio de ligações O-glicosídicas, estabelecidas entre as hidroxilas dos monômeros (Wang et al., 2025). Essa ligação ocorre quando a hidroxila do carbono anomérico de um monossacarídeo reage com a hidroxila de outro, em uma reação de condensação. Dependendo da posição e da orientação dessas ligações, a estrutura pode apresentar conformações α ou β , determinantes para suas propriedades morfofuncionais (Huang et al., 2025). As ligações mais comuns são α -1,4 e β -1,4 em cadeias lineares, e α -1,6 em pontos de ramificação (Huang et al., 2025). Tais características conferem aos polissacarídeos uma ampla diversidade estrutural e funcional, relacionada à natureza dos monossacarídeos, ao tipo de ligação, aos grupamentos funcionais e ao peso molecular (Mw) da molécula (Wang et al., 2025).

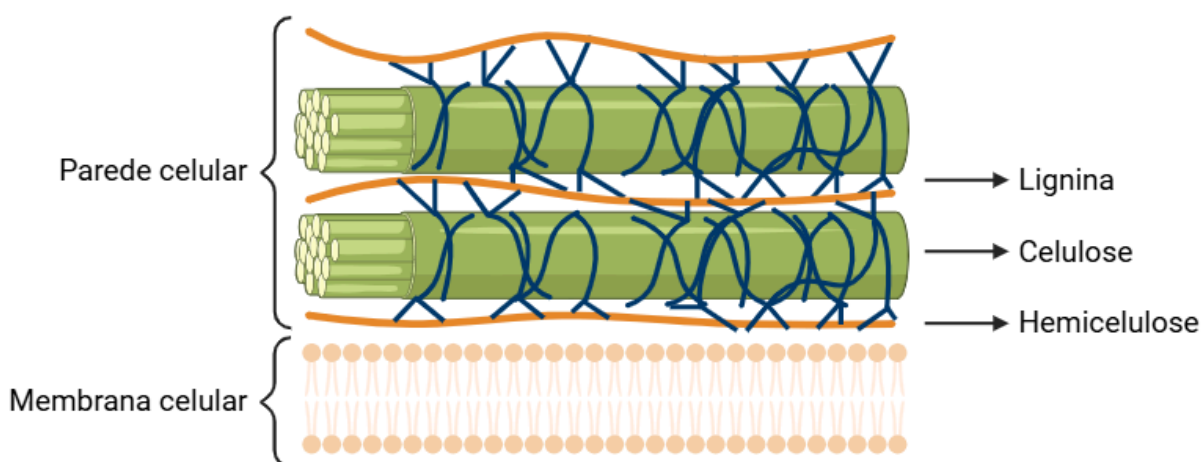
A relação entre estrutura e função dos polissacarídeos tem sido cada vez mais explorada, principalmente devido às suas potenciais atividades biológicas e farmacológicas. Estudos mostram que esses biopolímeros são, em geral, não tóxicos (Batista et al., 2025), o que os torna promissores para aplicações na promoção da saúde e bem-estar (Wang et al., 2025).

O peso molecular influencia diretamente em propriedades como atividade antioxidante e antitumoral (Wang et al., 2025). Outros aspectos estruturais importantes incluem a composição monossacarídica, que determina as interações físico-químicas da molécula, como observado na atividade da fucose em processos antivirais, anti-inflamatórios e antitumorais (Wang et al., 2025). A análise da composição monossacarídica é realizada por técnicas como cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC), após prévia hidrólise das ligações glicosídicas (Wang et al.,

2025).

As propriedades físico-químicas dos polissacarídeos, como solubilidade, estabilidade térmica e em diferentes pHs, viscosidade, gelificação e biodegradabilidade, derivam de sua morfologia e composição. Essas características justificam sua diversidade funcional. Polissacarídeos como o amido e o glicogênio atuam como reserva energética; o ácido hialurônico, por sua interação com proteínas, integra a matriz extracelular; a celulose e a hemicelulose estruturam a parede celular vegetal (Figura 2), enquanto a quitina compõe o exoesqueleto de artrópodes (Benalaya et al., 2024); os polissacarídeos pécticos fazem parte da constituição da lamela média e da parede celular de determinadas plantas (Pang et al., 2024). O alginato, por sua vez, confere elasticidade às algas por sua elevada afinidade com a água (Benalaya et al., 2024).

Fig. 2. Parede celular vegetal.



Fonte: Autor próprio (2025).

Diversos estudos têm demonstrado o potencial de aplicações biológicas para polissacarídeos, como: prebiótico (Zhang et al., 2024), anti-inflamatório e antioxidante (Ousmer et al., 2025), imunomodulador (Yu et al., 2018; Benalaya et al., 2024), antiviral (Huan et al., 2025), hipoglicemiante e antidiabético (Chhoud et al., 2025), antitumoral (Feng et al., 2025) e antimicrobiano (Yu et al., 2018; Benalaya et al., 2024). Na indústria alimentícia, sua variabilidade físico-química permite aplicações como agentes espessantes (Xu et al., 2023), estabilizantes (Zhao et al., 2025), gelificantes (Kraithong et al., 2024), crioprotetores (Huang et al., 2025), além de contribuírem para a textura e retenção de água dos produtos (Benalaya et al.,

2024). Assim, os polissacarídeos exercem impacto direto não apenas em funções fisiológicas, mas também em processos industriais e no mercado global.

2.5 *Parkia pendula*

O gênero *Parkia*, pertencente à família Fabaceae e subfamília Mimosoideae, compreende mais de 30 espécies, dentre as quais se destacam *Parkia pendula*, *Parkia bicolor*, *Parkia biglobosa*, *Parkia biglandulosa*, *Parkia filicoidea*, *Parkia clappertoniana*, *Parkia javanica*, *Parkia platycephala* e *Parkia speciosa*, devido ao seu potencial farmacológico (Saleh et al., 2021). Diversas espécies do gênero são utilizadas na medicina tradicional para o tratamento de doenças de pele, diabetes, diarreia, hipertensão e enfermidades respiratórias, sugerindo efeitos anti-inflamatórios, hipoglicemiantes e antimicrobianos (Saleh et al., 2021; Komolafe et al., 2024; Sut et al., 2024; Gui et al., 2019; Kamisah et al., 2013; Odetola et al., 2006).

Estudos fitoquímicos, por meio de técnicas cromatográficas, de sementes, frutos e folhas têm revelado a presença de metabólitos primários como carboidratos, proteínas, lipídeos, ácidos nucleicos, aminoácidos e clorofila, além de metabólitos secundários, incluindo polifenóis, terpenoides, esteroides, alcaloides, glicosídeos, saponinas e taninos (Komolafe et al., 2024; Saleh et al., 2021; Sut et al., 2024; Kamisah et al., 2013; Gui et al., 2019). Tais compostos estão associados a uma ampla gama de atividades biológicas, como ações antimicrobiana (Komolafe et al., 2024), hipoglicemiante (Odetola et al., 2006), anticancerígena, antiproliferativa e antimutagênica (Kamisah et al., 2013), anti-hipertensiva (Odetola et al., 2006), antidiarreica (Komolafe et al., 2024), antiulcerosa (Batista et al., 2025), antianêmica, antimalárica, cicatrizante e nefroprotetora (Saleh et al., 2021), hepatoprotetora (Ogunyinka et al., 2017), neuroprotetora (Ajiboye et al., 2024), anti-inflamatória (Gui et al., 2019) e antioxidante (Sut et al., 2024).

A espécie *P. pendula* (Figura 3) apresenta ampla distribuição no território brasileiro, sendo predominante na região Amazônica e na Mata Atlântica do Nordeste (Piechowski & Gottsberger, 2009). Suas sementes são dispersas principalmente por dois mecanismos: a polinização por mamíferos voadores, especialmente morcegos do gênero *Phyllostomus discolor*, atraídos pelo elevado teor de néctar das flores; e um mecanismo peculiar à espécie, no qual as sementes

são liberadas juntamente a um exsudato viscoso, que serve de alimento a animais dispersores (Piechowski & Gottsberger, 2009). Além disso, a decocção da casca de *P. pendula* é utilizada contra malária no Brasil (Saleh et al., 2021), e lectinas extraídas das sementes demonstraram efeitos antivirais frente ao citomegalovírus, além de promoverem a cicatrização tecidual, exercerem atividade leishmanicida e possibilitarem a marcação de tumor venéreo transmissível canino (Saleh et al., 2021; Carneiro et al., 2021; Rodrigues et al., 2008).

Fig. 3. Espécie vegetal de *Parkia pendula*.



Fonte: SEMMA, 2023.

Recentemente, Batista et al. (2025) avaliaram toxicidade aguda do polissacarídeo do exsudato de *Parkia pendula* (PePp) em camundongos, considerando parâmetros comportamentais, consumo hídrico e alimentar, variações no peso corporal e dos órgãos, exames hematológicos e bioquímicos, além da análise histológica de fígado, rins, pulmões e baço. Nenhuma evidência de

toxicidade foi observada, indicando a segurança da substância para uso em modelos animais. Adicionalmente, os autores demonstraram o efeito gastroprotetor do PePp frente à úlcera gástrica induzida por etanol. Tal atividade foi atribuída à ação antioxidante e anti-inflamatória do polissacarídeo.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Extrair e caracterizar quimicamente o polissacarídeo do exsudato de *Parkia pendula* (PePp) e avaliar o seu efeito prebiótico *in vitro* e *in vivo* na modulação da microbiota intestinal de camundongos fêmeas BALB/c durante 20 dias.

3.2 Objetivos Específicos

- Extrair o polissacarídeo do exsudato de *Parkia pendula* (PePp);
- Analisar quimicamente o teor de carboidratos, ácidos urônicos, compostos fenólicos e proteínas totais do PePp;
- Avaliar a atividade prebiótica do PePp frente às espécies de *Lactobacillus* e *Bifidobacterium*;
- Avaliar a produção de ácidos graxos de cadeia curta após fermentação;
- Avaliar, em camundongos, as alterações na microbiota intestinal cultivável após fermentação do PePp.

4 METODOLOGIA

4.1 Materiais

O exsudato de *P. pendula* foi coletado no município de Novo Lino, Alagoas, Brasil (8°58'34,9"S, 35°40'29,2"W). O espécime (n° 92.516) foi depositado no IPA — Herbário Dárdano de Andrade Lima do Instituto Agrônomo de Pernambuco.

4.2 Extração de Polissacarídeos

O exsudato bruto (15 g) foi pesado em balança analítica (Bel M214-AIH) e dissolvido em 100 mL de água destilada à temperatura ambiente (25±2°C) por 24 h. Após esse período, a suspensão passou por um processo de filtração sequencial para remoção de partículas insolúveis, utilizando “voil” (1x) e, em seguida, em tela serigráfica (90 fios – 1x), garantindo a retenção de fragmentos maiores e impurezas insolúveis. O filtrado obtido, correspondente ao extrato aquoso, foi submetido à precipitação com etanol na proporção de 1:4 (v/v) (extrato:etanol absoluto, 99%) e mantido sob refrigeração à 4°C por 18 h. O material precipitado foi transferido para tubos de 50 mL e centrifugado (LMC-4200R, Biosan) à 3000 rpm por 15 min. O sobrenadante foi descartado, e o precipitado obtido foi submetido à três lavagens sequenciais com 10 mL de acetona (≥99%) por 30 min cada, removendo compostos apolares de baixa massa molecular e impurezas residuais. O material foi mantido em estufa à 55 °C para secagem. Após a secagem, o material foi moído em moinho de lâminas (IKA ® A11 básico), obtendo o produto denominado polissacarídeo de exsudato de *P. pendula* (PePp) (Batista et al., 2025).

4.3 Composição Química

A composição química do PePp foi analisada por espectrofotometria para determinar o teor total de carboidratos (Dubois et al., 1956), ácido urônico (Blumenkrantz & As-boe-Hansen, 1973), compostos fenólicos (Singleton & Rossi, 1965) e proteínas (Bradford, 1976) totais. D-galactose (A_{490} nm), ácido D-galacturônico (A_{520} nm), ácido gálico (A_{765} nm) e albumina sérica bovina (A_{595} nm) foram utilizados como padrões, respectivamente.

4.4 Microrganismos

As cepas bacterianas *Lactobacillus rhamnosus* (CECT 278), *Lactobacillus brevis* (CECT 216), *Lactobacillus plantarum* (CECT 748) e *Lactobacillus casei* (ATCC 334) foram obtidas do Laboratório de Genética de Microrganismos da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Brasil. *Lactobacillus paracasei* (CECT 277) e *Bifidobacterium adolescentis* (CECT 5781) foram obtidos da Coleção Espanhola de Culturas Tipo (CECT), Espanha, enquanto *Bifidobacterium longum* (DSMZ 2019) foi adquirido da Coleção Alemã de Microrganismos e Culturas Celulares GmbH, Alemanha. As cepas probióticas de *Lactobacillus* foram ativadas em caldo Man, Rogosa e Sharpe (MRS), e as cepas de *Bifidobacterium* em caldo *Bifidobacterium* (MI395-500G) (37 °C por 48 h).

4.5 Atividade Prebiótica do PePp

O meio MRS foi preparado com a seguinte formulação: peptona (10 g/L), extrato de carne (10 g/L), extrato de levedura (5 g/L), fosfato dipotássico (2 g/L), Tween 80 (1,08 g/L), acetato de sódio (5 g/L), citrato de amônio (2 g/L), sulfato de magnésio (0,2 g/L) e sulfato de manganês (0,05 g/L). Amostras de inulina (INU), glicose (GL) e PePp foram adicionadas separadamente ao meio MRS para atingir uma concentração final de 2% (p/v) e o controle negativo (CN) consistiu no meio sem fonte de carbono. Posteriormente, o meio MRS contendo diferentes fontes de carbono foi inoculado com bactérias, e alíquotas (300 µL) foram transferidas para uma microplaca de 96 poços. A microplaca foi incubada a 37 °C em um leitor de microplacas, e a densidade óptica (A_{600} nm) foi registrada em 0, 12, 24 e 48 h. O ensaio foi realizado em triplicata, e os resultados de crescimento bacteriano foram expressos em valores de densidade óptica a 600 nm (DO_{600}) (Santos et al., 2021).

4.6 Animais

Os procedimentos experimentais envolvendo animais foram conduzidos de acordo com as diretrizes estabelecidas pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA, Brasil) e sob aprovação do Comitê de Ética no

Uso de Animais (CEUA) da UFPE, sob o protocolo número 0052/2023. Camundongos fêmeas BALB/c (8 semanas de idade, 19-23 g) foram obtidos do Instituto Keizo Asami (iLIKA) da UFPE. Os animais passaram por um período de aclimação de 7 dias no Biotério do Departamento de Bioquímica da UFPE. Durante esse período, foram alojados em gaiolas com acesso *ad libitum* a água e ração esterilizadas, mantidas a uma temperatura média de 22 ± 2 °C e em um ciclo claro/escuro de 12 horas.

4.7 Fermentação *In Vivo* do PePp

Após o período de aclimação, trinta e cinco camundongos fêmeas BALB/c foram divididos igualmente em cinco grupos experimentais, cada um composto por sete animais, conforme descrito abaixo e resumido na Figura 4. Todos os animais foram submetidos a um período de jejum de 3 h (no dia 0 e no dia 20), com livre acesso à água, para análise do índice glicêmico e coleta de fezes. Posteriormente, cada grupo teste recebeu uma dose diária de inulina (controle-positivo) ou PePp por 20 dias consecutivos. O consumo diário de água e ração, bem como a massa corporal, foram monitorados durante todo o período experimental (Su et al., 2023). Amostras fecais foram coletadas no dia 0 e no dia 20 após a administração de PePp para posterior análise.

- Grupo 1 (G1): Solução salina (controle negativo - NC, 10 mL/kg).
- Grupo 2 (G2): Inulina (controle positivo, 400 mg/kg).
- Grupo 3 (G3): PePp 50 mg/kg.
- Grupo 4 (G4): PePp 100 mg/kg.
- Grupo 5 (G5): PePp 200 mg/kg.

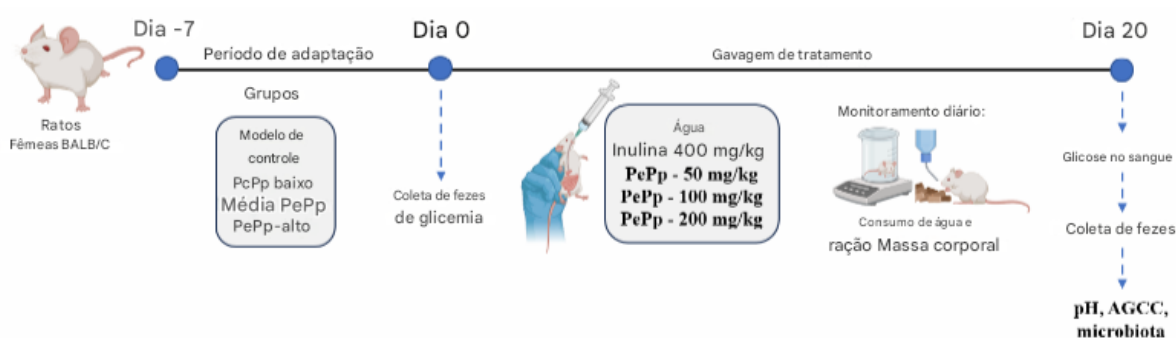


Fig. 4. Linha do tempo do experimento de fermentação *in vivo*.

4.8 Determinação do Índice Glicêmico

Após o período de jejum de 3 h, o índice glicêmico dos animais foi avaliado no dia 0 (antes da administração) e no dia 20 do experimento. Os níveis de glicemia foram mensurados por meio da coleta de amostras de sangue da veia caudal com tiras medidoras de glicose (ACCU-CHEK).

4.9 Determinação do pH Fecal

Amostras de fezes (~100 mg) foram diluídas em água fria na proporção de 1:7 (peso/volume), agitadas em vórtex por 5 minutos para facilitar a solubilização e centrifugadas a 8.000 g por 20 min a 4°C. Este processo foi realizado duas vezes. Posteriormente, os valores de pH dos sobrenadantes foram mensurados com um pHmetro (modelo pH 2, Labmeter).

4.10 Determinação dos Ácidos Graxos de Cadeia Curta (AGCCs)

Amostras fecais (~100 mg) foram diluídas em solução de fosfato de Ringer (SFR), centrifugadas a 5.000 rpm por 10 min, e o sobrenadante foi filtrado através de membranas de acetato de celulose (0,22 µm). Alíquotas das amostras foram diluídas com um padrão interno (ácido crotônico) e analisadas por cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE) utilizando uma coluna Phenomenex Rezex ROA-Organic Acid H⁺ (300 × 7,8 mm). A fase móvel consistiu em ácido sulfúrico 2,5 mM, com vazão de 0,6 mL/min. As amostras foram avaliadas em 210 nm, com diferentes tempos de retenção para ácido acético, ácido propiônico, ácido isobutírico, ácido isovalérico e ácido n-valérico. As concentrações de AGCC foram determinadas pela interpolação das áreas amostrais com base em uma curva de calibração construída a partir de soluções padrão.

4.11 Método Dependente de Cultura para Avaliação da Microbiota

Amostras fecais (~100 mg) foram diluídas em solução salina e alíquotas (2 mL) foram removidas e submetidas a diluições seriadas de 10⁻¹ a 10⁻⁷ vezes. Em

seguida, 10 µl de cada diluição foram cultivados em placas de Petri contendo meios enriquecidos, seletivos ou diferenciais, conforme descrito a seguir: meio MRS (em condições aeróbicas e anaeróbicas), ágar MacConkey – MAC (em condições anaeróbicas), glicose, extrato de levedura e peptona – GYP (em condições anaeróbicas) e meio ágar sangue (em condições aeróbicas e anaeróbicas). Após um período de incubação de 3 dias a 37 °C, as unidades formadoras de colônias (UFC) foram contadas e os resultados expressos como média±erro padrão da média (EPM) de UFC por miligrama de fezes (Rungue et al., 2021a).

4.12 Análise Estatística

Os dados foram expressos como média±desvio padrão (DP). Análise de variância (ANOVA) unidirecional combinada com análise de Tukey ou teste *t* de Student foi realizada para comparar as diferenças entre os grupos experimentais. Foram considerados como significativos os resultados com $p < 0,05$. Toda construção de análise de dados foi realizada através do software Prism 8.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Obtenção e Caracterização Química do PePp

Após o processo de extração, o polissacarídeo do exsudato de *Parkia pendula* (PePp) apresentou um rendimento de 48,2%, como demonstrado na Tabela 1. Esse resultado destaca a eficiência do processo de extração do polissacarídeo a partir do extrato aquoso e precipitação etanólica. É conhecido que o rendimento de polissacarídeos varia conforme a espécie, a parte da planta e o método de extração utilizado. Nesse estudo, o rendimento foi semelhante aos de outros polissacarídeos, como o extraído da mucilagem de sementes de *Azadirachta indica* (45%) (Balya et al., 2021), superior ao do extraído do exsudato de *Commiphora africana* (38%) (Dahi et al., 2019), da goma de *Cenostigma nordestinum* (38,4%) (Silva et al., 2025), da mucilagem de flores de *Quararibea funebris* (6,49%) (Dueñas-Deyá et al., 2025) e da mucilagem das folhas *Corchorus olitorius* (10,52%) (Oh & Kim, 2022). Porém, inferior ao exsudato de *Prunus persica* (55,14%) (Zhang et al., 2025).

Tabela 1. Rendimento e composição química do polissacarídeo de exsudato de *Parkia pendula* (PePp).

Análises	PePp
Rendimento (%)	48,20 ± 0,84
Composição química	
Carboidratos totais (%)	79,20 ± 0,77
Ácidos urônicos (%)	11,00 ± 0,22
Polifenóis (mg/g em GAE)	2,72 ± 0,06
Proteínas (%)	1,20 ± 0,62

O percentual de carboidratos totais obtido a partir do PePp foi de 79,2% (Tabela 1), evidenciando um alto teor de polissacarídeos na amostra. Esse resultado pode ser atribuído ao processo de extração adotado, especialmente a adição do álcool absoluto, que favorece a precipitação deste polímero (Deng et al., 2023). Além

disso, o elevado teor de carboidratos é um parâmetro recorrente em prebióticos comerciais (Sağcan et al., 2023). Ainda assim, esse resultado mostrou-se superior ao reportado para a extração do polissacarídeo do exsudato *Prunus persica* (71,53%) (Zhang et al., 2025), semelhante ao da goma de *Astragalus sarcocolla* (77,67%) (Hasheminya & Dehghannya, 2023) e da mucilagem de flores de *Quararibea funebris* (77,88%) (Dueñas-Deyá et al., 2025) e inferior ao do polissacarídeo da raiz de *Angelica sinensis* (98,5%) (Zhou et al., 2025) e da goma de *Cenostigma nordestinum* (93,61%) (Silva et al., 2025).

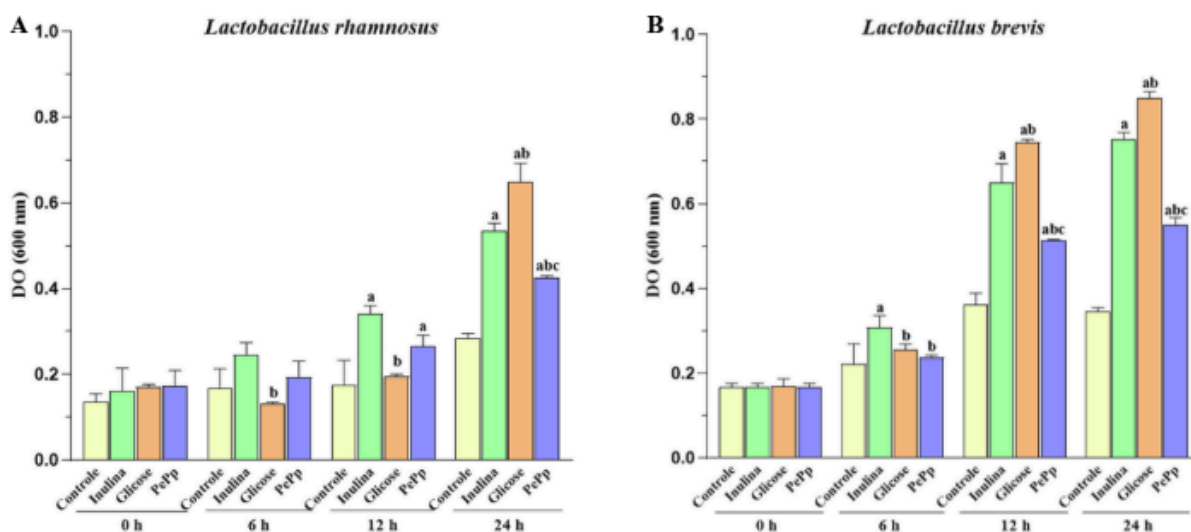
O teor de ácidos urônicos do PePp foi de 11% (Tabela 1). O teor de ácido urônico próximo ao obtido neste trabalho também foi relatado para outras espécies vegetais, como para o polissacarídeo extraído da goma de *Cenostigma nordestinum* (9,16%) (Silva et al., 2025), o extraído do exsudato de *Prunus domestica* (6,34%) (Sharma; Brushette; Annapure, 2020), da goma de *Astragalus sarcocolla* (12,34%) (Hasheminya & Dehghannya, 2023) e do exsudato de *Prunus persica* (10,05%) (Zhang et al., 2025). O conteúdo de ácido urônico contribui para o caráter polieletrólítico dos exsudatos, embora possa ser influenciado pela polaridade e pelo volume do solvente utilizado no processo de precipitação (Sharma; Bhushette; Annapure, 2020).

A concentração de compostos fenólicos no PePp foi de 2,72 mg/g em GAE (Tabela 1). O baixo teor de compostos fenólicos pode estar relacionado à perda de polifenóis solúveis em etanol e durante a lavagem com acetona (Wu et al., 2022). Concentrações superiores de polifenóis à obtida neste trabalho foram reportadas para o polissacarídeo extraído do exsudato de *Prosopis alba* (5,01 mg/g em GAE) (Vasile et al., 2019), da mucilagem das folhas de *Corchorus olitorius* (30,19 mg/g em GAE) (Oh & Kim, 2022) e do exsudato de *Prunus persica* (53,94 mg/L) (Zhang et al., 2025) e inferior para o polissacarídeo extraído da goma acácia (0,73 mg/g em GAE) (Hamdani et al., 2018).

Quanto à presença de proteínas totais, PePp apresentou baixos percentuais (1,2%) como observado na Tabela 1. Esse resultado mostrou-se semelhante ao polissacarídeo extraído da raiz de *Angelica sinensis* (1,5%) (Zhou et al., 2025), ao da goma de *Cenostigma nordestinum* (1,7%) (Silva et al., 2025) e da goma de *Astragalus sarcocolla* (1,18%) (Hasheminya & Dehghannya, 2023) e inferior ao da mucilagem de flores de *Quararibea funebris* (0,104%) (Dueñas-Deyá et al., 2025).

5.2 Atividade Prebiótica do PePp

A atividade prebiótica do PePp frente às cepas de *Lactobacillus sp.* e *Bifidobacterium sp.* é apresentada na Figura 5. No tempo inicial (0 h), como esperado, não foram observadas diferenças estatísticas entre os grupos controle negativo (CN), inulina (controle positivo), glicose e PePp, indicando que ainda não havia ocorrido consumo significativo na fonte de carbono. A partir das 6 h, observou-se o crescimento de *L. paracasei* e *B. adolescentis* nos grupos inulina, glicose e PePp (Figura 5E e Figura 5G). Notavelmente, apenas o grupo que recebeu PePp apresentou crescimento significativo de *B. longum* (Figura 5F), sugerindo uma afinidade seletiva por esse polissacarídeo e desempenho superior ao controle positivo no intervalo de 6h. Após 12 h, as cepas *L. rhamnosus* (Figura 5A), *L. brevis* (Figura 5B), *L. plantarum* (Figura 5C), *L. casei* (Figura 5D), *L. paracasei* (Figura 5E), *B. longum* (Figura 5F) e *B. adolescentis* (Figura 5G) exibiram crescimento expressivo nos grupos inulina e PePp. Dentre essas, os resultados para *L. rhamnosus* e *B. adolescentis* foram estatisticamente semelhantes entre o controle positivo e o PePp, reforçando o potencial deste polissacarídeo como substrato fermentável. Ao final das 24 h, todas as cepas avaliadas atingiram o pico de crescimento nos grupos inulina, glicose e PePp. Esses resultados demonstram que o PePp foi capaz de promover a proliferação de cepas benéficas, como *L. rhamnosus*, *L. brevis*, *L. plantarum*, *L. casei*, *L. paracasei*, *B. longum* e *B. adolescentis*, igualando-se estatisticamente ao controle positivo, evidenciando, assim, o seu potencial prebiótico *in vitro*.



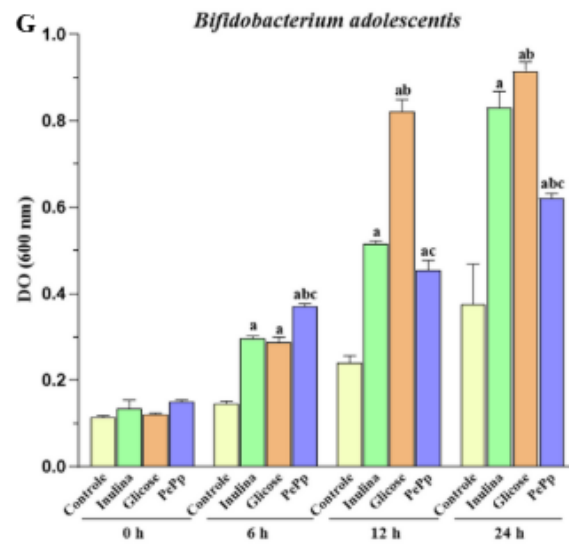
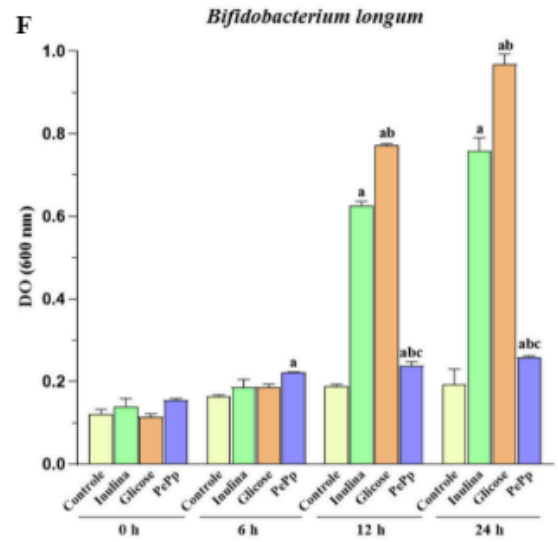
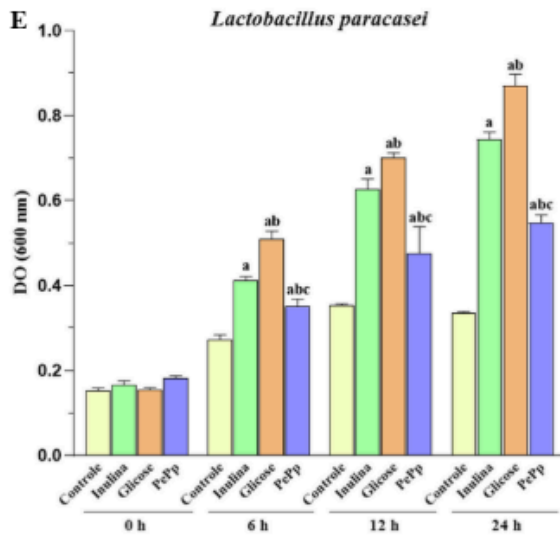
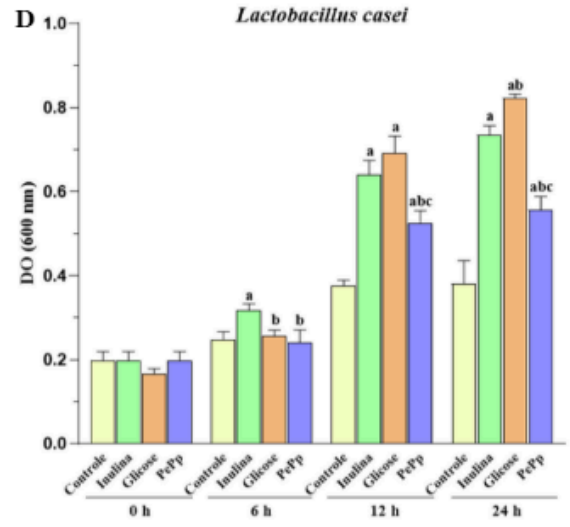
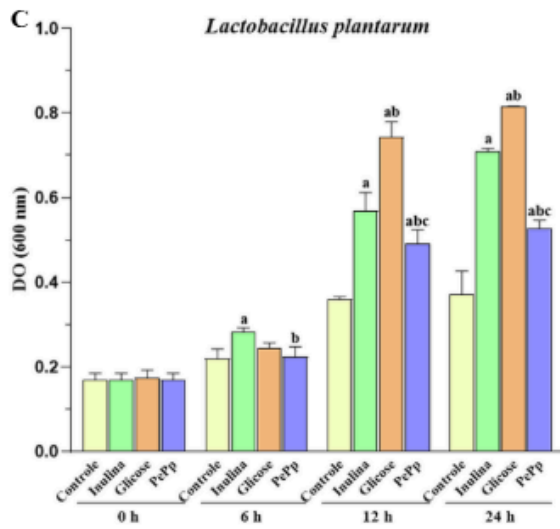


Fig. 5. Efeito de polissacarídeo do exsudato de *Parkia pendula* (PePp) no crescimento de *Lactobacillus* sp. e *Bifidobacterium* sp. em meio MRS. (A) *L. rhamnosus*, (B) *L. brevis*, (C) *L. plantarum*, (D) *L. casei*, (E) *L. paracasei*, (F) *B. longum*, (G) *B. adolescentis*. Controle: meio MRS sem glicose; Inulina: meio MRS sem glicose + inulina; Gli: meio MRS sem glicose + glicose; PePp: meio MRS sem glicose + PePp. Os dados são representados como média±EPM (n=3) e analisados quanto a diferenças significativas ^a $p < 0,0001$ entre o grupo controle, ^b $p < 0,001$ entre o grupo inulina e ^c $p < 0,0001$ entre o grupo glicose (Gli).

Os gêneros *Lactobacillus* e *Bifidobacterium* são componentes-chave da microbiota intestinal, com reconhecido papel na manutenção da saúde. Estudos recentes reforçam sua relevância funcional: *L. paracasei* produtor de oleoiletanolamida atua na regulação do apetite e no metabolismo lipídico via receptores PPAR- α (Seguella et al., 2025); *L. fermentum* modula positivamente a microbiota, inibe patógenos, melhora a integridade da mucosa intestinal e reduz inflamações associada a obesidade (Huang et al., 2025); *L. rhamnosus* apresenta efeito protetor frente à lesões intestinais induzida por radiação, promovendo reparo tecidual, equilíbrio inflamatório e fortalecimento da barreira intestinal (Zhang et al., 2024). No mesmo sentido, *B. longum* associado a 2'-fucosil-lactose demonstrou efeitos benéficos sobre a morfologia intestinal, produção de AGCC (ácido acético, ácido propiônico e ácido butírico), diversidade microbiana e marcadores inflamatórios em camundongos. Assim o estímulo ao crescimento dessas cepas promovida pelo PePp *in vitro* indica seu potencial prebiótico e sugere possíveis efeitos benéficos na homeostase intestinal, com impacto positivo na microbiota, integridade epitelial e na modulação inflamatória.

5.3 Fermentação *In Vivo* do PePp

Os dados referentes ao peso corporal, consumo de água e ração durante os 20 dias de administração do PePp estão apresentados na Tabela 2. No tempo inicial (dia 0), não foram observadas diferenças significativas entre os grupos controle negativo (CN), inulina e os tratados com PePp nas doses de 50, 100 e 200 mg/kg. Ao final do experimento, após 20 dias, os parâmetros avaliados permaneceram estatisticamente semelhantes entre todos os grupos. O mesmo padrão foi verificado

para o consumo de ração e água, sem variações significativas ao longo do período.

Os resultados indicam a ausência de alterações significativas entre CN e os grupos tratados PePp e inulina, sugerindo que o polissacarídeo não exerce impacto sobre o metabolismo relacionado ao crescimento, nem sobre os mecanismos fisiológicos de apetite e sede. Esses achados corroboram os dados de Batista et al. (2025), que avaliaram a toxicidade aguda de polissacarídeos extraídos do exsudato da *Parkia pendula* e também não observaram alterações relevantes nos parâmetros de peso corporal e consumo hídrico e alimentar. A ausência de efeitos adversos mesmo após administração repetida reforça o perfil de segurança do PePp, sendo um aspecto fundamental para sua aplicação em formulações nutracêuticas ou alimentos funcionais. Tal comportamento é semelhante ao observado com prebióticos amplamente estudados, como inulina, os quais também não promovem alterações nos parâmetros metabólicos gerais quando utilizados em doses padronizadas (Carabin & Flamm, 1999; Akram et al., 2024). Dessa forma, os resultados do presente estudo estão alinhados com a literatura e reforçam a segurança do uso oral do PePp.

Tabela 2. Peso corporal, consumo de alimento e ingestão de água durante 20 dias consecutivos de administração oral do polissacarídeo de exsudato de *Parkia pendula* (PePp) em camundongos.

Amostra	Parâmetros			
	Peso corporal (g) ^a		Consumo de ração (g) ^b	Consumo de água (mL) ^b
	Dia 0	Dia 20		
CN	22,00±1,86	23,00±1,98	21,00±1,07	30,00±0,09
Inulina	19,00±0,89	22,00±1,11	22,00±1,66	31,00±0,08
PePp50	21,00±1,13	21,00±1,21	22,00±1,68	31,00±1,81
PePp100	22,00±1,41	23,00±0,91	23,00±0,48	32,00±1,57
PePp200	23,00±1,29	23,00±1,50	23,00±0,91	32,50±1,05

Valores expressos como média ± desvio padrão.

CN: controle negativo.

PePp: Polissacarídeo do exsudato de *P. pendula*.

^a Peso médio dos animais no dia 0 e no dia 20 do experimento.

^b Consumo médio durante 20 dias de experimentos.

Os níveis de glicose total dos camundongos estão apresentados na Figura 6. No dia 0, a glicemia dos animais permaneceu semelhante entre os grupos, com média em torno de 97 mg/dL. Após 20 dias de tratamento, os valores permaneceram dentro da faixa de normalidade, variando entre 97 e 99 mg/dL, sem diferenças estatisticamente significativas. Esses achados corroboram os resultados de Batista et al. (2025), que, ao avaliar a toxicidade aguda do PePp na dose de 2.000 mg/kg, também não observaram alterações significativas na glicemia de camundongos. A manutenção da glicose dentro de níveis fisiológicos é fundamental para prevenir a privação energética dos tecidos e prejuízos cognitivos associados à hipoglicemia (Gao et al., 2023), bem como para evitar complicações relacionadas a hipoglicemia, como poliúria, polidipsia, lesões mitocondrial, /comprometimento renal e diabetes mellitus (Chen et al., 2023; Braga et al., 2023). Dessa forma, a estabilidade glicêmica observada entre os grupos tratados com PePp e inulina reforça a segurança metabólica do polissacarídeo e sua não interferência na homeostase glicêmica.

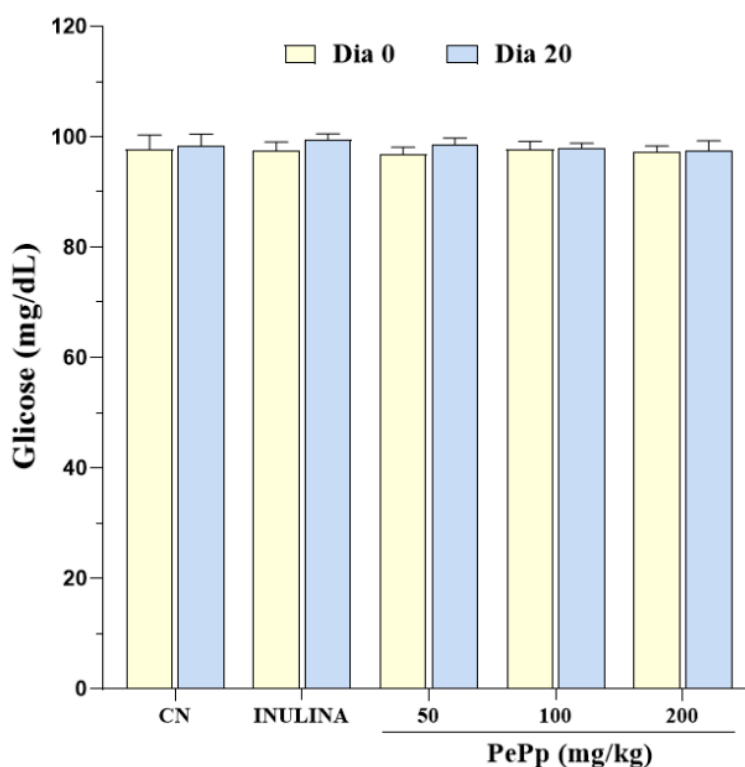


Fig. 6. Glicemia de camundongos BALB/c durante o tratamento oral com o polissacarídeo do exsudato de *Parkia pendula* (PePp). CN - Controle negativo; PePp - Polissacarídeo do exsudato de *P. pendula*.

Os valores de pH fecal estão apresentados na Figura 7. No tempo inicial (dia 0), os grupos CN, inulina e PePp (50, 100 e 200 mg/kg) apresentaram pH médio de 7,33, 7,60, 7,46, 7,67 e 7,59, respectivamente, sem diferença estatística entre os grupos. Após 20 dias de tratamento, observou-se uma redução no pH fecal nos grupos tratados com inulina (7,17) e com PePp nas três doses (7,04, 7,10 e 7,03, respectivamente), indicando uma tendência à acidificação do conteúdo intestinal. Essa queda no pH está relacionada à fermentação dos polissacarídeos pelas bactérias intestinais, processo que resulta na produção de metabólitos ácidos, como os AGCC. Esses compostos modificam o microambiente intestinal, favorecendo a proliferação de bactérias benéficas, como as do filo *Firmicutes*, especialmente do gênero *Lactobacillus*, que se desenvolvem em faixas de pH entre 6,5-5,5 (Yu et al., 2024). Além disso, conforme descrito por Li et al. (2021) reduções moderadas no pH intestinal são características de carboidratos de fermentação lenta, considerados mais seguros por evitarem desconfortos gastrointestinais associados à fermentação rápida. Dessa forma, a acidificação controlada observada após a administração do PePp reforça sua capacidade de atuar como substrato fermentável, apontando para seu potencial efeito prebiótico.

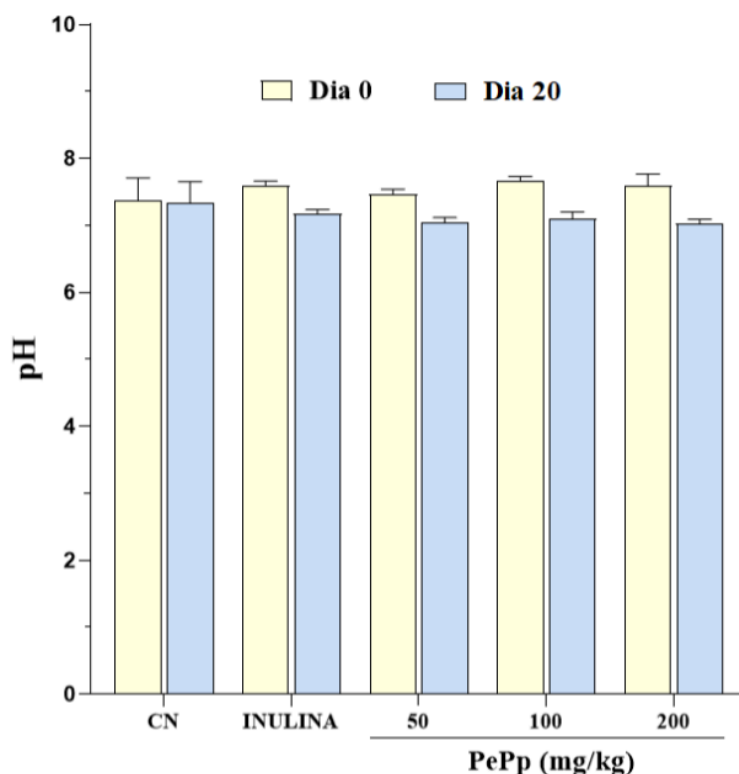


Fig. 7. Determinação do pH fecal de camundongos BALB/c antes e após administração oral do polissacarídeo do exsudato de *Parkia pendula* (PePp) por 20 dias consecutivos. CN - Controle negativo; PePp - Polissacarídeo do exsudato de *P. pendula*.

As concentrações de AGCCs estão apresentadas na Figura 8. No início do experimento (dia 0), todos os grupos exibiram níveis semelhantes de AGCCs totais ($1,63 \pm 0,06$). Após 20 dias, observou-se um aumento nas concentrações: o grupo CN atingiu $3,82 \pm 0,12$, o grupo inulina $5,71 \pm 0,41$ e o grupo tratado com PePp nas doses de 50, 100 e 200 mg/kg apresentaram $5,23 \pm 0,14$, $5,31 \pm 0,43$ e $7,14 \pm 0,20$, respectivamente. O aumento nos níveis de AGCC totais (Figura 8A), ácido acético (Figura 8B), ácido propiônico (Figura 8C) e ácido isobutírico (Figura 8D) nos grupos PePp indica que esse polissacarídeo foi utilizado como substrato fermentativo por bactérias benéficas. Notavelmente, a dose de 200 mg/kg de PePp resultou em níveis significativamente maiores desses ácidos em comparação aos grupos inulina e CN, sugerindo que a PePp foi metabolizada pela microbiota intestinal, demonstrando um efeito prebiótico comparável ou superior ao da inulina na produção de AGCC. Segundo Yu et al. (2024), a modulação dos conteúdos dos AGCCs é um dos principais indicadores da atividade fermentativa e do potencial prebiótico de um

composto, tanto para modelos *in vitro* quanto *in vivo*. Assim, os resultados obtidos, aliados à redução no pH fecal observado, confirmam a ação prebiótica do PePp *in vivo*.

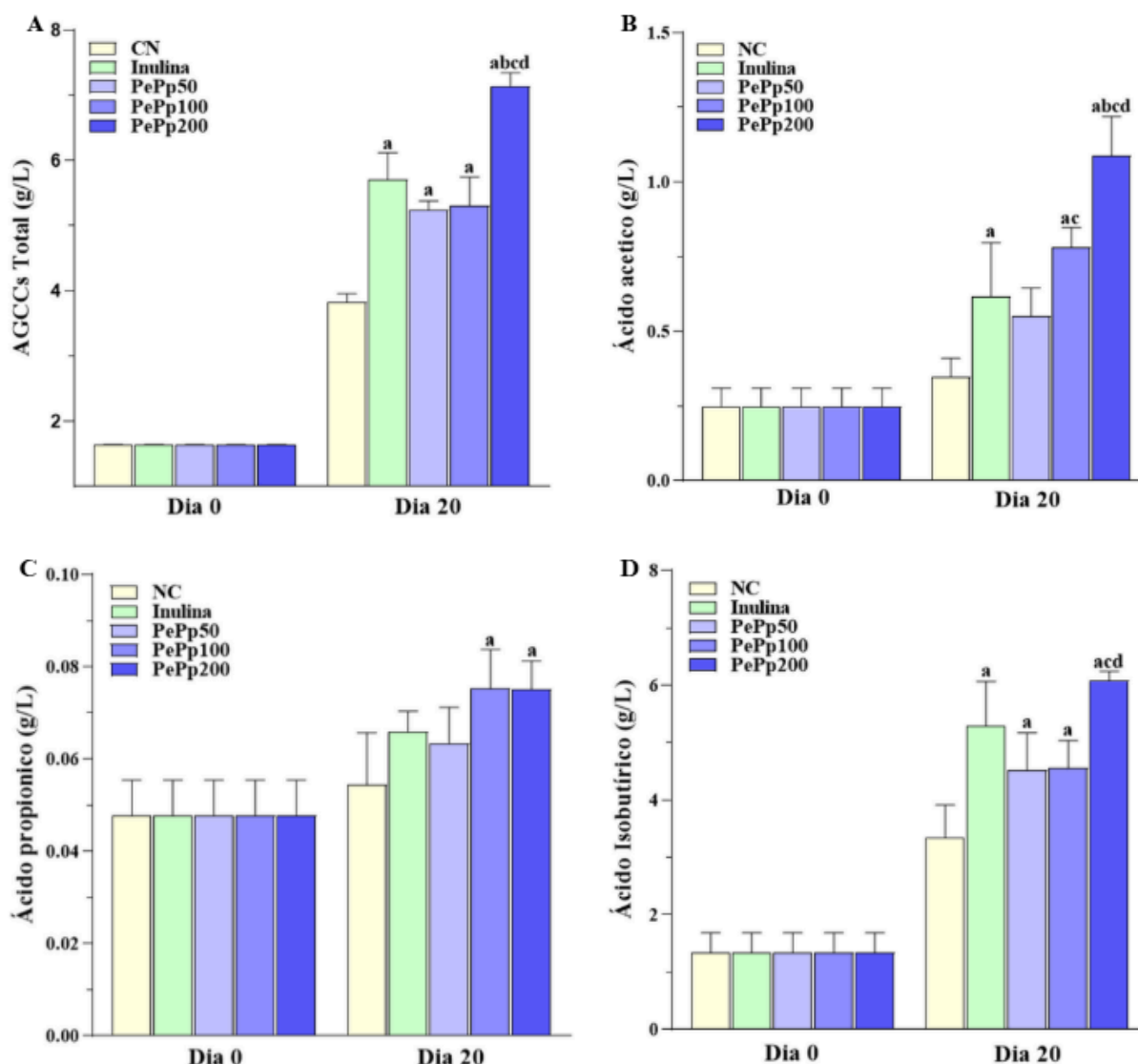


Fig. 8. Concentração de AGCC totais (A) e ácidos acético (B), propiônico (C) e isobutírico (D) como produtos de fermentação do polissacarídeo do exsudato de *Parkia pendula* (PePp) em comparação com os grupos CN e inulina (controle positivo). Os dados são representados como média ± erro padrão (EPM) (n=7) e analisados quanto à diferença significativa: ^a $p < 0,0001$ entre o grupo CN, ^b $p < 0,0001$ entre o grupo inulina; ^c $p < 0,0001$ entre o grupo PePp na dose de 50 mg/kg, ^d $p < 0,0001$ entre o grupo PePp na dose de 100 mg/kg.

De modo similar aos resultados obtidos, Hu et al. (2012), administrando o polissacarídeo extraído das sementes de *Plantago asiatica* (0,4 g/kg de peso corporal; 30 dias), observou a tendência a reduzir o pH (de $7,5 \pm 0,1$ a $7,2 \pm 0,1$) das amostras fecais de camundongos e a capacidade de elevar significativamente os níveis de AGCCs totais, ácido acético, ácido propiônico e ácido n-butírico (78 mmol/L, 53 mmol/L, 13 mmol/L e 7 mmol/L) em relação ao controle (água destilada) (44 mmol/L, 29 mmol/L, 6 mmol/L e 3 mmol/L). Por outro lado, Li et al. (2024) avaliou a atividade de diferentes dosagens do polissacarídeo extraído da goma de pêssego (12,5 mg / kg / dia e 25 mg / kg / dia; 35 dias) sobre o teor de ácidos graxos de cadeia curta e evidenciou diferenças significativas apenas nas concentrações de ácido propiônico e butirato, enquanto os ácidos acético, isobutírico, valérico e isovalérico revelaram ausência de variação estatística com o controle negativo (solução salina). Diante disso, o PePp demonstrou capacidade prebiótica similar ou, até mesmo, superior a outros polissacarídeos relatados na literatura.

Segundo Jones et al. (2024), o gênero *Bifidobacterium* produz principalmente lactato e acetato durante o processo fermentativo de prebióticos, sendo o ácido acético o principal ácido orgânico no intestino. A elevação desse composto está associada a redução no pH intestinal, favorecendo o crescimento de bactérias benéficas e aumentando a diversidade microbiana. Além disso, Hu et al. (2021) destaca o papel do acetato como fonte energética essencial para os enterócitos e sua ação na acidificação do ambiente intestinal, o que contribui para a inibição de patógenos e proteção da mucosa gástrica. Nesse sentido, o aumento dos níveis de ácido acético induzido pelo PePp, superior até mesmo o controle inulina, junto à acidificação fecal, sugere uma modulação da microbiota intestinal, possivelmente estimulando o crescimento de *Bifidobacterium*, e manutenção da homeostase intestinal.

O butirato e propionato, também produzidos durante a fermentação, estão associados a bactérias do Filo Firmicutes, como os *Lactobacillus* (Balyan et al., 2025; Li et al., 2025; Yu et al., 2024). O butirato atua na regulação do metabolismo lipídico e na redução da gordura hepática (Hu et al., 2021) além de servir como importante fonte energética para os enterócitos (Li et al., 2025). Além disso, Ding et al. (2017) também relaciona a acidificação intestinal ao favorecimento de bactérias produtoras de butirato, associando esse ácido à regulação da inflamação por meio da ativação de células T reguladoras. Por outro lado, o isobutirato é sintetizado

principalmente por *Bacteroides* e *Clostridium*, atuando no melhoramento do efeito da insulina na regulação da glicemia e favorecendo a absorção de sódio no trato gastrointestinal (Rios-Covian et al., 2020). Dessa forma, os aumentos nos níveis de ácidos isobutírico e propiônico promovidos pelo PePp, juntamente à redução do pH fecal e ao estímulo de bactérias benéficas, reforçam seu potencial prebiótico e sua contribuição para a homeostase intestinal.

5.4 Avaliação da Microbiota

A composição da microbiota intestinal antes e após a administração do PePp está representada na Figura 9. No dia 0, foi observado 57,89% de bactérias anaeróbicas e 42,11% de aeróbias (Figura 9A). Após 20 dias, houve um aumento nos níveis de bactérias anaeróbicas para 92,7% com redução das aeróbias à 7,73% (Figura 9B). A análise da abundância relativa (Figura 9B) mostrou prevalência de microrganismos em culturas de ágar sangue anaeróbio nos grupos CN e inulina, com 76,64% e 74,44%, respectivamente, seguido do meio MRS anaeróbio com 17,94% e 16,83%, respectivamente. Por outro lado, o grupo tratado com PePp apresentaram maior diversidade de crescimento bacteriano, incluindo ágar sangue anaeróbio, ágar sangue aeróbio, MRS anaeróbio e MRS aeróbio. Esses dados indicam que PePp possui maior potencial para estimular uma microbiota intestinal mais diversificada.

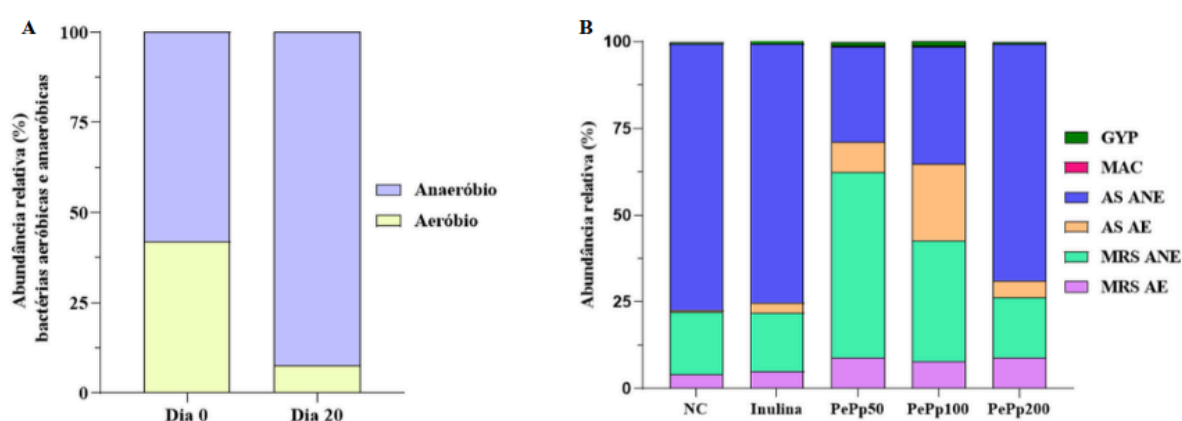


Fig. 9. Composição da microbiota intestinal de camundongos durante a fermentação com polissacarídeo de exsudato de *Parkia pendula* (PePp). (A) Abundância relativa (%) de bactérias anaeróbicas e aeróbicas. (B) Abundância relativa (%) de diferentes

meios de cultura em ágar seletivo e diferencial em ambientes anaeróbico e aeróbico. CN: controle negativo; PePp50: Polissacarídeo do exsudato de *P. pendula* na dose de 50 mg/kg; PePp100: Polissacarídeo do exsudato de *P. pendula* na dose de 100 mg/kg; PePp200: Polissacarídeo do exsudato de *P. pendula* na dose de 200 mg/kg; MRS: Caldo Man, Rogosa e Sharp; AS: ágar sangue; MAC: ágar MacConkey; GYP: extrato de glicose, levedura e peptona; AE: aeróbico; ANE: anaeróbico.

A microbiota intestinal é formada por uma grande variedade de microrganismos e a limitação de oxigênio neste órgão seleciona uma constituição de seres vivos majoritariamente anaeróbios obrigatórios (Cheng et al., 2025). Além disso, o aumento da oxigenação intestinal possibilita a vantagem seletiva de microrganismos anaeróbios facultativos, como a *Escherichia coli*, sobre as simbioses da microbiota, induzindo a perda de biodiversidade microbiana e, assim, ocasionando a disbiose e suas complicações (Cheng et al., 2025). De acordo com Rungue et al. (2021), o desenvolvimento de microrganismos benéficos à microbiota intestinal, como *Bifidobacterium* e *Lactobacillus*, é favorecido no meio ágar MRS, enquanto enterobactérias associadas ao processo disbiótico crescem, principalmente, em ágar MacConkey (MAC). Por outro lado, o ágar sangue (AS) é um meio não seletivo, possibilitando o crescimento de uma diversidade de microrganismos, incluindo bactérias potencialmente patogênicas, tais como os gêneros *Escherichia*, *Streptococcus*, *Salmonella* e *Enterococcus* (Lichtenegger et al., 2024; Swidsinski et al., 2002). Assim, evidencia-se um melhor efeito do PePp (50 e 100 mg/kg) frente à inulina no perfil de crescimento bacteriano dependente de cultura. Em contrapartida, a tendência a elevar o percentual de microrganismos no AS anaeróbico demonstrada no PePp (200 mg/kg) pode estar relacionada a uma maior disponibilidade de substrato e acidificação do meio devido a elevada produção de AGCCs indicada na Figura 8.

Os *Lactobacillus* e *Bifidobacterium* demonstram a capacidade de secretar compostos antimicrobianos e de interferir na colonização de patógenos invasores, além de promover a auto e coagregação, essencial para sobrevivência no trato gastrointestinal (Campana et al., 2017). Essas particularidades refletem na atividade inibitória sobre microrganismos patogênicos intestinais, tais como *Salmonella enteritidis*, *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* O157:H7, *Cronobacter sakazakii* e *Campylobacter jejuni* (Campana et al., 2017; Aw & Fukuda, 2019). Nesse sentido,

a elevação nos níveis de bactérias anaeróbias, representadas em MRS, em detrimento das aeróbias, como demonstrado pelo baixo crescimento em meio MAC, são compatíveis com a proliferação de microrganismos benéficos à microbiota e sugerem a capacidade moduladora do PePp sobre esse ecossistema, potencialmente estimulada pelo crescimento de *Lactobacillus* e *Bifidobacterium* e possivelmente reduzindo transtornos decorrentes da disbiose.

6 CONCLUSÃO

Concluí-se que o polissacarídeo de exsudato de *Parkia pendula* (PePp) apresentou elevado rendimento e concentração de carboidratos totais e ácido urônico, refletindo a eficiência do método de extração. O PePp apresentou atividade prebiótica *in vitro* ao estimular à proliferação de cepas de *Lactobacillus sp.* e *Bifidobacterium sp.* em meio MRS, principalmente a espécie *Bifidobacterium adolescentis*. Em testes *in vivo*, não afetou o peso, consumo alimentar, hídrico ou glicemia dos camundongos, indicando segurança para administração oral. Também promoveu redução do pH fecal, aumento do teor de AGCC, especialmente o ácido isobutírico, e prevalência de bactérias anaeróbicas, evidenciando sua ação prebiótica e capacidade de modular positivamente a microbiota intestinal, evitando assim disbiose. Portanto, esses resultados indicam o potencial do PePp como agente prebiótico promissor.

Nesta perspectiva, novos estudos envolvendo a avaliação do efeito prebiótico do PePp na modulação da microbiota intestinal humana são necessários com intuito de fornecer a base para a aplicação deste polissacarídeo como prebiótico comercial e, assim, contribuir com a prevenção de processos disbióticos e suas complicações, assim como no fortalecimento da bioeconomia local de prebióticos naturais.

REFERÊNCIAS

- Ajiboye, O.M., Ogunwenmo, K.O., Adewumi, A.G., Mohanye, C.C. *Parkia biglobosa* Jacq. (Locust Bean) leaves and seeds extracts attenuates diabetic-linked cognitive dysfunction in streptozotocin-induced male wistar rats. **Metab Brain Dis**, 23;40(1):76, 2024.
- Akram, W., Pandey, V., Sharma, R., Joshi, R., Mishra, N., Garud, N., Haider, T. Inulin: Unveiling its potential as a multifaceted biopolymer in prebiotics, drug delivery, and therapeutics. **International Journal of Biological Macromolecules**, Volume 259, Part 1, 2024.
- Akter, F., Krishnan, L., Mestres, G., Gustafsson, J., Ralph, P.J., Kuzhiumparambil, U. Physicochemical characterization and evaluation of the antioxidant potential of water-soluble polysaccharides from red microalgae, *Rhodomonas salina*. **International Journal of Biological Macromolecules**, Volume 310, Part 3, 2025.
- Alhhazmi, A. A., Alhamawi, R. M., Almisned, R. M., Almutairi, H. A., Jan, A. A., Kurdi, S. M., Almutawif, Y. A., & Mohammed-Saeid, W. Gut Microbial and Associated Metabolite Markers for Colorectal Cancer Diagnosis. **Microorganisms**, 11(8), 2037, 2023.
- Ali, S., Hamayun, M., Siraj, M., Khan, S.A., Kim, H.-Y., Lee, B. Recent advances in prebiotics: Classification, mechanisms, and health applications. **Future Foods**, Volume 12, 2025.
- ANGELIM SAIA (*Parkia pendula*) – SEMMA. **Gov.br**, [s.d.]. Disponível em: <<https://pimentabueno.sedam.ro.gov.br/angelim-saia-parkia-pendula/>>. Acesso em: 28 jul. 2025.
- Antinozzi, M., Giffi, M., Sini, N., Gallè, F., Valeriani, F., De Vito, C., Liguori, G., Romano Spica, V., Cattaruzza, M.S. Cigarette Smoking and Human Gut Microbiota in Healthy Adults: A Systematic Review. **Biomedicines**, 10(2):510, 2022.
- Arbabi, F., Shapoury, R., Haghi, F., Zeighami, H., Pirzeh, R. Investigating the bacterial profiles of *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, *Actinobacteria*, *Fusobacterium*, *Firmicutes*, and *Bacteroides* in stool samples from patients with severe depression and healthy individuals. **Psychoneuroendocrinology**, Volume 170, 2024.
- Aw, W., Fukuda, S. Protective effects of bifidobacteria against enteropathogens. **Microb Biotechnol**, 12(6):1097-1100, 2019.
- Ayakdaş, G., Ağagündüz, D. Microbiota-accessible carbohydrates (MACs) as novel gut microbiome modulators in noncommunicable diseases. **Heliyon**, 9;9(9):e19888, 2023.
- Ayivi, R. D., Gyawali, R., Krastanov, A., Aljaloud, S. O., Worku, M., Tahergorabi, R., Silva, R. C. da, & Ibrahim, S. A. Lactic Acid Bacteria: Food Safety and Human Health Applications. **Dairy**, 1(3), 202–232, 2020.

Aziz, G., Zaidi, A. The coming of age of probiotics and the struggle for their regulation and refinement. **Food Bioscience**, Volume 69, 2025.

Balya, H., Radhakrishnan, A., Jabar, S.L., Sai Gopal D.V.R., Kuppusamy, G., Seetharaman, S. Fabrication of novel bio-compatible cefixime nanoparticles using chitosan and Azadirachta indica fruit mucilage as natural polymers. **Journal of Drug Delivery Science and Technology**, Volume 66, 102750, 2021.

Balyan, S., Dadwal, V., Bhattarai, S., Jha, D.K., Patil, B.S. Lactobacillus-derived exopolysaccharide nanoemulsions for essential oils Delivery: Improving bioaccessibility, gastrointestinal stability, and prebiotic function. **Food Bioscience**, Volume 69, 2025.

Batista, J. J., Silva, F. C. O., de Araújo, M. I. F., de Almeida Moura Nunes, P. H., de Oliveira Ferreira, S. A., da Silva, L. A., de Siqueira Patriota, L. L., Napoleão, T. H., Paiva, P. M. G., de Carvalho, J. M., Filho, L. D. V., Kennedy, J. F., Soares, P. A. G., de Lima Aires, A., & Coelho, L. C. B. B. Parkia pendula polysaccharides have no acute toxicity and prevent ethanol-induced gastric ulcers via downregulation of TBARS, IL-6, and TNF- α and upregulation of SOD, CAT, and IL-10. **International Journal of Biological Macromolecules**, 309, 142702, 2025.

Braga, P.C., Bernardino, R.L., Guerra-Carvalho, B., Carrageta, D.F., Oliveira, P.F., Rodrigues, A.S., Alves, M.G. The progression from mild to severe hyperglycemia coupled with insulin resistance causes mitochondrial dysfunction and alters the metabolic secretome of epithelial kidney cells. **Experimental Cell Research**, Volume 431, Issue 2, 113744, 2023.

BRASIL. Ministério da Economia. Secretaria de Comércio Exterior. *ComexStat: Estatísticas de Comércio Exterior*. Brasília: SECEX, [2025]. Disponível em: <https://comexstat.mdic.gov.br/>. Acesso em: 28 set. 2025.

Benalaya, I., Alves, G., Lopes, J., Silva, L.R. A Review of Natural Polysaccharides: Sources, Characteristics, Properties, Food, and Pharmaceutical Applications. **International Journal of Molecular Sciences**, 25, 1322, 2024.

Campana, R., van Hemert, S. & Baffone, W. Strain-specific probiotic properties of lactic acid bacteria and their interference with human intestinal pathogens invasion. **Gut Pathog**, 9, 12, 2017.

Cano, M. E., García-Martin, A., Comendador Morales, P., Wojtusik, M., Santos, V. E., Kovensky, J., & Ladero, M. Production of Oligosaccharides from Agrofood Wastes. **Fermentation**, 6(1), 31, 2020.

Cantarutti A, Rescigno P, Da Borso C, Gutierrez de Rubalcava Doblas J, Bressan S, Barbieri E, Giaquinto C, Canova C. Association Between Early-Life Exposure to Antibiotics and Development of Child Obesity: Population-Based Study in Italy. **JMIR Public Health Surveill**, 10:e51734, 2024.

Carabin, I.G., Flamm, W.G. Evaluation of safety of inulin and oligofructose as dietary fiber. **Regulatory Toxicology and Pharmacology**, 30, pp. 268-282, 1999.

Carneiro, R.F., Aguiar, E.S., Santos, V.F., Santos, A.L.E., Santos, M.H.C., Roma, R.R., Silva, R.R.S., Leal, M.L.M.B., Silva, L.T., Rocha, B.A.M., Silva, C.G.L., Nagano, C.S., Sampaio, A.H., Souza, R.O.S., Teixeira, C.S. Elucidation of the primary structure and molecular modeling of *Parkia pendula* lectin and in vitro evaluation of the leishmanicidal activity. **Process Biochemistry**, Volume 101, Pages 1-10, 2021.

Catassi, G., Mateo, S.G., Occhionero, A.S., Esposito, C., Giorgio, V., Aloï, M., Gasbarrini, A., Cammarota, G., Ianaro, G. The importance of gut microbiome in the perinatal period. **European Journal of Pediatrics**, Volume 183, pages 5085–5101, 2024.

Chen, G., Ran, C., Li, C., Xiong, Z., & Ma, L. Comparisons of prebiotic activity of polysaccharides from shoot residues of bamboo (*Chimonobambusa quadrangularis*) via different ethanol concentrations. **Journal of Food Biochemistry**, 44(5), 2020.

Chen, L., Shen, L., Zhu, L., Li, F., Ge, X., Xia, X., Yan, H., Liu, T., Xu, W., Shao, R. Hyperglycemia symptom amelioration by *Ascophyllum nodosum* polysaccharides in mice with type 2 diabetes. **Algal Research**, 75, 103278, 2023.

Chen, M., Chen, X., Guo, Y., Liu, N., Wang, K., Gong, P., Zhao, Y., & Cai, L. Effect of in vitro digestion and fermentation of kiwifruit pomace polysaccharides on structural characteristics and human gut microbiota. **International Journal of Biological Macromolecules**, 253, 127141, 2023.

Chen, P., Lei, S., Tong, M., Chang, Q., Zheng, B., Zhang, Y., & Zeng, H. Effect of polysaccharide fractions from *Fortunella margarita* on the fecal microbiota of mice and SCFA production in vitro. *Food Science and Human Wellness*, 11(1), 97–108, 2022.

Chen, Q., Fan, J., Lin, L., & Zhao, M. Combination of *Lycium barbarum* L. and *Laminaria japonica* polysaccharides as a highly efficient prebiotic: Optimal screening and complementary regulation of gut probiotics and their metabolites. **International Journal of Biological Macromolecules**, 246, 125534, 2023.

Cheng, S., Wang, H. He, X., Shao, Y., Ma, F., Huang, J., Hu, B., Liu, Z. Hydrogels of diet-derived electron donors restore epithelial hypoxia and reduce iNOS synthesis to inhibit inflammation-induced overgrowth of facultatively anaerobic bacteria for gut homeostasis. **Colloids and Surfaces B: Biointerfaces**, Volume 250, 2025.

Chhoud, R., Feriani, A., Romdhane, M.H., Lazreg, H., Tlili, N., Cerf, D.L., Majdoub, H. Structural characterization and functional evaluation of polysaccharides extracted from the heart of date palm (*Phoenix dactylifera* L.): Insights into α -amylase inhibition and antidiabetic potential. **International Journal of Biological Macromolecules**, Volume 319, Part 1, 2025.

Cordeiro, I. M. C. C., Schwartz, G., Rocha, J. E. C. da, Neves, R. L. P., & Coimbra, L. de A. Growth and survival of native species planted in different forest successional stages after pasture. **Natural Resources**, 11(3), 20–32, 2021.

Correa, A. S. A. S., Luz, P. B. da, Rossi, A. A. B., Lima, B. F. S., & Silva, S. A. A. da. Genetic diversity of *Parkia pendula* (Willd.) Benth. Ex Walp. native in Amazonia

Matogrossense. **Research, Society and Development**, 10(5), e50410515224–e50410515224, 2021.

Cusumano, G., Flores, G.A., Venanzoni, R., Angelini, P. The Impact of Antibiotic Therapy on Intestinal Microbiota: Dysbiosis, Antibiotic Resistance, and Restoration Strategies. **Antibiotics**, 14, 371, 2025.

da Silva, G. C., de Oliveira, A. M., Machado, J. C. B., Ferreira, M. R. A., de Medeiros, P. L., Soares, L. A. L., de Souza, I. A., Paiva, P. M. G., & Napoleão, T. H. Toxicity assessment of saline extract and lectin-rich fraction from *Microgramma vacciniifolia* rhizome. **Toxicon**, 187, 65–74, 2020.

Dahi, A., Abdellahi, B.M.-L., Deida, M.F., Hucher, N., Malhiac, C., Renou, F. Chemical and physicochemical characterizations of the water-soluble fraction of the *Commiphora Africana* exudate. **Food Hydrocolloids**, 86, 2-10, 2019.

Dalile, B., Van Oudenhove, L., Vervliet, B., & Verbeke, K. The role of short-chain fatty acids in microbiota–gut–brain communication. **Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology**, 16(8), 461–478, 2019.

Das, D.J., Shankar, A., Johnson, J.B., Thomas, S. Critical insights into antibiotic resistance transferability in probiotic *Lactobacillus*. **Nutrition**, Volume 69, 2020.

Davis, E.C., Castagna, V.P., Sela, D.A., Hillard, M.A., Lindberg, S., Mantis, N.J., Seppo, A.E., Järvinen, K.M. Gut microbiome and breast-feeding: Implications for early immune development. **J Allergy Clin Immunol**, 150(3):523-534, 2022.

Deng, C., Zhang, T., Zhang, X., Gu, T., Xu, L., Yu, Z., Zheng, M., Zhou, Y. Multiscale structure and precipitation mechanism of debranched starch precipitated by different alcohols. **International Journal of Biological Macromolecules**, 241, 124562, 2023.

Deng, L., Guan, G., Cannon, R.D., Mei, L. Age-related oral microbiota dysbiosis and systemic diseases. **Microbial Pathogenesis**, Volume 205, 2025.

Ding, Q., Nie, S., Hu, J., Zong, X., Li, Q., Xie, M. In vitro and in vivo gastrointestinal digestion and fermentation of the polysaccharide from *Ganoderma atrum*. **Food Hydrocolloids**, 63, pp. 646-655, 2017.

Ding, X., Li, T., Zhao, J., Khalid, W., Fan, M., Qian, H., Li, Y., Wang, L. Effect of various extraction methods on the physicochemical properties, antioxidant, and anti-inflammatory activities of mung bean (*Vigna radiata* L.) skin polysaccharides. **International Journal of Biological Macromolecules**, Volume 311, Part 3, 2025.

Dueñas-Deyá, A., González-Anduaga, G.M., Medina-Torres, L., Balderas-López, J.L., Sandoval-Flores, S.D., Gutiérrez-Rodelo, C., Manero, O., Navarrete, A. Fundamental understanding of *Quararibea funebris* flowers mucilage: an evaluation of chemical composition, rheological properties, and cytotoxic estimation. **Food Hydrocolloids**, Volume 167, 2025.

Ezeonwumelu, J. O. C., Julius, A. K., Muhoho, C., Ajayi, A., Oyewale, A. A., Tanayen, J. K., Balogun, S. O., Ibrahim, A., Adzu, B., Adiukwu, C. P., J. Oloro, D.M. Kiplagat, A.D.T. Goji, A.G. Okoruwa, A.N. Onchweri, & P.M.K. Reddy. Biochemical and

Histological Studies of Aqueous Extract of *Bidens pilosa* Leaves from Ugandan Rift Valley in Rats. **British Journal of Pharmacology and Toxicology**, 302–309, 2011.

Fan, H.Y., Tung, Y.T., Yang, Y.S.H., Hsu, J.B., Lee, C.Y., Chang, T.H., Su, E.C., Hsieh, R.H., Chen, Y.C. Maternal Vegetable and Fruit Consumption during Pregnancy and Its Effects on Infant Gut Microbiome. **Nutrients**, 13(5):1559, 2021.

Fang, Y., Zhang, Q., Yu, C., Xu, X., Lei, P., Xu, H., & Li, S. In vitro digestion and fecal fermentation of *Tremella fuciformis* exopolysaccharides from basidiospore-derived submerged fermentation. **Food Research International**, 196, 115019, 2024.

Feng, J., Cen, Q., Cui, Y., Hu, X., Li, M., Wang, L., Wei, J., Sun, N., Wang, J., Zhang, A. *Lactobacillus rhamnosus*: An emerging probiotic with therapeutic potential for depression. **Pharmacological Research**, Volume 211, 2025.

Feng, M., Fu, F., Lei, M., Luo, W., Su, Y., Xie, Y., Wang, Q., Zhang, D., Yu, Q., Yan, C. Structural feature and antitumor activity of a N-acetylglucosamine containing polysaccharide from *Ganoderma sinense*. **Carbohydrate Polymers**, Volume 366, 2025.

Frakolaki, G., Giannou, V. & Tzia, C. Encapsulation of *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* Through Emulsification Coupled with External Gelation for the Development of Synbiotic Systems. **Probiotics and Antimicrobial Proteins**, 15, 1424–1435, 2023.

Friedman, E. S., Bittinger, K., Esipova, T. V., Hou, L., Chau, L., Jiang, J., Mesaros, C., Lund, P. J., Liang, X., FitzGerald, G. A., Goulian, M., Lee, D., Garcia, B. A., Blair, I. A., Vinogradov, S. A., & Wu, G. D. Microbes vs. chemistry in the origin of the anaerobic gut lumen. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, 115(16), 4170–4175, 2018.

Gao, R., Zhan, M., Ke, S., Wu, K., He, G., Qi, L., Liu, X., Liu, X., Wang, L., Liu, L. Potential risk factors for mild cognitive impairment among patients with type 2 diabetes experiencing hypoglycemia. **Diabetes Research and Clinical Practice**, 207, 111036, 2023.

Gao, Y., Yao, Q., Meng, L., Wang, J., & Zheng, N. Double-side role of short chain fatty acids on host health via the gut-organ axes. **Animal Nutrition**, 18, 322–339, 2024.

Gieryńska, M., Szulc-Dąbrowska, L., Struzik, J., Mielcarska, M. B., & Gregorczyk-Zboroch, K. P. Integrity of the Intestinal Barrier: The Involvement of Epithelial Cells and Microbiota—A Mutual Relationship. **Animals**, 12(2), 145, 2022.

Gnatzy, L., Ismailos, G., Vertzoni, M., Reppas, C. Managing the clinical effects of drug-induced intestinal dysbiosis with a focus to antibiotics: Challenges and opportunities. **European Journal of Pharmaceutical Sciences**, Volume 188, 2023.

Goepp, M., Milburn, J.V., Zhang, B., Dong, Y., Tyrrell, V., Zheng, X., Marshall, J.M., Bolsega, S., Basic, M., Glendinning, L., Ho, H.-T., Satsangi, J., Breyer, R.M., Narumiya, S., McSorley, H.J., Schwarze, J.K.J., Anderson, C.J., Dockrell, D.H., Rossi, A.G., Bleich, A., Lucas, C.D., O'Donnell, V.B., Mole, D., Arends, M.J., Zhou,

Y., Yao, C. Age-related impairment of intestinal inflammation resolution through an eicosanoid-immune-microbiota axis. **Cell Host & Microbe**, Volume 33, Issue 5, Pages 671-687.e6, 2025.

Gui, J.S., Jalil, J., Jubri, Z., Kamisah, Y. *Parkia speciosa* empty pod extract exerts anti-inflammatory properties by modulating NF κ B and MAPK pathways in cardiomyocytes exposed to tumor necrosis factor- α . **Cytotechnology**, 71(1):79-89, 2019.

Guo, D., Lei, J., He, C., Peng, Z., Liu, R., Pan, X., Meng, J., Feng, C., Xu, L., Cheng, Y., Chang, M., & Geng, X. In vitro digestion and fermentation by human fecal microbiota of polysaccharides from *Clitocybe squamulose*. **International Journal of Biological Macromolecules**, 208, 343–355, 2022.

Guo, D., Liu, C., Zhu, H., Cheng, Y., Guo, Y., Yao, W., Jiang, J., Qian, H. Advanced insights into mushroom polysaccharides: Extraction methods, structure-activity, prebiotic properties, and health-promoting effects. **International Journal of Biological Macromolecules**, Volume 308, Part 4, 2025.

Hajjalibabaei, R., Sayeli, F.G., Aghadavod, E., Poudineh, M., Khaledi, A., Bamneshin, K. The Beneficial Role of Probiotics and Gut Microbiota in Signaling Pathways, Immunity, Apoptosis, Autophagy, and intestinal barrier for Effective Wound Healing Post-Burn Injury. **Microbial Pathogenesis**, 2025.

Hamdani, A.M., Wani, I.A., Bhat, N.A., Masoodi, F.A. Chemical composition, total phenolic content, antioxidant and antinutritional characterisation of exudate gums. **Food Bioscience**, Volume 23, Pages 67-74, 2018.

Harazono, A., Kobayashi, T., Kawasaki, N., Itoh, S., Tada, M., Hashii, N., Ishii, A., Arato, T., Yanagihara, S., Yagi, Y., Koga, A., Tsuda, Y., Kimura, M., Sakita, M., Kitamura, S., Yamaguchi, H., Mimura, H., Murata, Y., Hamazume, Y., Sato, T., Natsuka, S., Kakehi, K., Kinoshita, M., Watanabe, S., Yamaguchi, T. A comparative study of monosaccharide composition analysis as a carbohydrate test for biopharmaceuticals. **Biologicals**, Volume 39, Issue 3, Pages 171-180, 2011.

Hasheminya, S.M., Dehghannya, J. Physicochemical, Thermal and Rheological Characterization of Novel Biopolymer Gum Exudate from *Astragalus sarcocolla*. **J Polym Environ**, 31, 965–975, 2023.

He, Y., Shaoyong, W., Chen, Y., Li, M., Gan, Y., Sun, L., Liu, Y., Wang, Y., Jin, M. The functions of gut microbiota-mediated bile acid metabolism in intestinal immunity. **Journal of Advanced Research**, 2025.

He, Y., Zhang, Z., Jiang, H., Meenu, M., Zhou, Q., Ding, W., Yang, H., Liu, Y. Dietary magnesium hydride supplementation positively influences growth performance, intestinal histology, intestinal microbiota, and metabolites in juvenile largemouth bass (*Micropterus salmoides*). **Aquaculture Reports**, Volume 42, 2025.

Hu, B., Liu, C., Jiang, W., Zhu, H., Zhang, H., Qian, H., Zhang, W. Chronic in vitro fermentation and in vivo metabolism: Extracellular polysaccharides from *Sporidiobolus pararoseus* regulate the intestinal microbiome of humans and mice.

International Journal of Biological Macromolecules, Volume 192, Pages 398-406, 2021.

Hu, J.L., Nie, S.P., Min, F.F., Xie, M.Y. Polysaccharide from seeds of *Plantago asiatica* L. increases short-chain fatty acid production and fecal moisture along with lowering pH in mouse colon. **J Agric Food Chem**, 60(46):11525-32, 2012.

Hu, Z., Feng, R., Xiang, F., Song, X., Yin, Z., Zhang, C., Zhao, X., Jia, R., Chen, Z., Li, L., Yin, L., Liang, X., He, C., Shu, G., Lv, C., Zhao, L., Zhao, L., Ye, G., & Shi, F. Acute and subchronic toxicity as well as evaluation of safety pharmacology of eucalyptus oil-water emulsions. **International Journal of Clinical and Experimental Medicine**, 1–11, 2014.

Huan, C., Yang, F., Zhang, W., Yan, P., Yao, J., Jiang, L., Gao, S. Antiviral activity and antioxidant activity of *Cistanche deserticola* polysaccharides against pseudorabies viroses. **International Journal of Biological Macromolecules**, Volume 321, Part 2, 2025.

Huang, F., Liu, H., Zhang, R., Dong, L., Liu, L., Ma, Y., Jia, X., Wang, G., & Zhang, M. Physicochemical properties and prebiotic activities of polysaccharides from longan pulp based on different extraction techniques. **Carbohydrate Polymers**, 206, 344–351, 2019.

Huang, J., Cai, X., Liu, X., Lai, G., Guan, X., Chen, B., Wang, Q. *Lactobacillus fermentum* B153 from human colostrum modulates intestinal immunity and gut microbiota in obese mice model. **Journal of Functional Foods**, Volume 125, 2025.

Huang, L., Yang, Z., Yuan, J., Zuo, S., Li, Z., Yang, K., Wang, S., Li, J., Zhu, L., & Zhang, Y. Preparation and characteristics of pumpkin polysaccharides and their effects on abnormal glucose metabolism in diabetes mice. **Food Bioscience**, 54, 102792, 2023.

Huang, R., Li, R., Qin, M., Qian, N., Lai, K.P., Lu, H., Li, R. A review on anti-aging actions of plant polysaccharides. **Future Foods**, Volume 12, 2025.

Huang, S., Cao, Y., Zhang, Y., Fu, Y., Li, E., Jia, C. *Flammulina velutipes* polysaccharides as an alternative cryoprotectant for frozen shrimp. **Journal of Food Engineering**, Volume 392, 2025.

Huet, A. Sbarciog, M., Bogaerts, P. A Mathematical Model for the Intracellular Accumulation of two Energy Reserve Carbohydrates in *S. cerevisiae* Cultures. **IFAC-PapersOnLine**, Volume 59, Issue 1, Pages 409-414, 2025.

Huifang, S., Yujun, W., Ouye, L., Xiang, Z., Mingyong, X., Shaoping, N., Junyi Y. Two-step hydrolysis method for monosaccharide composition analysis of natural polysaccharides rich in uronic acids. **Food Hydrocoll.**, 101, Article 105524, 2020.

Ikram, A., Jameel, O.Y., Saeed, F., Sanghvi, G., Gupta, A., Imran, A., Ahmed, F., Rasheed, M., Asghar, A., Afzaal, M., Shah, M.A. Health benefits and functional properties of ciceritol, a novel prebiotic derived from chickpeas. **Journal of Agriculture and Food Research**, Volume 21, 2025.

Jia, Y., Li, Q., Jiang, F., Huang, X., Zeng, L., Zhang, Y., Xu, L. Ultrasonic degradation of mulberry twigs polysaccharides: Effect on in vitro hypoglycemic activity and prebiotic potential. **International Journal of Biological Macromolecules**, Volume 310, Part 3, 2025.

Jian, S., Jian, X., Ye, L., Yang, K., Zhang, L., Xie, Y., Deng, J., Yin, Y., Deng, B. Gallic acid prevents obesity in mice on a high-fat diet via the gut microbiota-adipose tissue axis. **Current Research in Food Science**, 2025.

Jones, J.M., Reinke, S.N., Mousavi-Derazmahalleh, M., Garssen, J., Jenmalm, M.C., Srinivasjois, R., Silva, D., Keelan, J., Prescott, S.L., Palmer, D.J., Christophersen, C.T. Maternal prebiotic supplementation during pregnancy and lactation modifies the microbiome and short chain fatty acid profile of both mother and infant. **Clinical Nutrition**, Volume 43, Issue 4, Pages 969-980, 2024.

Kamisah, Y., Othman, F., Qodriyah, H.M., Jaarin, K. *Parkia speciosa* Hassk.: A Potential Phytomedicine. **Evid Based Complement Alternat Med**, 2013:709028, 2013.

Kamisah, Y., Zuhair, J.S.F., Juliana, A.H., Jaarin, K. *Parkia speciosa* empty pod prevents hypertension and cardiac damage in rats given N(G)-nitro-L-arginine methyl ester. **Biomedicine & Pharmacotherapy**, 96, 291-298, 2017.

Kang, Y.-R., & Chang, Y. H. Structural characterization and prebiotic activity of rhamnogalacturonan-I rich pumpkin pectic polysaccharide extracted by alkaline solution. **International Journal of Biological Macromolecules**, 270, 132311, 2024.

Kansandee, W., Moonmangmee, S., Vangpikul, S., Kosawatpat, P., & Tamtin, M. Physicochemical properties and in vitro prebiotic activity of *Ulva rigida* polysaccharides. **Biocatalysis and Agricultural Biotechnology**, 59, 103252, 2024.

Kei, N., Lauw, S., Wong, V.W.S., Cheung, P.C.K. A mini-review on prebiotic inulin to prevent and treat non-alcoholic fatty liver disease. **Food Bioscience**, Volume 61, 2024.

Komolafe, K., Olaleye, M.T., Huang, H.-C., Pacurari, M. Contemporary Insights into the Biological Mechanisms of *Parkia biglobosa*. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, 21, 394, 2024.

Koponen, K., McDonald, D., Jousilahti, P., Meric, G., Inouye, M., Lahti, L., Niiranen, T., Männistö, S., Havulinna, A., Knight, R., Salomaa, V. Associations of alcohol with the human gut microbiome and prospective health outcomes in the FINRISK 2002 cohort. **Eur J Nutr**, 64(4):153, 2025.

Kraithong, S., Bunyameen, N., Theppawong, A., Ke, X., Lee, S., Zhang, X., Huang, R. Potentials of *Ulva* spp.-derived sulfated polysaccharides as gelling agents with promising therapeutic effects. **International Journal of Biological Macromolecules**, Volume 273, Part 2, 2024.

Kumoro, A.C., Wardhani, D.H., Kusworo, T.D., Azis, Y.M.F., Alhanif, M., Ping, T.C. Unlocking the prebiotic carbohydrates: Insights into the types, preparation, health

benefits and future utilizations of selected Indonesian exotic fruit seeds as a potential source of prebiotics. **Food Chemistry: X**, Volume 27, 2025.

Li, C., & Hu, Y. In vitro and animal models to predict the glycemic index value of carbohydrate-containing foods. **Trends in Food Science & Technology**, 120, 16–24, 2022.

Li, S., Li, G., Liu, D., Li, M., Liu, H., Zhu, W., Wang, K., Ren, X. Peach gum polysaccharide protects intestinal barrier function, reduces inflammation and oxidative stress, and alleviates pulmonary inflammation induced by *Enterococcus faecium* E745. **Journal of Functional Foods**, Volume 115, 2024.

Li, X., Huang, X., Nie, S. Influences of physical field-assisted extraction on the chemical structures and In vitro fermentation properties of okra polysaccharides. **International Journal of Biological Macromolecules**, Volume 312, 2025.

Li, X., Wu, Z., Shen, H., Song, Q., Luo, G., Qiao, X., Han, Y., Wu, Y., Wu, S., Tao, Z., Zhou, Z. Carboxymethylated polysaccharides from *Chrysanthemum indicum* with antimicrobial and hemostatic properties for promoting wound healing. **International Journal of Biological Macromolecules**, Volume 304, Part 1, 2025.

Li, X., Xie, Q., Huang, S., Shao, P., You, L., Pedisić, S. Digestion & fermentation characteristics of sulfated polysaccharides from *Gracilaria chouae* using two extraction methods in vitro and in vivo. **Food Research International**, Volume 145, 2021.

Li, Y., Fan, Q., Dong, H., Chang, S., Liu, W. Screening of potential probiotic *Bifidobacteria* from intestinal tract and its application in fermented milk. **Journal of Dairy Science**, 2025.

Liao, W., Li, W., Liu, S., Tang, D., Chen, Y., Wang, Y., Xie, Z., & Huang, J. Potential prebiotic effects of nonabsorptive components of Keemun and Dianhong black tea: an in vitro study. **Food Science and Human Wellness**, 11(3), 648–659, 2022.

Lichtenegger, A.S., Posadas-Cantera, S., Badr, M.T., Häcker, G. Comparison of the diversity of anaerobic-cultured gut bacterial communities on different culture media using 16S rDNA sequencing. **Journal of Microbiological Methods**, Volume 224, 2024.

Liu, A., Wang, B., Wang, M., Tang, R., Xu, W., Xiao, W. I-theanine alleviates ulcerative colitis by repairing the intestinal barrier through regulating the gut microbiota and associated short-chain fatty acids. **Food and Chemical Toxicology**, Volume 202, 2025.

Liu, S., Zheng, Y., Cui, B., Yang, J., Yuan, B., Cao, Y., Zhao, Z., Sun, Z., Wang, Q., Yang, X., Pan, W., He, C. Gut microbiota-derived butyrate alleviates the impairment of mice intestinal integrity caused by *Toxoplasma gondii* infection. **Life Sciences**, Volume 374, 2025.

Liu, X., Su, S., Yao, J., Zhang, X., Wu, Z., Jia, L., Liu, L., Hou, R., Farag, M. A., & Liu, L. Research advance about plant polysaccharide prebiotics, benefit for probiotics on gut homeostasis modulation. **Food Bioscience**, 59, 103831, 2024.

Livingston, D.B.H., Sweet, A., Chowdary, M., Demissie, M.S., Rodrigue, A., Gedara, K.P., Kishore, L., Mahmoodianfard, S., Power, K.A. Diet alters the effects of lipopolysaccharide on intestinal health and cecal microbiota composition in C57Bl/6 male mice. **The Journal of Nutritional Biochemistry**, 2025.

Lu, Y., Fan, C., Li, P., Lu, Y., Chang, X., Qi, K. Short Chain Fatty Acids Prevent High-fat-diet-induced Obesity in Mice by Regulating G Protein-coupled Receptors and Gut Microbiota. **Sci Rep**, 6:37589, 2016.

Luo, Y., Li, J., Wu, S., Jia, W., Zhou, Z., Liu, M., Jiang, F., Huang, T., Shen, X., Li, Y., He, F., Cheng, R. Oral supplementation with *Bifidobacterium longum* ssp. *infantis* and 2'-fucosyllactose revives gut microbiota perturbation and intestinal and immune developmental delay following early-life antibiotic challenge in BALB/c mice. **Journal of Dairy Science**, Volume 108, Issue 1, Pages 101-118, 2025.

Luca, F., Kupfer, S. S., Knights, D., Khoruts, A., & Blekhman, R. Functional Genomics of Host–Microbiome Interactions in Humans. **Trends in Genetics**, 34(1), 30–40, 2018.

Maciel-Fiuza, M. F., Muller, G. C., Campos, D. M. S., do Socorro Silva Costa, P., Peruzzo, J., Bonamigo, R. R., Veit, T., & Vianna, F. S. L. Role of gut microbiota in infectious and inflammatory diseases. **Frontiers in Microbiology**, 14, 2023.

Markowiak-Kopeć, P., & Śliżewska, K. The Effect of Probiotics on the Production of Short-Chain Fatty Acids by Human Intestinal Microbiome. **Nutrients**, 12(4), 1107, 2020.

Martinez, J.E., Kahana, D.D., Ghuman, S., Wilson, H.P., Wilson, J., Kim, S.C.J., Lagishetty, V., Jacobs, J.P., Sinha-Hikim, A.P., Friedman, T.C. Unhealthy Lifestyle and Gut Dysbiosis: A Better Understanding of the Effects of Poor Diet and Nicotine on the Intestinal Microbiome. **Frontiers in Endocrinology**, Volume 12, 2021.

Mirab, F., Pirhaghi, M., Otzen, D.E., Saboury, A.A. Parkinson's disease and gut microbiota metabolites: The dual impact of vitamins and functional amyloids. **Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Molecular Basis of Disease**, Volume 1871, Issue 6, 2025.

Mojaveri, S.J., Hosseini, S.F., Gharsallaoui, A. Viability improvement of *Bifidobacterium animalis* Bb12 by encapsulation in chitosan/poly(vinyl alcohol) hybrid electrospun fiber mats. **Carbohydrate Polymers**, Volume 241, 2020.

Molaei, H., Jahanbin, K. Structural features of a new water-soluble polysaccharide from the gum exudates of *Amygdalus scoparia* Spach (Zedo gum). **Carbohydrate Polymers**, 182, 98-105, 2018.

Mueller, N.T., Differding, M.K., Østbye, T., Hoyo, C., Benjamin-Neelon, S.E. Association of birth mode of delivery with infant faecal microbiota, potential pathobionts, and short chain fatty acids: a longitudinal study over the first year of life. **BJOG**, 128(8):1293-1303, 2021.

Odetola, A.A., Akinloye, O., Egunjobi, C., Adekunle, W.A., Ayoola, A.O. Possible antidiabetic and antihyperlipidaemic effect of fermented *Parkia biglobosa* (JACQ)

extract in alloxan-induced diabetic rats. **Clin Exp Pharmacol Physiol**, 33(9):808-12, 2006.

Oh, S.; Kim, D.-Y. Characterization, Antioxidant Activities, and Functional Properties of Mucilage Extracted from *Corchorus olitorius* L. **Polymers**, 14, 2488, 2022.

Oki, K., Akiyama, T., Matsuda, K., Gawad, A., Makino, H., Ishikawa, E., Oishi, K., Kushiro, A., Fujimoto, J. Long-term colonization exceeding six years from early infancy of *Bifidobacterium longum* subsp. *longum* in human gut. **BMC Microbiology**, 12;18(1):209, 2018.

Oliphant, K., & Allen-Vercoe, E. Macronutrient metabolism by the human gut microbiome: major fermentation by-products and their impact on host health. **Microbiome**, 7(1), 91, 2019.

Ogunyinka, B.I., Oyinloye, B.E., Osunsanmi, F.O., Opoku, A.R., Kappo, A.P. Protective Effects of *Parkia biglobosa* Protein Isolate on Streptozotocin-Induced Hepatic Damage and Oxidative Stress in Diabetic Male Rats. **Molecules**, 22(10):1654, 2017.

Oliveira, L. C., & Hopkins, M. (2023). *Parkia* in Flora e Funga do Brasil. Jardim Botânico Do Rio de Janeiro. <https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB23111>

Ousmer, L., Houali, K., Madani, Z., Amrane, A., Kelai, E., Adouane, M., Ouali, K.O., Oubellil, Y.A., M'hamedi, A., Kadri, N. Characterization and in vitro assessment of the antioxidant and anti-inflammatory activities of water-soluble polysaccharides isolated from the brown algae *Cystoseira amentacea* from the Mediterranean coasts. **Algal Research**, 2025.

Pang, Y., Peng, Z., Ding, K. An in-depth review: Unraveling the extraction, structure, bio-functionalities, target molecules, and applications of pectic polysaccharides. **Carbohydrate Polymers**, Volume 343, 2024.

Piechowski, D., Gottsberger, G. Flower and fruit development of *Parkia pendula* (Fabaceae, Mimosoideae). *Acta Botanica Brasilica*, 23(4), 1162-1166, 2009.

Portincasa, P., Bonfrate, L., Vacca, M., De Angelis, M., Farella, I., Lanza, E., Khalil, M., Wang, D. Q.-H., Sperandio, M., & Di Ciaula, A. Gut Microbiota and Short Chain Fatty Acids: Implications in Glucose Homeostasis. **International Journal of Molecular Sciences**, 23(3), 1105, 2022.

Qin, Y., Havulinna, A.S., Liu, Y., Jousilahti, P., Ritchie, S.C., Tokolyi, A., Sanders, J.G., Valsta, L., Brożynańska, M., Zhu, Q., Tripathi, A., Vázquez-Baeza, Y., Loomba, R., Cheng, S., Jain, M., Niiranen, T., Lahti, L., Knight, R., Salomaa, V., Inouye, M., Méric, G. Combined effects of host genetics and diet on human gut microbiota and incident disease in a single population cohort. **Nat Genet**, 54(2):134-142, 2022.

Rêgo, M.J.B.M., Almeida, S.M., Bezerra, S.A., Carvalho Júnior, L.B., & Beltrão, E.I.C. Magnetic *Parkia pendula* seed gum as matrix for Concanavalin A lectin immobilization and its application in affinity purification. **Anais Da Academia Brasileira de Ciências**, 86(3), 1351–1358, 2014.

Rios-Covian, D., González, S., Nogacka, A.M., Arboleya, S., Salazar, N., Gueimonde, M., de los Reyes-Gavilán, C.G. An Overview on Fecal Branched Short-Chain Fatty Acids Along Human Life and as Related With Body Mass Index: Associated Dietary and Anthropometric Factors. **Frontiers in Microbiology**, 11:973, 2020.

Rocchetti, M.T., Chiano, M.D., Elouardi, I., Fiocco, D. Psychobiotic properties of probiotic lactic acid bacteria and bifidobacteria in paediatric neurological disorders. **Global Pediatrics**, Volume 13, 2025.

Rodrigues, O.G., Silva, W.W.; Athayde, A.C.R., Nascimento, S.C., Beltrão, E.I.C., Coelho, L.C.B.B., Medeiros, P.L., Figueiredo-Silva, J.R. Evaluation of *Parkia pendula* (Willd.) Benth. ex Walp. lectins' link to transmissible venereal tumor. **Rev. Bras. Pl. Med.**, v.10, n.3, p.11-15, 2008.

Rungue, M., Melo, V., Martins, D., Campos, P. C., Leles, G., Galvão, I., Mendes, V., Aganetti, M., Pedersen, Á., Assis, N. R. G., Santos, R., Cassali, G. D., Godard, A. L. B., Martins, F. S., Oliveira, S. C., & Vieira, A. T. NLRP6-associated host microbiota composition impacts in the intestinal barrier to systemic dissemination of *Brucella abortus*. **PLOS Neglected Tropical Diseases**, 15(2), e0009171, 2021a.

Rungue, M., Melo, V., Martins, D., Campos, P. C., Leles, G., Galvão, I., Mendes, V., Aganetti, M., Pedersen, Á., Assis, N. R. G., Santos, R., Cassali, G. D., Godard, A. L. B., Martins, F. S., Oliveira, S. C., & Vieira, A. T. NLRP6-associated host microbiota composition impacts in the intestinal barrier to systemic dissemination of *Brucella abortus*. **PLOS Neglected Tropical Diseases**, 15(2), e0009171, 2021b.

Safarchi, A., Al-Qadami, G., Tran, C.D., Conlon M. Understanding dysbiosis and resilience in the human gut microbiome: biomarkers, interventions, and challenges. **Frontiers in Microbiology**, Volume 16 - 2025, 2025.

Saçcan, N., Saçcan, H., Bozkurt, F., Güneş, A., Fakir, H., Dertli, E., Sagdic, O. Optimization of Inulin Extraction from Chicory Roots and an Ultrafiltration Application to Obtain Purified Inulin and Hydrolyzed Fructooligosaccharides. **Tarım Bilimleri Dergisi**, 166-178, 2023.

Salazar, J.; Durán, P.; Díaz, M.P.; Chacín, M.; Santeliz, R.; Mengual, E.; Gutiérrez, E.; León, X.; Díaz, A.; Bernal, M.; et al. Exploring the Relationship between the Gut Microbiota and Ageing: A Possible Age Modulator. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, 20, 5845, 2023.

Saleh, M.S.M., Jalil, J., Zainalabidin, S., Asmadi, A.Y., Mustafa, N.H., Kamisah, Y. Genus *Parkia*: Phytochemical, Medicinal Uses, and Pharmacological Properties. **International Journal of Molecular Sciences**, 2021, 22, 618.

Santos, D. K. D. do N., Barros, B. R. da S., Filho, I. J. da C., Júnior, N. da S. B., da Silva, P. R., Nascimento, P. H. do B., Lima, M. do C. A. de, Napoleão, T. H., & de Melo, C. M. L. Pectin-like polysaccharide extracted from the leaves of *Conocarpus erectus* Linnaeus promotes antioxidant, immunomodulatory and prebiotic effects. **Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre**, 26, 100263, 2021.

Seguella, L., Corpetti, C., Lu, J., Pesce, M., Franzin, S.B., Palenca, I., Zilli, A., Vincenzi, M., Caprioli, D., Paytuví-Gallart, A., Sanseverino, W., Rurgo, S., Sarnelli, G., Esposito, G. Oleoylethanolamide-producing *Lactobacillus paracasei* F19 improves metabolic and behavioral disorders by restoring intestinal permeability and microbiota-gut-brain axis in high-fat diet-induced obese male mice. **Brain, Behavior, and Immunity**, Volume 127, Pages 25-44, 2025.

Sharma, A., Bhushette, P.R., Annapure, U.S. Purification and physicochemical characterization of *Prunus domestica* exudate gum polysaccharide. **Carbohydrate Polymer Technologies and Applications**, Volume 1, 2020.

Shi, L., Wang, Y., Guan, Y., Men, L., Sun, J., Yuan, G. To establish a new quality assessment method based on the regulation of intestinal microbiota in type 2 diabetes by lignans of *Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill. **Journal of Ethnopharmacology**, Volume 348, 2025.

Silva, F.C.O., de Araújo, M.I.F., Silva, S.P., Coelho, E., dos Santos, A.T., González, A., Salvador, A.F.F., Cahú, T.B., Vieira, A.T., de Souza, M.P., Coimbra, M.A., Teixeira, J.A., Nobre, C., Soares, P.A.G., Correia, M.T.S. Structural characterization and in vitro gut microbiota fermentation of a polysaccharide extracted from *Cenostigma nordestinum* gum. **Carbohydrate Polymers**, Volume 363, 2025.

Smolinska, S., Popescu, F.-D., Zemelka-Wiacek, M. A Review of the Influence of Prebiotics, Probiotics, Synbiotics, and Postbiotics on the Human Gut Microbiome and Intestinal Integrity. **Journal of Clinical Medicine**, 14, 3673, 2025.

Song, H., Zhang, Z., Li, Y., Zhang, Y., Yang, L., Wang, S., He, Y., Liu, J., Zhu, D., & Liu, H. Effects of different enzyme extraction methods on the properties and prebiotic activity of soybean hull polysaccharides. **Heliyon**, 8(11), e11053, 2022.

Song, Q., Wang, Y., Huang, L., Shen, M., Yu, Y., Yu, Q., Chen, Y., & Xie, J. Review of the relationships among polysaccharides, gut microbiota, and human health. **Food Research International**, 140, 109858, 2021.

Song, Y., Li, S., Gong, H., Yip, R.C.S., Chen, H. Biopharmaceutical applications of microbial polysaccharides as materials: A Review. **International Journal of Biological Macromolecules**, Volume 239, 2023.

Su, Y., Cheng, S., Ding, Y., Wang, L., Sun, M., Man, C., Zhang, Y., & Jiang, Y. A comparison of study on intestinal barrier protection of polysaccharides from *Hericium erinaceus* before and after fermentation. **International Journal of Biological Macromolecules**, 233, 123558, 2023.

Sut, S., Dall'Acqua, S., Sinan, K.I., Zengin, G., Uba, A.I., Etienne, O.K., Jugreet, S. and Mahomoodally, M.F. Bioactive agents from *Parkia biglobosa* (Jacq.) R.Br. ex G. Don bark extracts for health promotion and nutraceutical uses. **J Sci Food Agric**, 104: 2820-2831, 2024.

Swidsinski, A., Ladhoff, A., Pernthaler, A., Swidsinski, S., Loening-Baucke, V., Ortner, M., Weber, J., Hoffmann, U., Schreiber, S., Dietel, M., Lochs, H. Mucosal flora in inflammatory bowel disease. **Gastroenterology**, Volume 122, Issue 1, Pages 44-54, 2002.

Talarico, S.T., Santos, F.E., Brandt, K.G., Martinez, M.B., Taddei, C.R. Anaerobic bacteria in the intestinal microbiota of Brazilian children. **Clinics**, Volume 72, Issue 3, Pages 154-160, 2017.

Tamfu, A.N., Roland, N., Mfifen, A.M., Kucukaydin, S., Gaye, M., Botezatu, A.V., Duru, M.E., Dinica, R.M. Phenolic composition, antioxidant and enzyme inhibitory activities of *Parkia biglobosa* (Jacq.) Benth., *Tithonia diversifolia* (Hemsl) A. Gray, and *Crossopteryx febrifuga* (Afzel.) Benth. **Arabian Journal of Chemistry**, 15, Issue 4, 103675, 2022.

Vaid, S., Pandey, V.K., Singh, R., Dar, A.H., Shams, R., Thakur, K.S. A concise review on development of probiotics from *Lactobacillus* using CRISPR-Cas technology of gene editing. **Food Chemistry Advances**, Volume 1, 2022.

Vasile, F.E., Romero, A.M., Judis, M.A., Mattalloni, M., Virgolini, M.B., Mazzobre, M.F. Phenolics composition, antioxidant properties and toxicological assessment of *Prosopis alba* exudate gum. **Food Chemistry**, Volume 285, Pages 369-379, 2019.

Wang, F.-X., Dai, S.-Y., Mu, G., Yu, Z.-H., Chen, Y., Zhou, J. Beyond organ isolation: The bidirectional crosstalk between cerebral and intestinal ischemia-reperfusion injury via microbiota-gut-brain axis. **Biochemical and Biophysical Research Communications**, Volume 763, 2025.

Wang, J., Wang, J., Yang, X., Han, S., Wang, T., Dai, L., Deng, S., Wang, S. Structural characteristics, biological activities, and wound healing potential of polysaccharides present in *Cassia obtusifolia* L. seeds: A review. **International Journal of Biological Macromolecules**, 2025.

Wang, X.-Y., Yu, A.-Q., Zhang, Z.-J., Wang, J.-Y., Bi, H.-Z., Wang, M. Research progress on extraction and purification, structural characteristics, pharmacological activities, structure-activity relationships, and applications of *Chrysanthemum indicum* L. polysaccharides: A review. **International Journal of Biological Macromolecules**, Volume 315, Part 2, 2025.

Wang, Z., Chi, Y., Wang, M., Zhou, Q., Yan, Z., Xue, R., Cai, X., Tian, J., Yu, W., Yaermaimaiti, S., Turghun, C., Sun, Y., Song, W., Du, D., Luo, C., Hu, Z., Han, B. Purification, structural characterization, and anti-ulcerative colitis activity of a novel pectin-like polysaccharide AH-H4-1 from Alhagi honey. **International Journal of Biological Macromolecules**, Volume 319, Part 4, 2025.

Wei, F.-H., Xie, W.-Y., Zhao, P.-S., Ji, Z.-H., Gao, F., Chen, C.-Z., Zhang, Z., Gao, W., Yuan, B. *Crataegus pinnatifida* polysaccharide alleviates DSS-induced colitis in mice by regulating the intestinal microbiota and enhancing arginine biosynthesis. **Phytomedicine**, Volume 142, 2025.

Wozniak, H., Beckmann, T. S., Fröhlich, L., Soccorsi, T., Le Terrier, C., de Watterville, A., Schrenzel, J., & Heidegger, C.-P. The central and biodynamic role of gut microbiota in critically ill patients. **Critical Care**, 26(1), 250, 2022.

Wu, H., Liu, Z., Li, Y. Intestinal microbiota and respiratory system diseases: Relationships with three common respiratory virus infections. **Microbial Pathogenesis**, Volume 203, 2025.

Wu, S., Gao, S., Lin, D., Bekhit, A.E.-D.A., Chen, Y. Intestinal barrier restoration in UC: dietary protein/peptide mediate microbiota-Trp-AhR axis and food processing implications. **Food Research International**, Volume 217, 2025.

Wu, Y., Gao, H., Wang, Y., Peng, Z., Guo, Z., Ma, Y., Zhang, R., Zhang, M., Wu, Q., Xiao, J., Zhong, Q. Effects of different extraction methods on contents, profiles, and antioxidant abilities of free and bound phenolics of *Sargassum polycystum* from the South China Sea. **J Food Sci**, 87(3):968-981, 2022.

Wu, Y., He, X., Chen, H., Lin, Y., Zheng, C., Zheng, B. Extraction and characterization of hepatoprotective polysaccharides from *Anoectochilus roxburghii* against CCl₄-induced liver injury via regulating lipid metabolism and the gut microbiota. **International Journal of Biological Macromolecules**, Volume 277, Part 3, 2024.

Xia, Y., Lan, Y., Xu, Y., Liu, F., Chen, X., Luo, J., Xu, H., Liu, Y. Effects of microplastics and tetracycline induced intestinal damage, intestinal microbiota dysbiosis, and antibiotic resistome: metagenomic analysis in young mice. **Environment International**, Volume 199, 2025.

Xu, X., Xiong, S., Du, T., Liu, Q., Huang, X., Liu, C., Zhao, X., Xiong, T., Xie, M. Fermented guava (*Psidium guajava*) by *Lactiplantibacillus plantarum* NCU0011129 attenuates azoxymethane/dextran sodium sulfate-induced colorectal cancer in mice: Restructuring gut microbiota and enhancing intestinal barrier function. **Food Bioscience**, Volume 68, 2025.

Xu, Y., Sun, H., Lv, J., Wang, Y., Zhang, Y., Wang, F. Effects of polysaccharide thickening agent on the preparation of walnut oil oleogels based on methylcellulose: Characterization and delivery of curcumin. **International Journal of Biological Macromolecules**, Volume 232, 2023.

Yan, S., Gao, J., Sun, Q. Research progress on colonization of probiotics. **Journal of Future Foods**, 2025.

Yang, M., Zhou, D., Xiao, H., Fu, X., Kong, Q., Zhu, C., Han, Z., Mou, H. Marine-derived uronic acid containing polysaccharides: Structures, sources, production, and nutritional functions. **Trends in Food Science & Technology**, 122, 1-12, 2022.

Yu, W., Wang, J., Xiong, Y., Liu, J., Baranenko, D., Zhang, Y., Lu, W. In vivo absorption, in vitro simulated digestion, and fecal fermentation properties of *Imperata cylindrica* polysaccharides and their effects on gut microbiota. **Food Chemistry**, Volume 461, 2024.

Yu, Y., Shen, M., Song, Q., Xie, J. Biological activities and pharmaceutical applications of polysaccharide from natural resources: A review. **Carbohydrate Polymers**, Volume 183, Pages 91-101, 2018.

Zhang, C., Pi, X., Li, X., Huo, J., & Wang, W. Edible herbal source-derived polysaccharides as potential prebiotics: Composition, structure, gut microbiota regulation, and its related health effects. **Food Chemistry**, 458, 140267, 2024.

Zhang, K.-J., Chang, Y.-F., Liu, Y.-F., Dai, S.-X., Li, J. Protective mechanism of Bifidobacterium on intestinal mucosal barrier in sepsis. **Microbial Pathogenesis**, Volume 206, 2025.

Zhang, L.-L., Xu, J.-Y., Xing, Y., Wu, P., Jin, Y.-W., Wei, W., Zhao, L., Yang, J., Chen, G.-C., Qin, L.-Q. Lactobacillus rhamnosus GG alleviates radiation-induced intestinal injury by modulating intestinal immunity and remodeling gut microbiota. **Microbiological Research**, Volume 286, 2024.

Zhang, W., Zhang, Y., Zhao, Y., Li, L., Zhang, Z., Hettinga, K., Yang, H., Deng, J. A Comprehensive Review on Dietary Polysaccharides as Prebiotics, Synbiotics, and Postbiotics in Infant Formula and Their Influences on Gut Microbiota. **Nutrients**, 16, 4122, 2024.

Zhang, Y., Zheng, S., Si, H., Liu, Y., Xie, F., Wang, X., Wu, S., Chen, B., Zhai, C., Qiao, Y., Guo, Q. Structure characterization and protective effect against UVB irradiation of polysaccharides isolated from the peach gums. **International Journal of Biological Macromolecules**, Volume 311, Part 1, 2025.

Zhang, Z.-H., Zhao, Z.-H., Cao, T.-Y., Yang, C.-R., Tang, Z.-Z., Feng, S.-L., Yuan, S., Hu, S.-L., Yuan, M. Comparative analysis of three extraction methods for ginger leaf polysaccharide: Chemical composition, antioxidant activity, and hypolipidemic effects. **Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants**, Volume 46, 2025.

Zhao, J., Yu, Y., Wu, K., Liu, Y., Zhu, Y., Lu, H., Yue, H., Liang, B. A novel CO₂ foam stabilizer based on natural polysaccharide psyllium seed gum: Experimental and molecular dynamics analysis. **Carbohydrate Polymers**, Volume 367, 2025.

Zhao, M., Chu, J., Feng, S., Guo, C., Xue, B., He, K., & Li, L. Immunological mechanisms of inflammatory diseases caused by gut microbiota dysbiosis: A review. **Biomedicine & Pharmacotherapy**, 164, 114985, 2023.

Zhao, T., Wang, C., Liu, Y., Li, B., Shao, M., Zhao, W., Zhou, C. The role of polysaccharides in immune regulation through gut microbiota: mechanisms and implications. *Frontiers in Immunology*, Volume 16, 2025.

Zheng, M., Zheng, Y., Zhang, Y., Zhu, Y., Yang, Y., Oda, T., Ni, H., & Jiang, Z. In vitro fermentation of *Bangia fusco-purpurea* polysaccharide by human gut microbiota and the protective effects of the resultant products on Caco-2 cells from lipopolysaccharide-induced injury. **International Journal of Biological Macromolecules**, 222, 818–829, 2022.

Zhou, A., Zhou, C., Liu, M., He, J., Huang, L. Anticancer Effects of Camellia nitidissima Chi Polysaccharide on Hepatocellular Carcinoma Cells via Apoptosis. **Journal of Herbal Medicine**, Volume 42, 2023.

Zhou, M.-J., Zhou, G.-S., Liu, J., Kang, L., Cui, Q.-Q., Pu, C.-J., Chen, P.-D., Duan, J.-A., Yan, H. Structural characterization of a novel polysaccharide from *Angelica sinensis* (Oliv.) Diels and the evaluation of its angiogenic activity. **International Journal of Biological Macromolecules**, Volume 319, Part 4, 2025.

Zhou, W., Chen, G., Chen, D., Ye, H., & Zeng, X. The antidiabetic effect and potential mechanisms of natural polysaccharides based on the regulation of gut microbiota. **Journal of Functional Foods**, 75, 104222, 2020.

ANEXOS

ANEXO A

Cópia do Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da UFPE



Universidade Federal de Pernambuco

Centro de Biociências
Av. Prof. Nelson Chaves, s/n
50670-420 / Recife - PE - Brasil
Fones: 2126 8842
ceua@ufpe.br

Recife, 26 de setembro de 2023

Ofício nº 76/23

Da Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da UFPE

Para: Prof. André de Lima Ayres

Departamento de Medicina Tropical/ CCS

Processo nº0052/2023

Certificamos que a proposta intitulada **“Atividade prebiótica e efeito do polissacarídeo de *Parkia pendula* na fermentação in vivo pela microbiota intestinal de camundongos.”** Registrado como **0052/2023** sob a Responsabilidade do **Prof. André de Lima Ayres** Que envolve a produção, manutenção ou utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto humanos), para fins de pesquisa científica (ou ensino) - encontra-se de acordo com os preceitos da Lei nº 11.794, de 8 de outubro de 2008, do Decreto nº 6.899, de 15 de julho de 2009, e com as normas editadas pelo CONSELHO NACIONAL DE CONTROLE DE EXPERIMENTAÇÃO ANIMAL (CONCEA), e foi aprovada pela COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS (CEUA) DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO (UFPE), em reunião de 29/08/2023

Finalidade	() Ensino (x) Pesquisa Científica
Vigência da autorização	31/08/2023 a 01/11/2026
Espécie/linhagem/raça	Camundongo heterogênico
Nº de animais	35
Peso/Idade	18-22g
Sexo	Fêmea (35)
Origem: Biotério de Criação	Biotério do Instituto Keizo Asami (LIKA).
Destino: Biotério de Experimentação	Biotério Convencional do Instituto Keizo Asami. (LIKA)

Atenciosamente

Prof. Sebastião R. F. Silva
Presidente CEUA/UFPE
SIAPE 2345691

