



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE BIOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MORFOTECNOLOGIA

ILA MARANHÃO DE OLIVEIRA

CARATERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E BIOLÓGICA DAS XILANAS DA
MADEIRA DE *Dinizia excelsa* E SEU POTENCIAL USO PREBIÓTICO
FRENTE A *Lactobacillus spp.*

Recife
2024

ILA MARANHÃO DE OLIVEIRA

**CARATERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E BIOLÓGICA DAS XILANAS DA
MADEIRA DE *Dinizia excelsa* E SEU POTENCIAL USO PREBIÓTICO
FRENTE A *Lactobacillus spp.***

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Morfotecnologia da
Universidade Federal de Pernambuco,
como requisito parcial para obtenção do
título de mestre(a) em Morfotecnologia.
Área de concentração: Morfologia e
Inovação Tecnológica

Orientador: Prof. Dr. Iranildo José da Cruz Filho

Coorientador: Prof. Dr. Diego Santa Clara Marques

Coorientador: Prof. Dr. Hallysson Douglas Andrade de Araújo

Recife

2024



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

Ata da defesa/apresentação do Trabalho de Conclusão de Curso de Mestrado do Programa de Pós-graduação em Morfotecnologia - CB da Universidade Federal de Pernambuco, nodia 04 de outubro de 2024.

ATA Nº 80

Aos quatro dias do mês de outubro de dois mil e vinte e quatro, às oito horas, em sessão pública realizada de forma presencial, teve início a defesa/apresentação do Trabalho de Conclusão de Curso intitulada CARATERIZAÇÃO FISICO-QUIMICA E BIOLOGICA DAS XILANAS DA MADEIRA DE DINIZIA EXCELSA E SEU POTENCIAL USO PREBIÓTICO FRENTE A LACTOBACILLUS SPP da mestrand a ILA MARANHÃO DE OLIVEIRA, na área de concentração Morfotecnologia, sob a orientação do Prof. Iranildo José da Cruz Filho. A Comissão Examinadora foi aprovada pelo colegiado do programa de pós-graduação em dezembro de agosto de dois mil e vinte e quatro, sendo composta pelos examinadores: IRANILDO JOSE DA CRUZ FILHO, da UFPE; SONIA PEREIRA LEITE, da UFPE; MARIA DO CARMO ALVES DE LIMA, Externa ao Programa, AMANDA RAFAELA CARNEIRO DE MESQUITA, da UFRPE. Após cumpridas as formalidades conduzidas pelo presidente da comissão, professor Iranildo José da Cruz Filho, a candidata ao grau de Mestre(a) foi convidada a discorrer sobre o conteúdo do Trabalho de Conclusão de Curso. Concluída a explanação, a candidata foi arguida pela Comissão Examinadora que, em seguida, reuniu-se para deliberar e conceder, ao mesmo, a menção <<APROVADO >>. Para a obtenção do grau de Mestre(a) em Morfotecnologia a concluinte deverá ter atendido todas às demais exigências estabelecidas no Regimento Interno e Normativas Internas do Programa, nas Resoluções e Portarias dos Órgãos Deliberativos Superiores, assim como no Estatuto e no Regimento Geral da Universidade, observando os prazos e procedimentos vigentes nas normas.

Documento assinado digitalmente
gov.br AMANDA RAFAELA CARNEIRO DE MESQUITA
Data: 10/10/2024 08:32:46-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dra. AMANDA RAFAELA CARNEIRO DE MESQUITA, UFRPE

Examinadora Externa à Instituição

Dra. MARIA DO CARMO ALVES DE LIMA, UFPE

Examinadora Externa ao Programa

Dra. SONIA PEREIRA LEITE, UFPE

Examinadora Interna

IRANILDO JOSE DA CRUZ FILHO, UFPE

Presidente



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

Ata da defesa/apresentação do Trabalho de Conclusão de Curso de Mestrado do Programa de Pós-graduação em Morfotecnologia - CB da Universidade Federal de Pernambuco, nodia 04 de outubro de 2024.

Documento assinado digitalmente
 **ILA MARANHÃO DE OLIVEIRA**
Data: 10/10/2024 16:36:18-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

ILA MARANHÃO DE OLIVEIRA

Mestrando(a)

.Catalogação de Publicação na Fonte. UFPE - Biblioteca Central

Oliveira, Ila Maranhao de.

Caraterização fisico-quimica e biologica das xilanas da madeira de Dinizia excelsa e seu potencial uso prebiótico frente a Lactobacillus spp / Ila Maranhao de Oliveira. - Recife, 2024. 44f.: il.

Dissertação (Mestrado) ? Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Biociencias, Pós-Graduação em Morfotecnologia, 2024.

Orientação: Iranildo José da Cruz Filho.

Coorientação: Diego Santa Clara Marques.

Coorientação: Hallysson Douglas Andrade de Araújo.

Inclui referências e apêndices.

1. Plantas da Amazônia; 2. Madeira; 3. Potencial biológico; 4. Alimento funcional. I. Cruz Filho, Iranildo José da. II. Marques, Diego Santa Clara. III. Araújo, Hallysson Douglas Andrade de. IV. Título.

UFPE-Biblioteca Central

Eu não devo ter medo.

Medo é o assassino da mente.

Medo é a pequena morte que leva à aniquilação total.

Eu enfrentarei meu medo.

Permitirei que passe por cima e me atravesse.

E, quando tiver passado, voltarei o olho interior para ver seu rastro.

Onde o medo não estiver mais, nada haverá.

Somente eu permanecerei.

(Cantico Bene Besserit – Duna de Frank Hebet)

RESUMO

Dinizia excelsa (De), da família Fabaceae, é um espécime nativo da floresta amazônica popularmente conhecido como Angelin vermelho, Angelin pedra e faveira de ferro. Sua madeira possui alta força mecânica, durabilidade e resistência a ataques de agentes xilófagos. Essas características tornam sua madeira amplamente utilizada na construção civil. Embora amplamente utilizado no setor madeireiro pouco se conhece sobre seu potencial biológico. As xilanas são polissacarídeos que possuem como cadeia estrutural comum a conformação de β -(1 $\rightarrow$ 4) - associado a resíduo de xilose. Também é relatado na literatura que as xilanas apresentaram atividades antimicrobianas, prebióticas, antitumorais e imunomoduladoras. Esse polissacarídeo, que comumente é descartado pelas indústrias, apresenta um alto potencial como matéria prima para a confecção de suplemento alimentar. Dentre estas atividades destacaremos a atividade prebiótica desses polissacarídeos. Prebióticos são ingredientes alimentares não digestíveis que induzem melhora no estado geral de saúde por estimular o crescimento da microbiota benéfica do intestino. O objetivo desse trabalho foi realizar uma avaliação físico-química e biológicas com ênfase nas atividades prebióticas das xilanas extraídas do cerne de De. Nesse trabalho a xilana de De (XDe) foi extraída de resíduos do cerne a partir de um processo de cinco etapas. Este material foi avaliado físicoquimicamente pela determinação de monossacarídeos, análise da composição elementar, FTIR, espectroscopia magnética de ressonância 2D e determinação do peso molecular. Em seguida foi avaliado a citotoxicidade, imunomodulação, potencial hemolítico, potencial anticoagulante, propriedade emulsificante, simulação da degradação em sulco gástrico e potencial prebiótico. As XDe demonstraram um rendimento de 28,44%, peso molecular 38,32% a análise elementar apresentou valores de H = 5,65%, C= 35,03% e O = 59,32% e a amostra apresentou leituras de FTIR similares as das xilanas da literatura e o 2D NMR identificou a presença dos grupos funcionais que caracterizam a molécula. Quanto as atividades biológicas a amostra apresentaram baixa toxicidade frente a linhagens HepG2, macrófagos J774, fibroblastos V79 e células Vero, e apresentou atividade hemolítica <10% e anticoagulante com o tempo parcial de protrombina variando de 44,2 a 89,2. Além disso nos ensaios imunomodulatórios estimularam a produção de citocinas antiinflamatória, além de apresentar alta propriedade emulsificante e atividade prebiótica relevante frente as cepas estudadas. XDe também foram avaliadas quanto capacidade de resistir à ação do suco gástrico e à determinação da atividade emulsificante, aonde similar a xilana comercial conseguiu promover o crescimento de cepas de *L. acidophilus*, *L. rhamnosus*, *L. casei* e *L. plantarum*. também apresentou baixa taxa de degradação em suco gástrico e suco entérico e atividade emulsificante (EA) máxima nas concentrações de 2% e 4% e em pH 7. Estes resultados apontam que as xilanas de *Dinizia excelsa* possui um amplo potencial para aplicações biomédicas com ênfase no seu uso nutracêutico como prebióticos.

Palavras – chave: plantas da Amazônia; madeira; potencial biológico; alimento funcional

ABSTRACT

Dinizia excelsa (De), from the Fabaceae family, is a native specimen of the Amazon rainforest, commonly known as Red Angelin, Stone Angelin, and Ironwood. Its wood has high mechanical strength, durability, and resistance to attacks by xylophagous agents. These characteristics make its wood widely used in civil construction. Although extensively used in the timber sector, little is known about its biological potential. Xylans are polysaccharides with a common structural backbone in the β -(1 $\rightarrow$ 4) conformation, associated with xylose residues. The literature also reports that xylans exhibit antimicrobial, prebiotic, antitumor, and immunomodulatory activities. This polysaccharide, often discarded by industries, has great potential as a raw material for dietary supplements. Among these activities, we highlight the prebiotic activity of these polysaccharides. Prebiotics are non-digestible food ingredients that improve overall health by stimulating the growth of beneficial gut microbiota. The objective of this study was to conduct a physicochemical and biological evaluation with an emphasis on the prebiotic activities of xylans extracted from the heartwood of De. In this study, De xylan (XDe) was extracted from heartwood residues through a five-step process. This material was physicochemically evaluated through monosaccharide determination, elemental composition analysis, FTIR, 2D nuclear magnetic resonance (NMR) spectroscopy, and molecular weight determination. Subsequently, cytotoxicity, immunomodulation, hemolytic potential, anticoagulant potential, emulsifying properties, gastric sulcus degradation simulation, and prebiotic potential were assessed. XDe demonstrated a yield of 28.44%, a molecular weight of 38.32%, and elemental analysis values of H = 5.65%, C = 35.03%, and O = 59.32%. The sample exhibited FTIR readings similar to those of xylans reported in the literature, and 2D NMR identified the functional groups characteristic of the molecule. Regarding biological activities, the sample showed low toxicity against HepG2, J774 macrophages, V79 fibroblasts, and Vero cell lines, with hemolytic activity <10% and anticoagulant activity, with partial thromboplastin time ranging from 44.2 to 89.2. Additionally, in immunomodulatory assays, XDe stimulated the production of anti-inflammatory cytokines, exhibited high emulsifying properties, and demonstrated significant prebiotic activity against the studied strains. XDe was also evaluated for its ability to resist gastric juice degradation and its emulsifying activity. Similar to commercial xylan, it promoted the growth of *L. acidophilus*, *L. rhamnosus*, *L. casei*, and *L. plantarum* strains. It also showed a low degradation rate in gastric and enteric juices and maximum emulsifying activity (EA) at concentrations of 2% and 4% at pH 7. These results indicate that *Dinizia excelsa* xylans have great potential for biomedical applications, with an emphasis on their nutraceutical use as prebiotics.

Keywords: Amazonian plants; wood; biological potential; functional food

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

DISSERTAÇÃO

- Figura 1 - Árvore de *Dinizia excelsa* (A), folhas (B), frutos no ramo (C), 17
sementes (D) e flores (E).
- Figura 2 – Estruturas Xilanas de paredes secundárias. Representação gráfica 21
das principais características estruturais de (A)
arabinoglucuronoxilano (B) glucuronoxilano acetilado (C) e
glucuronoarabinoxilano acetilado (D) respectivamente.
- Figura 3 - A imagem demonstra o processo de síntese da xilana dentro da 22
célula vegetal. Processo que se dá inicialmente pela captação de
UDP-Xly ou a transformação de UDP-Araf e UDP-Glc em UDP-
Xly no citosol e a captação dessas moléculas para o lúmen do
aparelho de golgi aonde as moléculas sofrem a ação de diversas
enzimas e formam as moléculas de xilana.
- Figura 4 - Potenciais atividades biológicas apresentadas por xilanas na 23
literatura

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

De	<i>Dinizia excelsia</i>
XDe	Xilana de <i>Dinizia excelsia</i>
CC50	Concentração que permite 50% da viabilidade celular
CHNS/O	Análise elementar de carbono, hidrogênio, nitrogênio, enxofre e oxigênio
DMSO	Dimetilsulfóxido
DPPH	2,2-difenil-1-picrilhidrazil
EA	Atividade emulsificante
ECI	Índice de creme e emulsão
EC50	Concentração equivalente mínima do antioxidante para sequestrar 50% dos radicais iniciais
FTIR	Espectroscopia de infravermelho por transformada de Fourier
GLcA	Ácido glucurônico
GPC	Cromatografia por exclusão de tamanho
GUX	Beta-D-glucuronoxilose
IRX 14	Xilema irregular 14
IRX 9	Xilema irregular 9
LiCl	Cloreto de lítio
MRS	Meio de cultura para lactobacilo
MTT	Solução tampão salina fosfato
NaOH	Hidróxido de sódio
PBS	Solução tampão salina fosfato
PL-CPC	Cromatografia líquida de partição centrífuga
RMN HSQC	Espectroscopia de ressonância magnética nuclear com correlação heteronuclear e acoplamento de spin de quantia heteronuclear
RPMI	Meio Roswell Park Memorial Institute , indicado para cultura de célula.
UDP-Araf	Uridina difosfato L-arabinofuranose
UDP-GLcA	Uridina difosfato D-glicurônico
UDP-Xyl	Uridina difosfato D-glicurônico
XAOT	xilana o-acetiltransferase

SUMARIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	OBJETIVOS	14
2.1	OBJETIVO GERAL	14
2.2	OBJETIVO ESPECIFICO	14
3	REVISÃO DE LITERATURA	15
3.1	PLANTA: <i>Dinizia excelsa</i>	15
3.2	TEORES DE EXTRATIVOS PRESENTES EM <i>Dinizia excelsa</i>	16
3.3	POTENCIAL BIOLÓGICO DOS EXTRATOS DE <i>Dinizia excelsa</i>	16
3.3.1	Atividade antimicrobiana <i>in vitro</i>	16
3.3.2	Atividade inseticida	17
3.3.3	Atividade antioxidante	17
3.3.4	Atividade inibidora de tripsina e quimotripsina	17
3.4	CONSTITUINTES PRESENTES NA MADEIRA DE <i>Dinizia excelsa</i>	18
3.5	XILANAS	18
3.6	ATIVIDADES BIOLÓGICAS E APLICAÇÃO INDUSTRIAL DAS XILANAS	21
3.7	XILANAS COMO PREBIOTICOS	23
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	25
	REFERENCIAS	26
	APENDICE A - XYLANS AS A PROMISING PREBIOTIC AGENT: A BRIEF REVIEW	
	APENDICE B - POTENCIAL BIOLÓGICO DE EXTRATOS OBTIDOS DE DINIZIA EXCELSA DUCKE: UMA BREVE REVISÃO	
	APENDICE C - XYLAN FROM DINIZIA EXCELSA: CHEMICAL CHARACTERIZATION AND BIOLOGICAL ACTIVITIES.	

**APENDICE D - MATERIAL SUPLEMENTAR “XYLAN FROM
DINIZIA EXCELSA: CHEMICAL CHARACTERIZATION AND
BIOLOGICAL ACTIVITIES.”**

**APENDICE E - AVALIAÇÃO PRELIMINAR DAS ATIVIDADES
PREBIÓTICA E EMULSIFICANTE DA XILANA DA MADEIRA DE
DINIZIA EXCELSA UMA ABORDAGEM IN VITRO**

1. INTRODUÇÃO

Dinizia excelsa, conhecida popularmente como angelim vermelho, é uma árvore de grande porte originária da Amazônia (ITTO, 2024). É amplamente utilizada pela indústria madeireira na construção civil e se distribui por toda a Amazônia brasileira. Embora muitos estudos se concentrem nas propriedades de sua madeira devido ao seu alto potencial comercial, ainda há pouco conhecimento sobre o potencial biológico e as características químicas de suas macromoléculas. Na literatura, há relatos de extratos dessa planta com atividades antimicrobianas (FERNÁNDEZ *et al.*, 2020), inseticidas (BARBOSA *et al.*, 2007), antioxidantes (SUZUKI *et al.*, 2008) e inibidores de protease (KUDO, 2010). No entanto, esses estudos não identificam as moléculas responsáveis por essas atividades, o que evidencia a necessidade de um estudo mais aprofundado sobre as moléculas dessa espécie.

Entre as moléculas que podem ser encontradas em espécies vegetais como De, destacam-se as xilanas. Esses polissacarídeos estruturais estão presentes na parede celular secundária das plantas, conferindo rigidez, resistência mecânica e permeabilidade à água. As xilanas podem ser extraídas e utilizadas em diversas atividades biológicas (TRYFONA *et al.*, 2023). Como produtos naturais, elas podem apresentar diferenças estruturais conforme a planta de origem (KHAIRE *et al.*, 2021), o que pode influenciar seu perfil de atividades biológicas e ressaltar a importância de se estudar moléculas de diferentes espécies (NAIDU; HLANGOTHI; JOHN, 2018).

Na literatura, as xilanas são conhecidas por diversas atividades biológicas, incluindo ação antitumoral, antimicrobiana, prebiótica, imunomoduladora, emulsificante, anticoagulante e antioxidante. Entre elas, destaca-se sua função prebiótica, que promove o crescimento de microrganismos benéficos e melhora o estado de saúde geral do indivíduo (LATIF *et al.*, 2023). Prebióticos são moléculas não digestíveis que estimulam a microbiota intestinal benéfica, contribuindo para a saúde (OLANIRAN *et al.*, 2023).

Os organismos vegetais são ricos em polissacarídeos não digeríveis que podem ser utilizados como prebióticos (GARCIA-ALONSO *et al.*, 2023). As xilanas de diferentes fontes têm sido avaliadas por seu potencial prebiótico (RUDJITO *et al.*, 2023), e a diversidade estrutural encontrada justifica a busca por novas moléculas com esse potencial. Além de favorecer o crescimento de probióticos, as xilanas possuem características que as tornam atrativas como alimentos funcionais, como atividade emulsificante e imunomoduladora (CRUZ FILHO *et al.*, 2023).

Em 2022, o mercado global de produtos derivados de xilanas foi avaliado em 50 bilhões de dólares, com expectativa de crescimento de 6% nos anos seguintes (Xylan Market, 2024).

Portanto, é fundamental descobrir novas fontes dessas moléculas e explorar suas propriedades biológicas e físico-químicas. Nesse contexto, o objetivo deste trabalho é investigar uma nova fonte de xilanas a partir dos rejeitos industriais da madeira de *Dinizia excelsa*, caracterizando esse polissacarídeo e avaliando seu potencial biológico e prebiótico.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

Realizar a caracterização físico-química e a avaliação biológica da xilana extraída da madeira de *Dinizia excelsa*, bem como avaliar seu potencial como prebiótico, induzindo o crescimento de microrganismos probióticos

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar a extração e caracterização físico-química da XDe com análise elemental, espectroscopia de infravermelho por transformada de Fourier, espectroscopia de Ressonância Magnética Nuclear 2D (HSQC) e determinação do peso molecular por cromatografia de permeação em gel.
- Avaliar a citotoxicidade *in vitro* da XDe em linhagens celulares de macrófagos MJ774, hepatócitos HepG2, fibroblastos V79, células Vero e hemácias de camundongos.
- Determinar o potencial anticoagulante e hemolítico da XDe em relação a células sanguíneas de camundongos saudáveis.
- Avaliar a atividade emulsificante da XDe.
- Elucidar a atividade imunomoduladora da XDe apartir da dosagem de óxido nítrico e das citocinas IL-2, IL-4, IL-6, IL-10, IL-17, TNF- α e IFN- γ em cultura de esplenócitos e ensaios de imunofenotipagem.
- Determinar o potencial prebiótico de XDe em meio enriquecido com 1%, utilizando quatro cepas de *Lactobacillus*: *Lactobacillus acidophilus* *Lactobacillus rhamnosus* , *Lactobacillus casei* e *Lactobacillus plantarum*.

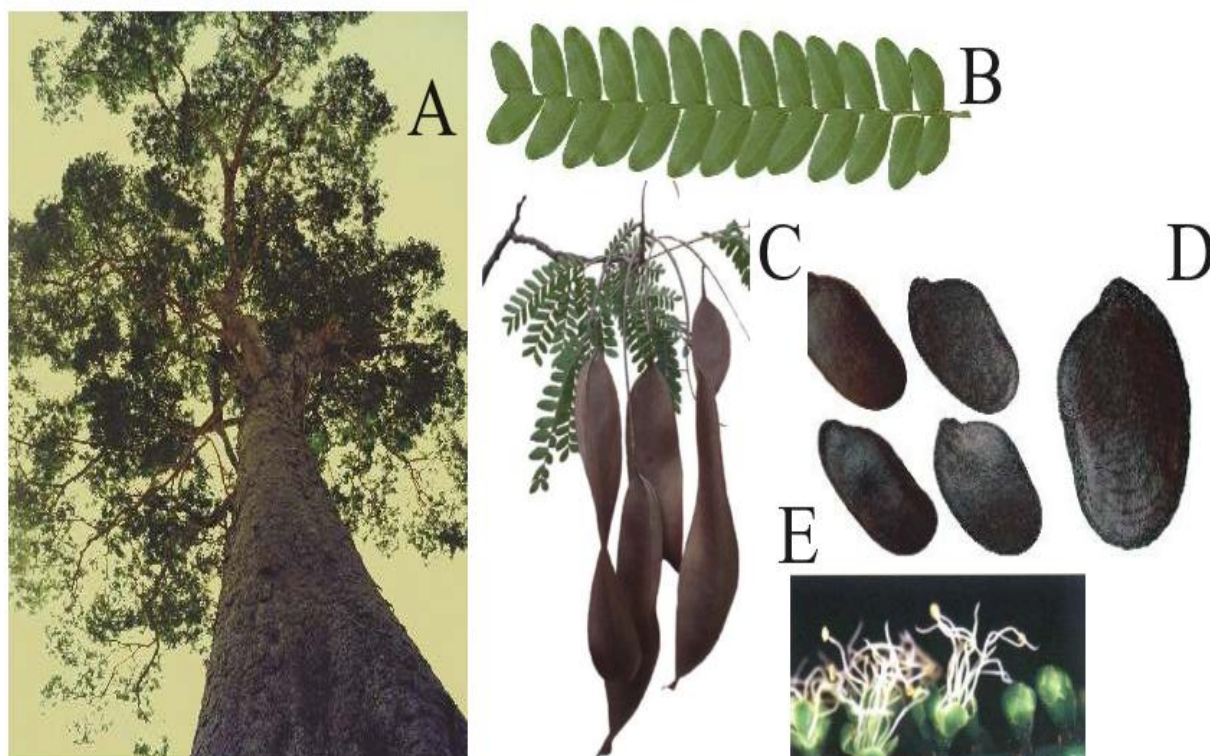
3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. ESPÉCIE VEGETAL: *Dinizia excelsa*

Dinizia excelsa Ducke, pertence à família das Fabaceae, é uma árvore popularmente conhecida como Angelim, Angelim falso, Angelim ferro, Angelim Pedra, Angelim vermelho, Angelim-Fava, Angelim-Mole, Angelim-Saia, Faveira grande, Faveira preta, Faveira-Branca, Faveira-Dura, Gurupa Parakwa, Kuraru e Parakwa (LIMA *et al.*, 2019; SOUSA *et al.*, 2021; ITTO, 2024). Esta é encontrada na região amazônica, abrangendo os estados de Roraima, Acre, Amazonas, Pará, Rondônia e também ocorre ao sul da Guiana em regiões de terra firme e solos argilosos (LIMA *et al.*, 2019; SOUSA *et al.*, 2021; KLIMANATURALI, 2024; ITTO, 2024).

Esta planta é considerada uma das maiores árvores da floresta amazônica, podendo atingir 60 m de altura e até 2 m de diâmetro (SOUSA *et al.*, 2021). É uma árvore (Figura 1A) com copa alta e rala, e tronco reto e cilíndrico. Sua casca é de cor parda as folhas (Figura 1B) são numerosas, pequenas, de formato oval-alongado e coloração verde brilhante (LIMA *et al.*, 2019). As flores (Figura 1E) são esbranquiçadas e se agrupam em cachos, enquanto os frutos são achatados (Figura 1C), em formato de vagem, que não se abrem (LIMA *et al.* 2019; SOUSA *et al.*, 2021). No entanto, produzem anualmente uma quantidade elevada de sementes (Figura 1D), que são duras, levemente alongadas, achatadas e de cor marrom-clara (IWAKIRI *et al.*, 2016; LIMA *et al.*, 2019; SOUSA *et al.*, 2021).

Figura 1. Árvore de *Dinizia excelsa* (A), folhas (B), frutos no ramo (C), sementes (D) e flores (E).



Fonte: Adaptado de Mesquita *et al.* (2009) e Hopkins *et al.* (2004) respectivamente.

A madeira é considerada um importante produto comercial isto porque, apresenta como características alta resistência à deterioração tem sido utilizada na construção civil e naval, na marcenaria, carpintaria, entre outros (IWAKIRI *et al.*, 2016). Dentre os diferentes constituintes destacaremos a utilização dos extratos De e suas potenciais atividades biológicas.

3.2. TEORES DE EXTRATIVOS PRESENTES EM *Dinizia excelsa*

Poucos trabalhos relatam os teores de extratos obtidos por diferentes métodos e diferentes regiões da planta. Nascimento (1999) obteve percentual de 15.47% para o extrato aquoso de De. Barbosa *et al.* (2007) avaliando extratos etanólicos brutos do lenho e da casca de De obtiveram teores de 7.8 e 17.7% e por fim, o teor de polifenóis na casca foi de 8.6%, teores de fenólicos no lenho não foram quantificados. Suzuki *et al.* (2008) obtiveram percentual de extrato metanólico variando de 2.7 a 13.3 % e extrato alcalino variando de 6.4 a 23.2% respectivamente. Matos *et al.* (2019) obtendo extratos etanólico dos resíduos de madeira de De obtidos pelos métodos de percolação e por Soxhlet obtiveram teores de 11.17% e 12.82% respectivamente.

3.3. POTENCIAL BIOLÓGICO DOS EXTRATOS DE *Dinizia excelsa*

3.3.1 Atividade antimicrobiana *in vitro*

Os extratos obtidos a partir de plantas amazônicas são conhecidos por apresentarem diferentes atividades biológicas, como e o caso de atividades antimicrobianas (SUFFREDINI *et al.* 2006; FERNÁNDEZ *et al.*, 2020). Isso ocorre devido a presença de compostos capazes de interferir no metabolismo desses microrganismos, que podem agir através de diferentes mecanismos de ação, como: inibição da síntese da parede celular, aumento da permeabilidade da parede celular, interferência na síntese proteica e no metabolismo do ácido nucleico e outros processos metabólicos (QUEIROZ *et al.*, 2023; SOUZA JÚNIOR *et al.*, 2023).

Poucos trabalhos foram descritos utilizando extrato da madeira de *Dinizia excelsa* como agentes antimicrobianos. Em relação a atividade antibacteriana Diaz (2009) avaliou o efeito do extrato aquoso das sementes e verificou que, em ensaio de disco, foi capaz de inibir o crescimento de *Streptococcus mutans* apresentando halo de inibição de 25 mm. Entretanto, Matos *et al.* (2019) avaliando o extrato etanólico obtidos dos resíduos da madeira pelas técnicas de percolação e Soxhlet verificaram que os extrato não demonstraram atividade antimicrobiana pelos métodos de difusão de disco e concentração inibitória mínima frente bactérias Gram-negativas e Gram-positivas.

Além da atividade antibacteriana foi verificada também a atividade fungicida em diferentes fitopatógenos. Kudo (2010) investigou o efeito de extratos proteicos sobre a formação de colônias de *Mycosphaerella fijiensis* e verificou que o extrato não foi capaz de inibir a formação de colônias de *M. fijiensis*. Entretanto, verificou que a concentração de 50 µg/mL foi capaz de inibir o crescimento micelial de *Corynespora cassiicola*. Esses achados mostram que os diferentes extratos de *Dinizia excelsa* podem atuar como promissores agentes antimicrobianos.

3.3.2 Atividade inseticida

Pesquisas relacionadas a utilização de extratos de plantas como potenciais inseticidas têm se mostrado uma alternativa para a utilização de inseticidas verdes por apresentarem alta eficiência e por serem menos nocivos ao meio ambiente (VERMA *et al.*, 2009; BOULOGNE *et al.*, 2012). Barbosa *et al.* (2007) avaliando as propriedades antitermíticas dos extratos etanólicos brutos do lenho e da casca das espécies amazônicas utilizadas na indústria madeireiras *Pouteria guianensis*, *Buchenavia parviflora* e *Dinizia excelsa* verificaram que alguns desses extratos poderiam atuar como repelente contra o ataque de cupins *Nasutitermes* sp., utilizando-se como substrato a espécie *Simarouba amara*.

3.3.3 Atividade antioxidante

Os extratos de plantas são potenciais agentes antioxidantes, esse fato está relacionado aos constituintes fenólicos presentes nessas substâncias (MARTINS *et al.*, 2016). Isso porque, os fenólicos podem doar um átomo de hidrogênio para estruturas de radicais livres, além de serem capazes de sequestrar metais pró-oxidantes (JUNIOR *et al.*, 2020). Suzuki *et al.* (2008) avaliando o potencial antioxidante *in vitro* de extratos amazônicos verificaram que o extrato metanólico de *Dinizia excelsa* apresentou atividade antioxidante (EC₅₀) variando de 430 a > 1000 mg/L para o ensaio de captura de radicais DPPH.

3.3.4 Atividade inibidora de tripsina e quimotripsina

Inibidores naturais de proteínas tem se tornado uma alternativa com alta eficiência na inibição de enzimas tais como tripsina e quimotripsina. Kudo (2010) verificou que o extrato proteico das sementes de *Dinizia excelsa* foi capaz de inibir tanto tripsina quanto para quimotripsina.

3.4 CONSTITUINTES PRESENTES NA MADEIRA DE *Dinizia excelsa*

Os trabalhos até o momento reportam apenas a utilização dos extratos da madeira de *Dinizia excelsa*, sem caracterização fitoquímica prévia. Além disso, nada se sabe sobre a composição estrutural das macromoléculas presentes na madeira. Entretanto, a literatura discute a importância do estudo desses constituintes, especialmente os polissacarídeos, que são os componentes estruturais mais abundantes. Dentre os diferentes tipos de polissacarídeos, destacam-se as xilanas, devido à sua maior complexidade e variedade estrutural.

3.5 XILANAS

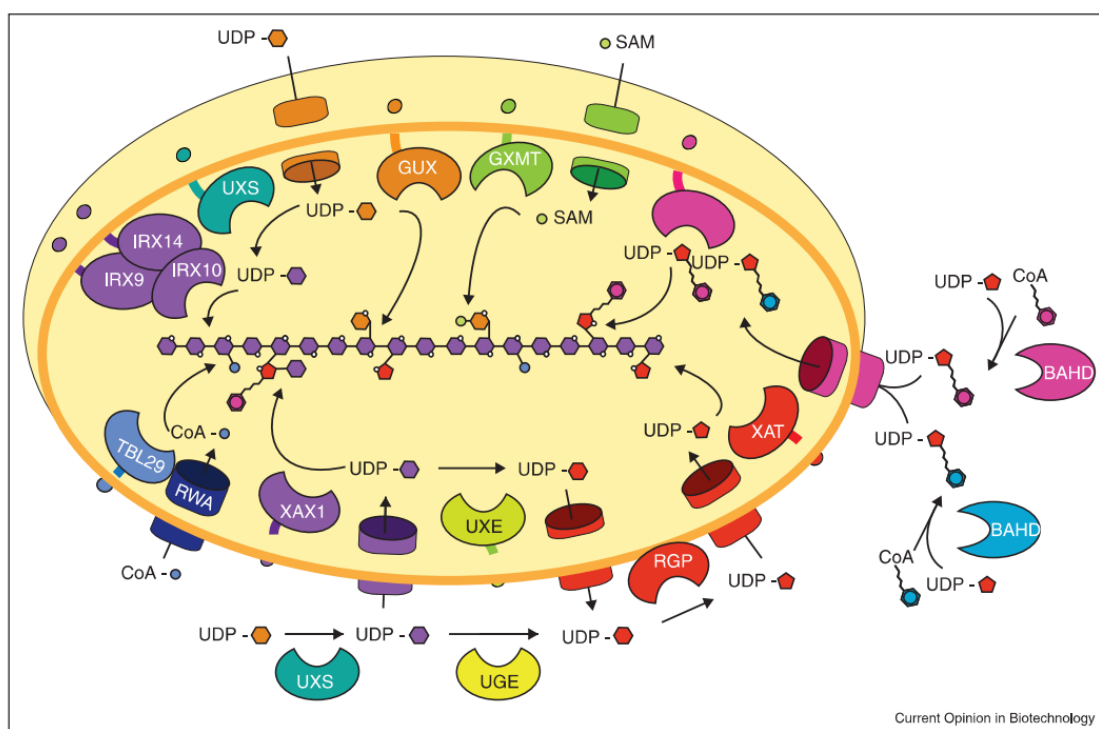
A hemicelulose é um componente pertencente à parede celular secundária das plantas e constitui cerca de 20% da parede celular das espécies vegetais (RENNIE e SCHELLER, 2014). Esse polissacarídeo é dividido em dois grupos principais: as xilanas e as mananas, e a proporção dessas macromoléculas nas espécies vegetais pode variar de acordo com o tipo e a região da planta de onde é extraída (TRYFONA *et al.*, 2023). Em plantas eudicotiledôneas, geralmente, são encontrados maiores teores de xilanas, enquanto as mananas são mais prevalentes nas briófitas e pteridófitas (SMITH *et al.*, 2017; TRYFONA *et al.*, 2023). Devido à grande diversidade do grupo das eudicotiledôneas (formadas por cerca de 200.000 espécies de plantas), esta revisão terá maior foco nas xilanas.

As xilanas são polissacarídeos compostos por uma cadeia linear de β -1,4-ligada a um resíduo de xilose, com um grau de polimerização de 90-120 (RENNIE e SCHELLER, 2014; SMITH *et al.*, 2017). Estas possuem um formato de fita dupla helicoidal que se liga por pontes de hidrogênio à celulose, sendo essenciais para a estrutura da parede celular. Esse resíduo de xilose pode ser substituído pelo ácido glucurônico, ácido metilglucurônico e arabinopiranoose, dependendo da função e da localização dessas xilanas (SMITH *et al.*, 2017). Sendo assim, elas podem ser classificadas como monoxilanas ou heteroxilanas, dependendo da presença de cadeias laterais.

Essas macromoléculas também apresentam grau de acetilação que pode variar de 20% a 60%, dependendo da espécie. A falta dessas acetilações pode fragilizar a parede celular e os vasos do xilema, como observado nos mutantes de *Arabidopsis* esk1, tbl32 e tbl33 (SMITH *et al.*, 2017). Essas plantas apresentaram dificuldades de desenvolvimento e sustentação, sendo, em alguns casos, incompatíveis com a sobrevivência da planta. A Figura 2 apresenta as diferentes estruturas das xilanas.

pela UDP-Glc 4-isomerase, no citosol e no Golgi. Essas moléculas são enviadas ao aparelho de Golgi por transportadores específicos (ZHONG, 2018). A Figura 3 apresenta o processo de biossíntese das xilanas.

Figura 3. Processo de síntese da xilana dentro da célula vegetal. Processo que se dá inicialmente com a captação de UDP-Xly ou a transformação de UDP-Araf e UDP-Glc em UDP-Xly no citosol e a captação dessas moléculas para o lúmen do aparelho de golgi aonde as moléculas sofrem a ação de diversas enzimas e formam as moléculas de xilana.



Fonte: Adaptado de Rennier e Scheller (2014).

As xilanas são sintetizadas no lúmen e no citosol do aparelho de Golgi (Figura 3). Os membros da família glicosiltransferase 43 (GT43) são proteínas extremamente interligadas na produção da cadeia principal, em especial IRX9 (xilema irregular 9) e IRX14 (xilema irregular 14), localizadas na membrana interna do aparelho de Golgi (RENNIE, 2014). A IRX14 e a IRX9 são essenciais para a produção das xilanas, sendo que a IRX9, quando superexpressa, conseguiu aumentar consideravelmente a síntese de xilanas sem depender de outras enzimas da GT43; contudo, o mecanismo pelo qual essas proteínas atuam ainda não está elucidado.

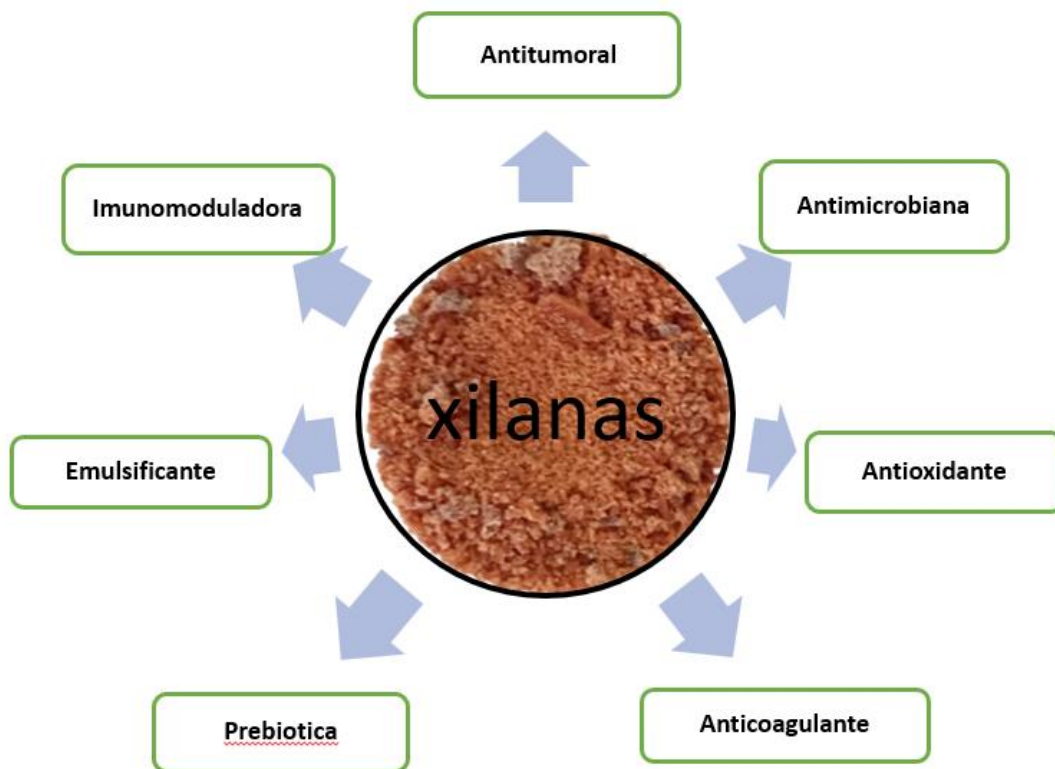
A adição das cadeias laterais é realizada pelas xilanas glucuronil transferases (GUX), representantes da família GT8. Essa proteína é responsável por adicionar o ácido glucurônico (GLcA) na cadeia lateral da xilana (MORTIMER *et al.*, 2010). Após a adição da cadeia lateral, esse GLcA pode ser metilado com o auxílio da glucuronoxilana metiltransferase, transformando

o GLcA em ácido metil glucurônico (LEE *et al.*, 2012c; URBANOWICZ *et al.*, 2012). As acetilações, por sua vez, são conduzidas majoritariamente pela xilana O-acetiltransferase (XOAT), sendo responsáveis pelas O-2 e O-3 monoacetilação, 2,3-di-O-acetilação e 3-O-acetilação do resíduo de GLcA substituído na xilana (URBANOWICZ *et al.*, 2014; ZHONG *et al.*, 2017a). Todas essas modificações que ocorrem na cadeia principal não são essenciais para o funcionamento das moléculas de xilana, podendo ocorrer ou não nas células vegetais.

3.5.1 Atividades Biológicas e Aplicação Industrial Das Xilanas

As atividades biológicas das xilanas estão diretamente relacionadas à sua estrutura; entretanto, devido à composição complexa e variável, os mecanismos de ação não estão totalmente elucidados quando comparados a outros polissacarídeos. A literatura apresenta diferentes atividades biológicas induzidas pelas xilanas (Figura 4). Cruz Filho *et al.* (2023), ao avaliar diferentes xilanas de plantas da Amazônia, verificaram que as xilanas apresentavam atividades antioxidantes, anticoagulantes, imunomoduladoras, antitumorais, prebióticas e emulsificantes, além de baixa toxicidade. Melo-Silveira *et al.* (2011) constataram que as xilanas eram capazes de inibir a proliferação de células tumorais, além de apresentarem atividades antioxidante, anticoagulante e antimicrobiana *in vitro*.

Figura 4. Potenciais atividades biológicas apresentadas por xilanas na literatura.



Fonte: Próprio autor (2024)

As xilanas apresentam grande potencial industrial e podem ser utilizadas como adoçantes, na produção de embalagens, filmes e combustíveis (NAIDU *et al.*, 2018). Nas ciências biomédicas, as xilanas podem ser empregadas na produção de hidrogéis, tanto para *drug delivery* quanto como matriz extracelular e na engenharia de tecidos (KHAIRE *et al.*, 2022). Esses hidrogéis são, em sua maioria, formados por misturas poliméricas, sendo a mais comum a combinação de xilana e derivados acrílicos; no entanto, também são observadas misturas com quitosana. Esses copolímeros influenciam a capacidade dos hidrogéis de reter água e suas citotoxicidades. Alterações nas moléculas de xilana, como a adição de grupamentos aldeído ou a remoção de arabinose, podem melhorar a interação com outros polímeros, aumentando assim a estabilidade e a permeabilidade dos hidrogéis.

Na produção de biofilmes, as xilanas são extremamente valorizadas graças ao seu baixo peso molecular, ao tamanho de suas cadeias poliméricas, à sua temperatura de transição vítrea e à baixa solubilidade em água (KAPIL *et al.*, 2023). Esses biofilmes podem ser sintetizados sem a presença de agentes plastificantes; em alguns casos, quando o peso molecular da molécula é baixo, resíduos de lignina também podem ser interessantes para melhorar a capacidade de formação de filmes (KHAIRE *et al.*, 2022; KAPIL *et al.*, 2023). Xilanas com cadeias mais heterogêneas produzem filmes com melhores propriedades físicas e cristalinidade. O alto número de acetilações e a diminuição da concentração de sais nesses filmes também podem melhorar suas propriedades (KAPIL *et al.*, 2023).

Uma outra aplicação importante para a indústria alimentícia é a utilização das xilanas como prebióticos (SINGH *et al.*, 2015). O corpo é incapaz de degradar esses polissacarídeos, pois não há produção de nenhum tipo de xilanase pelas células do organismo (VALLADARES-DIESTRA *et al.*, 2023). Entretanto, as xilanas, como muitos outros carboidratos de origem vegetal, são facilmente metabolizadas pela microbiota intestinal e seguem por todo o trato digestivo como fibras alimentares (SINGH *et al.*, 2015; VALLADARES-DIESTRA *et al.*, 2023). Contudo, diferente desses outros carboidratos de cadeia longa de origem vegetal, ao entrar em contato com alguns microrganismos da microbiota, essa macromolécula pode estimular a produção de citocinas, fatores de crescimento e induzir a secreção de outras proteínas bioativas (CRUZ FILHO *et al.*, 2023).

As xilanas de cadeia longa são as mais consumidas e podem promover o crescimento de *Bifidobacterium pseudocatenulatum*. Além disso, os xilooligosacarídeos liberados a partir do metabolismo dessas xilanas mitigam a disbiose intestinal, reduzindo a resposta inflamatória (JAIN *et al.*, 2015). Dessa forma, para assegurar a atividade prebiótica dessas moléculas, alguns

ensaios devem ser realizados, sendo o principal a avaliação do crescimento de microrganismos, em que se avaliará a capacidade de degradação da molécula isolada pelo microrganismo, bem como o potencial que ela tem de interferir no crescimento bacteriano (SINGH *et al.*, 2015; VALLADARES-DIESTRA *et al.*, 2023). Caso demonstre uma interferência negativa, essa molécula não deve ser utilizada como prebiótico. Até o momento, nenhuma xilana ou xilooligosacarídeo submetido a este teste demonstrou interferência negativa ou impossibilitou o crescimento das bactérias a que foi submetido (JAIN *et al.*, 2015; SINGH *et al.*, 2015; VALLADARES-DIESTRA *et al.*, 2023).

Além desses, outros ensaios, como o de avaliação de degradação em suco gástrico simulado e de propriedades emulsificantes, também são importantes para determinar a utilização dessas moléculas (CRUZ FILHO *et al.*, 2023). A degradação em suco gástrico simulado visa, como o próprio nome diz, avaliar o potencial de degradação da molécula quando submetida a um pH similar ao do suco gástrico intestinal (MARTINS *et al.*, 2023). Já o potencial emulsificante indica a habilidade de facilitar a absorção intestinal das substâncias ingeridas em conjunto com a xilana e também indicará uma maior distribuição da molécula e, por sua vez, um maior acesso das bactérias a essas substâncias (JAIN *et al.*, 2015; SINGH *et al.*, 2015; VALLADARES-DIESTRA *et al.*, 2023).

Além dessas características, as xilanas demonstraram outras propriedades que as tornam excepcionais para o trato digestivo, como propriedades anti-inflamatórias e suas capacidades antitumorígenas, mostrando-se interessantes para melhorar a qualidade de vida de pacientes com doenças do cólon, como a síndrome do intestino irritado e câncer colorretal (JAIN *et al.*, 2015; SINGH *et al.*, 2015; MARTINS *et al.*, 2023; VALLADARES-DIESTRA *et al.*, 2023).

3.5.2 Xilanas como prebióticos

Segundo Olaniran *et al.* (2023), alimentos funcionais são aqueles que, além de fornecer ao indivíduo a nutrição, contêm moléculas bioativas que exercem um papel benéfico para a saúde. Esses alimentos podem ser caracterizados por suas propriedades nutricionais, como é o caso do gérmen de trigo, muito utilizado em dietas pelo seu alto teor de fibra, pela adição dessas moléculas bioativas em outros alimentos ou na forma de suplementos alimentares, como é o caso dos alimentos fortificados e dos suplementos vitamínicos (NAGAR *et al.*, 2018; DELFANIAN E SAHARI, 2020).

Os prebióticos e probióticos são alimentos funcionais que se encontram em ambas as categorias, presentes em alimentos como iogurtes e produtos fermentados, além de serem adicionados a bebidas e alimentos e, ainda, na forma de suplementos, onde muitas vezes há a presença dos dois em conjunto, formando assim os simbióticos. Prebióticos são ingredientes

alimentares não digestíveis que induzem a melhora no estado geral de saúde ao estimular o crescimento da microbiota benéfica do intestino (BEVILACQUA *et al.*, 2024). Estes, na maioria dos casos, são fibras alimentares. Já os probióticos referem-se a microrganismos, em sua maioria bactérias, que têm como função a suplementação microbiana em prol de um benefício à saúde do indivíduo.

As xilanas, por sua vez, são moléculas bioativas com características antioxidantes, antitumorais, imunomoduladoras, anticoagulantes, emulsificantes e antibióticas frente a organismos patogênicos, tais como *Staphylococcus epidermidis* e *Klebsiella pneumoniae* (MELO-SILVEIRA *et al.*, 2012). Tais características já indicam a capacidade dessa molécula de ser utilizada como prebiótico; porém, além dessas propriedades, as xilanas são facilmente degradadas pela flora intestinal. Além disso, elas sofrem pouca degradação pelo suco gástrico e pela saliva, o que possibilita que cheguem ao intestino com pouca ou nenhuma perda no seu volume inicial. Outro ponto relevante é que seus metabolitos secundários também possuem propriedades bioativas (VALLADARES-DIESTRA *et al.*, 2023), o que prolonga o efeito benéfico produzido por essa molécula.

A utilização das xilanas e seus metabolitos como prebióticos já é estudado na literatura. Li *et al.* (2023) avaliaram as propriedades dos xilooligosacarídeos do trigo que sofreram a ação de enzimas de ruminantes frente a *Levilactobacillus brevis* e *Bifidobacterium bifidum in vitro*. Zhao *et al.* (2024) avaliaram essas moléculas provenientes do broto do bambu e compararam a molécula natural com moléculas de xilana de diversos graus de polimerização frente a floras intestinais complexas, onde essas foram capazes de estimular o crescimento da maior parte dos microrganismos.

Ao considerar esses estudos sobre xilanas de plantas nativas, há uma escassez de pesquisas, principalmente em relação a espécimes amazônicos. O trabalho de Cruz Filho *et al.* (2023) avaliando as xilanas de *Protium punctulatum* é o único encontrado até o momento que investiga esse potencial em plantas amazônicas. Nele, os autores avaliaram não apenas as propriedades prebióticas da molécula, mas também as propriedades biológicas da mesma. A partir desse momento essa dissertação foi apresentada em capítulos com o objetivo de apresentar os artigos e capítulos de livros publicados.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como objetivo avaliar as atividades biológicas e as características físico-químicas das xilanas provenientes do cerne da *Dinizia excelsa*, a fim de elucidar o potencial comercial dessa molécula e valorizar o potencial biológico da flora brasileira. Para isso, foram analisadas tanto a estrutura da molécula quanto suas propriedades biológicas.

O material vegetal utilizado foi composto por resíduos de cerne de *Dinizia excelsa*, cedidos pela Mil Precious Wood Ltda. A partir desse material, foi possível realizar a extração da xilana, que apresentou um rendimento superior à média relatada na literatura. Esse resultado provavelmente está relacionado às características intrínsecas da madeira da planta, que apresenta alta resistência à força mecânica, muitas vezes atribuída aos carboidratos da parede celular, como a xilana.

Quanto às suas características físico-químicas, as XDe apresentaram comportamento semelhante ao da xilana comercial em todos os testes realizados. Foi possível confirmar a presença de sua ligação característica β -1,4 na cadeia principal, além de não terem sido observados elementos além de carbono, oxigênio e nitrogênio em sua composição elementar. Com base nos dados obtidos na análise físico-química, pode-se especular que a XDe se trata de uma homoxilana; contudo, a análise detalhada dos monossacarídeos ainda é necessária para confirmar essa hipótese.

Em relação às atividades biológicas, as XDe também apresentaram comportamento semelhante às xilanas comerciais, com baixa citotoxicidade, principalmente frente às células Vero, além de baixo potencial hemolítico e anticoagulante. Esses resultados indicam que as moléculas de xilana são seguras em nível celular, mas é fundamental avaliar seu comportamento em organismos mais complexos.

As XDe demonstraram moderada atividade antioxidante, capacidade de induzir produção de citocinas anti-inflamatórias, atividade prebiótica frente a cepas de *Lactobacillus*, baixa degradação em líquidos intestinais e gástricos, além de baixo potencial emulsificante. Dessa forma, é possível inferir que a XDe é uma molécula bioativa com potencial para ser utilizada como suplemento alimentar, devido à sua atividade prebiótica e estabilidade em líquidos digestivos simulados.

Conclui-se, portanto, que o presente trabalho contribuiu para o conhecimento e valorização da flora brasileira, por meio do estudo de uma molécula proveniente de uma planta nativa do Brasil.

REFERENCIAS

ALBUQUERQUE NERY, L. L. DE et al. Photoprotective, biological activities and chemical composition of the non-toxic hydroalcoholic extract of *Clarisia racemosa* with cosmetic and pharmaceutical applications. **Industrial Crops and Products**, v. 180, p. 114762, jun. 2022. Disponível em: < <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2022.114762> >. Acessado em: fev, 2024

ARAÚJO, D. M. F. et al.; Biological activities and physicochemical characterization of alkaline lignins obtained from branches and leaves of *Buchenavia viridiflora* with potential pharmaceutical and biomedical applications. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 219, p. 224-245, 2022.

BARBOSA, A. P.; NASCIMENTO, C. S. DO; MORAIS, J. W. DE.; Estudos de propriedades antitermíticas de extratos brutos de madeira e casca de espécies florestais da Amazônia Central, Brasil. **Acta Amazonica**, v. 37, n. 2, p. 213–218, jun. 2007. Disponível em: < <https://doi.org/10.1590/S0044-59672007000200006> >. Acessado em: fev, 2024.

BOULOGNE, I. et al. Insecticidal and antifungal chemicals produced by plants: a review. **Environmental Chemistry Letters**, v. 10, n. 4, p. 325–347, 11 mar. 2012. Disponível em: < <https://doi.org/10.1007/s10311-012-0359-1> >. Acessado em: fev, 2024.

CRUZ FILHO I. J. et al. Evaluation of the hydroalcoholic extract of *Clarisia racemosa* as an antiparasitic agent: an in vitro approach. **3 Biotech**, v. 13, n. 12, 9 nov. 2023. Disponível em: < <https://doi.org/10.1007/s13205-023-03799-2> >. Acessado em: fev, 2024

CRUZ FILHO, I. J. et al. Xylans extracted from branches and leaves of *Protium puncticulatum*: antioxidant, cytotoxic, immunomodulatory, anticoagulant, antitumor, prebiotic activities and their structural characterization. **3 Biotech**, v. 13, n. 3, p. 93, 2023.

DELFANIAN, M., e SAHARI, M. A. (2020). Improving functionality, bioavailability, nutraceutical and sensory attributes of fortified foods using phenolics-loaded nanocarriers as natural ingredients. **Food Research International**, 137, Article 109555.

DIAZ, S. O. Q.; Efeito in vitro de extratos de sementes de plantas da amazônia sobre *Streptococcus mutans*. 2009.

FERNÁNDEZ M.I. et al. Antimicrobial activity and acetylcholinesterase inhibition of oils and Amazon fruit extracts. **Journal of Medicinal Plants Research**, v. 14, n. 3, p. 88–97, 31 mar. 2020. Disponível em: < <https://doi.org/10.5897/JMPR2019.6790> >. Acessado em: fev, 2024.

GABRIELII I., GATENHOLM P., GLASSER W.G., JAIN R.K., KENNE L., Separation, characterization and hydrogel-formation of hemicellulose from aspen wood, *Carbohydr. Polym.* 43 (2000) 367–374, [https://doi.org/10.1016/S0144-8617\(00\)00181-8](https://doi.org/10.1016/S0144-8617(00)00181-8).

GIBSON, G.; HUTKINS, R.; SANDERS, M.E.; PRESCOTT, S.L.; REIMER, R.A.; SALMINEN, S.J.; SCOTT, K.; STANTON, C.; SWANSON, K.S.; CANI, P.D., Expert consensus document: The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics (ISAPP) consensus statement on the definition and scope of prebiotics. *Nat. Rev. Gastroenterol. Hepatol* 2017, 14, 491–502.

HOPKINS, M. J. G. et al. Espécies Arbóreas da Amazônia. 6. Angelim vermelho, *Dinizia excelsa*. repositorio.inpa.gov.br, 2004.

ITTO, Angelim vermelho (Dinizia excelsa). Disponível em: <http://www.tropicaltimber.info/specie/angelim-vermelho-dinizia-excelsa/>. Acesso em: 10 fev. 2024.

IWAKIRI, S. et al. Potential use of the wood of *Dinizia excelsa* Ducke and *Protium punctulatum* J.F. Macbr for manufacture of EGP panels. **Scientia Forestalis**, n. 111, p. 709–717, 1 jan. 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.18671/scifor.v44n111.17>. Acessado em: fev, 2024.

JAIN, I., KUMAR, V., SATYANARAYANA, T., Xylooligosaccharides: an economical prebiotic from agroresidues and their health benefits. 2015.

JUNIOR, R. M. C. et al. Brazilian Amazon plants: an overview of chemical composition and biological activity. **Natural resources management and biological sciences**, 2020.

KAPIL, S. et al. Structural, antioxidant, antibacterial and biodegradation properties of rice straw xylan (native and modified) based biofilms. **International Journal of Food Science & Technology**, 2023.

KHAIRE, K. C. et al. Biomedical and pharmaceutical applications of xylan and its derivatives. **Hemicellulose Biorefinery: A Sustainable Solution for Value Addition to Bio-Based Products and Bioenergy**, p. 447-465, 2022.

KLIMANATURALI, Angelim | Dinizia excelsa Ducke. Disponível em: <http://www.klimanaturali.org/2018/03/angelim-dinizia-excelsa-ducke.html>. Acesso em: 10 fev. 2024.

KUDO, S. A. Efeito de extratos protéicos de sementes de espécies leguminosas arbóreas da Amazônia sobre o crescimento de fungos fitopatogênicos. **XIX Jornada de Iniciação Científica PIBIC INPA-CNPq/FAPEAM**, 2010.

LI, Q. et al. The effects of holocellulose treatments on the yield and structure of dimethylsulfoxide-extracted birchwood xylans. **Industrial Crops and Products**, v. 206, p. 117588, 2023. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2023.117588>>. Acessado em: jul, 2024.

LIMA, R. C. et al. Análise fitossociológica de um trecho de floresta ombrófila densa na Amazônia Oriental. **Revista Arquivos Científicos (IMMES)**, v. 2, n. 2, p. 89–100, 16 dez. 2019.

MARTINS, F. J. et al. Antioxidant activity and potential photoprotective from amazon native flora extracts. **Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology**, v. 161, p. 34-39, ago. 2016. Disponível em:< <https://doi.org/10.1016/j.jphotobiol.2016.05.012>>. Acessado em: fev, 2024.

MARTINS, M. et al. Recent advances in xylo-oligosaccharides production and applications: A comprehensive review and bibliometric analysis. **Biocatalysis and Agricultural Biotechnology**, p. 102608, 2023.

MATOS M.G.L et al. Atividade citotóxica e antimicrobiana de extratos etanólicos da espécie *Dinizia excelsa* (Leguminosae). Cytotoxic activity and antimicrobial in ethanolic extracts of species *Dinizia Excelsa* (Leguminosae). **Anais da 14ª Jornada Paulista de Plantas Medicinais ISBN: 978-85-66836-27-1** Campinas, Instituto Agrônômico, 25 a 28 de novembro de 2019

MELO-SILVEIRA, R. F. et al. In vitro antioxidant, anticoagulant and antimicrobial activity and in inhibition of cancer cell proliferation by xylan extracted from corn cobs. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 13, n. 1, p. 409-426, 2011.

MESQUITA, M. R., FERRAZ, I. D. K., CAMARGO, J. L. C., *Angelim-vermelho-Dinizia excelsa* Ducke-Fabaceae-Fascículo 8 (ISBN 85-909239-1-6). 2009.

NAGAR, L., POPLI, H., GUPTA, A., e RUHELA, M. (2018). Food fortification to combat micronutrient deficiencies and its impact on sustainable development goals. *International Journal of Health Sciences and Research*, 8(7), 307.

NAIDU, D. S.; HLANGOTHI, S. P.; JOHN, M. J.. Bio-based products from xylan: A review. **Carbohydrate polymers**, v. 179, p. 28-41, 2018.

NASCIMENTO, C. S. Efeito de Extrativos Obtidos de Espécies Florestais Impregnados em Madeira de Simaruba Amara (marupá) e Submetidos ao Ataque de Nasutitermes Sp.(isoptera). **VIII Jornada de Iniciação Científica do INPA**, 1999.

OLANIRAN, A. F., OSEMWEGIE, O., TAIWO, E. A., OKONKWO, C. E., OJO, O. A., ABALAKA, M., MALOMO, A. A., IRANLOYE, Y. M., AKPOR, O. B., BAMIDELE, O. P., ET AL. (2023). Application and acceptability of microbiomes in the production process of nigerian indigenous foods: drive towards responsible production and consumption. *Preventive Nutrition and Food Science*, 28(2), 108.

QUEIROZ, J. C. E.; LEITE, J. R. S. A.; VASCONCELOS, A. G. Prospecting Plant Extracts and Bioactive Molecules with Antimicrobial Activity in Brazilian Biomes: A Review. **Antibiotics** (Basel, Switzerland), v. 12, n. 3, p. 427, 21 fev. 2023. Disponível em:< <https://doi.org/10.3390/antibiotics12030427>>. Acessado em: fev, 2024.

RENNIE, E. A.; SCHELLER, H. V.. Xylan biosynthesis. **Current opinion in biotechnology**, v. 26, p. 100-107, 2014.

SCHULTZ, J. A.; COLEMAN, H. D., Pectin and xylan biosynthesis in poplar: Implications and opportunities for biofuels production. **Frontiers in Plant Science**, v. 12, p. 712083, 2021.

SINGH, Ramkrishna D.; BANERJEE, Jhumur; ARORA, Amit. Prebiotic potential of oligosaccharides: A focus on xylan derived oligosaccharides. **Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre**, v. 5, n. 1, p. 19-30, 2015.

SOUSA, E. J. B. DE et al. Uso de espécies nativas na restauração de ecossistemas florestais alterados pela retirada de seixo no nordeste paraense. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 9, p. e32310916937, 26 jul. 2021. Disponível em:< <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i9.16937>>. Acessado em: fev, 2024.

SOUZA JÚNIOR, P. R. P. et al. Antimicrobial activity of amazon medicinal plants. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v.45 n.1, p. e68565. Disponível em:< <https://doi.org/10.4025/actascibiolsci.v45i1.68565>>. Acessado em: fev, 2024.

SUFFREDINI, I. B. et al. Antibacterial activity of Brazilian Amazon plant extracts. **Brazilian Journal of Infectious Diseases**, v. 10, n. 6, dez. 2006. Disponível em:< <https://doi.org/10.1590/S1413-86702006000600008>>. Acessado em: fev, 2024.

SUZUKI, R. et al. Characterization and antioxidant activity of Amazonian woods. **Journal of Wood Science**, v. 54, n. 2, p. 174–178, 1 abr. 2008. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s10086-007-0913-9>>. Acessado em: fev, 2024.

TRYFONA, Theodora et al. Grass xylan structural variation suggests functional specialization and distinctive interaction with cellulose and lignin. **The Plant Journal**, v. 113, n. 5, p. 1004–1020, 2023.

VALLADARES-DIESTRA, Kim Kley et al. The potential of xylooligosaccharides as prebiotics and their sustainable production from agro-industrial by-products. **Foods**, v. 12, n. 14, p. 2681, 2023.

VERMA, M.; SHARMA, S.; PRASAD, R. Biological alternatives for termite control: A review. **International Biodeterioration & Biodegradation**, v. 63, n. 8, p. 959–972, dez. 2009. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.ibiod.2009.05.009>>. Acessado em: fev, 2024.

ZHAO, J. et al. Integrating ball milling assisted enzymatic hydrolysis of bamboo cellulose for controllable production of xylo-oligosaccharides, monosaccharides and cellulose nanofibrils. **Industrial Crops and Products**, v. 209, p. 118024, 2024. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2024.118024>>. Acessado em: jul, 2024.

APENDICE A - XYLANS AS A PROMISING PREBIOTIC AGENT: A BRIEF REVIEW

DOI: 10.36560/17320241910

Revista: Scientific Eletronic Archives; Status de Publicação: Publicado

Qualis: B4

Autores: Ila Maranhão de Oliveira

Denilson José Nogueira Correia Filho

Maria Emanuelle de Oliveira Queirós

Carolina Ávila dos Anjos as

Josué Filipe de Oliveira Moraes Miranda

Pedro Otávio Figueiredo Arruda

Amanda Rafaela Carneiro de Mesquita

Lisandra Da Silva Lima

Diego Santa Clara Marques

Maria do Carmo Alves de Lima

Iranildo José da Cruz Filho

Scientific Electronic Archives

Issue ID: Sci. Elec. Arch. Vol. 17 (3)

Mai/Jun 2024

DOI: <http://dx.doi.org/10.36560/17320241910>Article link: <https://sea.ufr.edu.br/SEA/article/view/1910>**Xylans as a promising prebiotic agent: a brief review**

Ila Maranhão de Oliveira
Federal University of Pernambuco

Denilson José Nogueira Correia Filho
Federal University of Pernambuco

Maria Emanuelle de Oliveira Queirós
Federal University of Pernambuco

Carolina Ávila dos Anjos as
Federal University of Pernambuco

Josué Filipe de Oliveira Moraes Miranda
Federal University of Pernambuco

Pedro Otávio Figueiredo Arruda
Federal University of Pernambuco

Amanda Rafaela Carneiro de Mesquita
Federal University of Pernambuco

Lisandra Da Silva Lima
Federal University of Pernambuco

Corresponding author
Diego Santa Clara Marques
Federal University of Pernambuco
diego.smarques@ufpe.br

Maria do Carmo Alves de Lima
Federal University of Pernambuco

Iranildo José da Cruz Filho
Federal University of Pernambuco

Abstract. Xylans are the most abundant hemicelluloses in nature, constituting components of the secondary cell wall of plant cells. They are polysaccharides with versatile properties, which can be used in various industrial sectors. Several biological activities have been identified in different xylans, such as antioxidant, antitumor, antimicrobial, emulsifying, anticoagulant, and immunomodulatory activities. Among these applications of xylans, its use as a prebiotic stands out, composing functional foods. Xylans form non-digestible dietary fibers that serve as a source of energy for beneficial microorganisms, modifying the intestinal microbiome and bringing a general improvement to the health status of those who consume them. The literature reports the use of xylooligosaccharides as promoters of the growth of probiotic microorganisms, such as species of *Lactobacillus* and *Bifidobacterium*, in addition to treating dysbiosis and reducing intestinal inflammation. Due to their structural diversity, abundance in nature, and a wide range of biological properties, xylans are valuable components that can be used to create various products aimed at enhancing human health.

**APENDICE B - POTENCIAL BIOLÓGICO DE EXTRATOS OBTIDOS DE DINIZIA
EXCELSA DUCKE: UMA BREVE REVISÃO**

DOI: 10.47402/ed.ep.c24045376386

Revista: e-Publicar

Autores: Ila Maranhão de Oliveira

Lucas Andrade Oliveira Cavalcante

Maria Gabriela Cavalcanti Silva

Diego Santa Clara Marques

Maria do Carmo Alves de Lima

Hallysson Douglas Andrade de Araújo

André de Lima Aires

Iranildo José da Cruz Filho

Status de Publicação: Publicado

CAPÍTULO 6

POTENCIAL BIOLÓGICO DE EXTRATOS OBTIDOS DE *DINIZIA EXCELSA* DUCKE: UMA BREVE REVISÃO

Ila Maranhão de Oliveira
 Lucas Andrade Oliveira Cavalcante
 Maria Gabriela Cavalcanti Silva
 Diego Santa Clara Marques
 Maria do Carmo Alves de Lima
 Hallysson Douglas Andrade de Araújo
 André de Lima Aires
 Iranildo José da Cruz Filho

RESUMO

Dinizia excelsa Ducke é uma árvore nativa da floresta amazônica, reconhecida por sua madeira robusta e durável, sendo amplamente explorada pela indústria madeireira. Apesar de sua relevância econômica, ainda há muito a ser explorado sobre seus potenciais aplicações biológicas. Estudos recentes têm indicado que os diversos extratos da planta possuem propriedades promissoras, como atividade antimicrobiana, antioxidante, inseticida e inibidora de proteases. Essas descobertas sugerem um vasto potencial ainda não explorado, que poderia ser aplicado em diversas áreas, como medicina, agricultura e indústria. Esta revisão tem como objetivo fornecer uma visão geral das possíveis aplicações biológicas da *Dinizia excelsa* Ducke, buscando estimular a valorização e aprofundamento do conhecimento sobre essa espécie e outras encontradas na floresta amazônica. Ao destacar seu potencial biológico, espera-se incentivar pesquisas adicionais que explorem suas propriedades e possíveis aplicações, contribuindo assim para o desenvolvimento sustentável da região e para a conservação da biodiversidade. Além disso, o reconhecimento e a promoção dessas espécies podem também impulsionar iniciativas de manejo florestal responsável e de valorização dos recursos naturais amazônicos, beneficiando tanto as comunidades locais quanto a sociedade em geral.

PALAVRAS-CHAVE: Plantas da Amazonia; *Dinizia excelsa*; Atividades biológicas; Extratos

1 INTRODUÇÃO

A utilização de plantas na medicina tradicional desde a antiguidade originou uma seleção muito importante de vegetais com ações específicas na saúde, em grande parte ainda inexplorada, na contribuição de novos produtos farmacêuticos (MARMITT *et al.*, 2018).

Segundo Farnsworth *et al.* (1985), plantas com ações terapêuticas são comumente utilizadas, principalmente em regiões fitogeográficas, como a Amazônia. A floresta amazônica é rica em biodiversidade, sendo uma fonte de espécies de plantas, que são utilizadas pelas comunidades indígenas (VANDEBROEK *et al.*, 2004). As ervas, preparadas por diferentes formas (cozimento, infusão ou maceração), são tradicionalmente utilizadas na preparação de alimentos e são particularmente conhecidas no folclore pelo seu potencial terapêutico (SHANLEY *et al.*, 2003). Fato que classifica a Amazônia brasileira como o maior reservatório contíguo de floresta na Terra.

APENDICE C – XYLAN FROM *DINIZIA EXCELSA*: CHEMICAL CHARACTERIZATION AND BIOLOGICAL ACTIVITIES.

Revista: Anais da Academia Brasileira de Ciências; Status de Publicação: Aceito

Qualis: A2

Fator de Impacto: 1,1

Autores: Oliveira, Ila;

Leite, Sônia;

Araújo, Hallysson Douglas;

Aires, Andre;

Mesquita, Amanda Rafaela ;

Marques, Diego;

alves, Maria ;

Cruz Filho, Iranildo;



An Acad Bras Cienc (2024) 96(Suppl. 3): e20240219 DOI 10.1590/0001-37652024020219
 Anais da Academia Brasileira de Ciências | Annals of the Brazilian Academy of Sciences
 Printed ISSN 0001-3765 | Online ISSN 1678-2690
 www.scielo.br/aabc | www.fb.com/aabcjournal

CROP SCIENCE

Xylan from *Dinizia excelsa*: Chemical characterization and biological activities

ILA M. OLIVEIRA, SÔNIA P. LEITE, AMANDA RAFAELA C. MESQUITA, HALLYSSON DOUGLAS A. ARAÚJO, ANDRÉ L. AIRES, DIEGO S.C. MARQUES, MARIA C.A. LIMA & IRANILDO JOSÉ CRUZ FILHO

Abstract: *Dinizia Excelsa* is an Amazonian tree with a wide range of applications as a raw material in the industry. The objective of this study was to extract, characterize, and evaluate the biological activities of xylan extracted from *Dinizia excelsa* wood. The xylan was obtained in five stages, including delignification, precipitation, purification, and freeze-drying. The physicochemical analysis of xylan included the determination of monosaccharides, elemental composition, FTIR analysis, 2D nuclear magnetic resonance spectroscopy, and the determination of molecular weight. Xylan had an extraction yield of 28.44% and an elemental composition of 35.03% carbon, 5.65% hydrogen, and 59.32% oxygen. FTIR analysis revealed similarities between *Dinizia excelsa* xylan and commercial xylan. 2D NMR analysis confirmed the presence of characteristic xylan groups. Furthermore, xylan has a low molecular weight. *In vitro* cytotoxicity tests demonstrated low toxicity, indicating its potential for biological applications. Immunomodulatory activity assays revealed that xylan stimulated cell proliferation and the production of anti-inflammatory cytokines. The anticoagulant activity of xylan was low compared to heparin. The antioxidant activity of xylan was weaker compared to ascorbic acid and butylated hydroxytoluene (BHT). These results indicate that xylan from *Dinizia excelsa* has potential for several biomedical applications due to its immunomodulatory and anticoagulant properties.

Key words: *Dinizia excelsa*, Amazonian tree, Xylan, immunomodulatory.

INTRODUCTION

Dinizia excelsa, an Amazonian tree popularly known as Angelim Vermelho, Angelim Pedra, and Faveira de Ferro, is a member of the Fabaceae family and can reach a height of 55 m (Melo & Varela 2006, Mesquita et al. 2007). The wood possesses high mechanical strength and durability, in addition to being resistant to attacks from xylophagous agents. These characteristics have allowed this wood to be used as a product in civil construction, as well as in the construction of decks, beams, floors, and other engineering works (Melo & Varela 2006, Conceição et al. 2021). Although its application in the wood sector is known, its pharmacological potential has not been fully elucidated. This is because its extractives and macromolecules have not been chemically characterized, which is a crucial step to determine its biotechnological applications.

Among the macromolecules are xylans, which are polysaccharides with great potential for study and biomedical use. Xylans are a group of polysaccharides with a common structural chain in the β -(1 $\rightarrow$ 4) conformation, which is associated with a xylose residue (Duan et al. 2021, Curry et al. 2023, Cyran et al. 2024). Hemicelluloses are a group of complex carbohydrates, being considered

**APENDICE D - MATERIAL SUPLEMENTAR XYLAN FROM DINIZIA EXCELSA:
CHEMICAL CHARACTERIZATION AND BIOLOGICAL ACTIVITIES .**

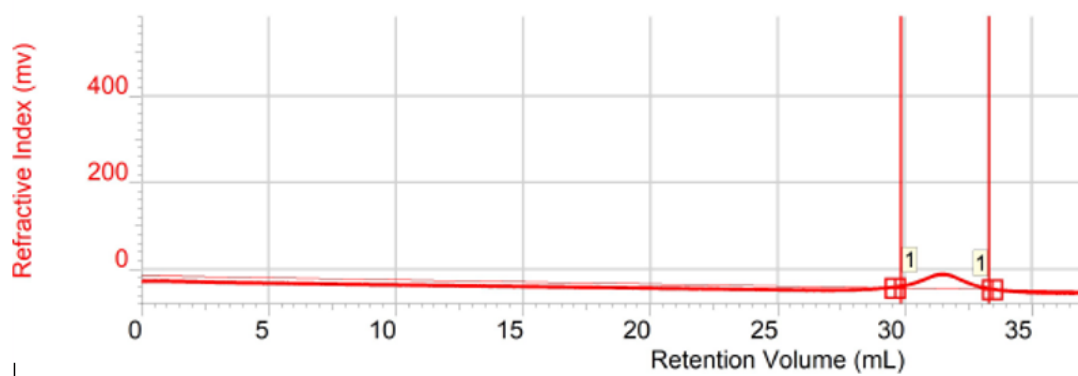


Figure S1. Gel permeation chromatogram for xylan extracted from *Dinizia excelsa* wood.

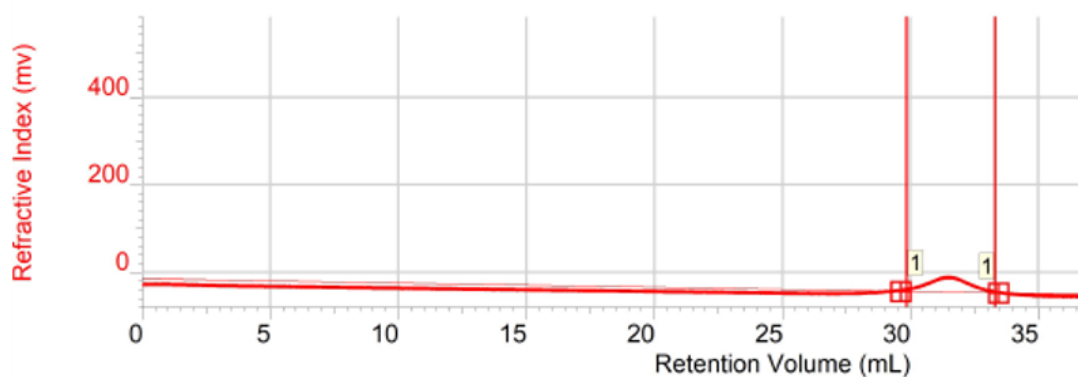


Figure S2. Gel permeation chromatogram for commercial xylan.

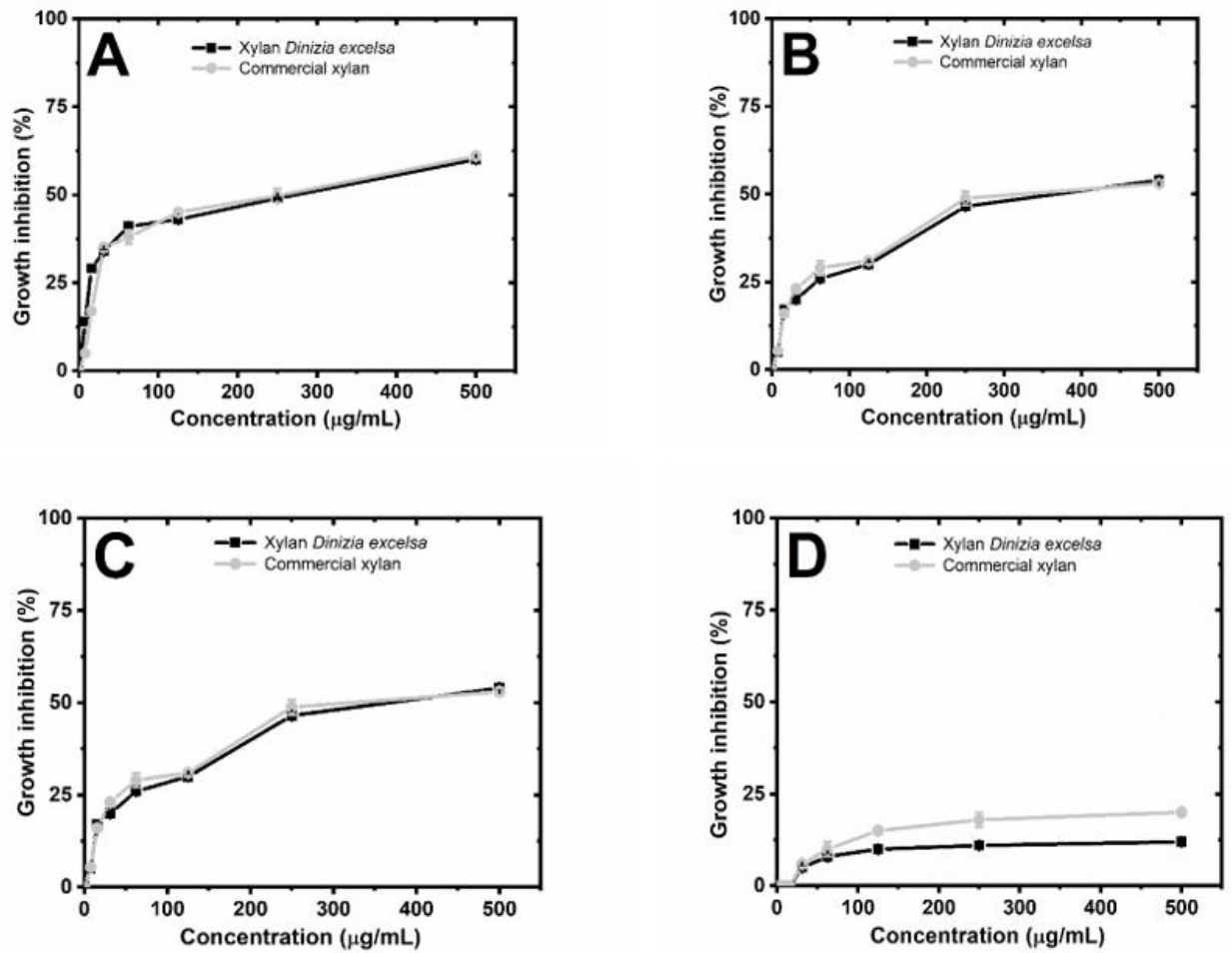


Figure S3. Cytotoxicity curves of commercial xylan and *Dinizia excelsa* wood xylan against J774 macrophage cells (A), HepG2 liver cells (B), V79 fibroblasts (C), and Vero cells (D), respectively.

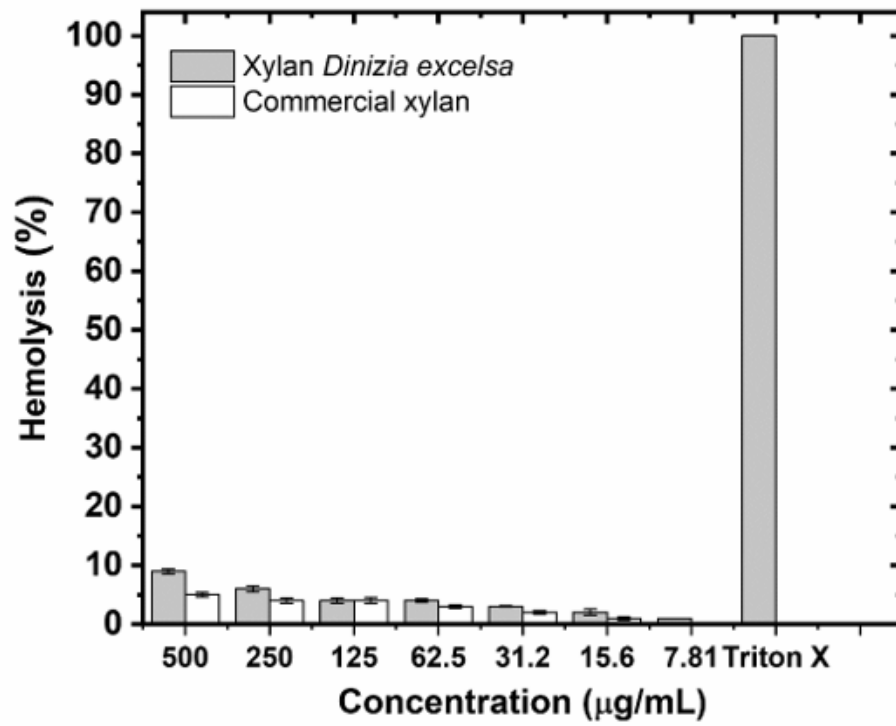


Figure S4. Results of hemolytic activity of xylan from the wood of *Dinizia excelsa* and commercial against mouse erythrocytes.

Table 1S. Results of immunomodulatory activity: cell viability and proliferation, concentrations of cytokines and nitric oxide, immunophenotyping, and oxidative stress assays in splenocytes from mice treated with different concentrations of *Dinitroa excelsa* xylan (7.8 to 500 µg/mL) for 24 h.

Evaluated parameters	Control	7.81 µg/mL	15.63 µg/mL	31.25 µg/mL	62.5 µg/mL	125 µg/mL	250 µg/mL	500 µg/mL
Cell viability (%)								
Propidium iodide	100 ± 0.0	99.8 ± 0.5	99.9 ± 0.8	99.1 ± 0.2	98.2 ± 0.1	98.0 ± 0.4	97.9 ± 0.1	97.2 ± 0.1
Annexin V	100 ± 0.0	99.3 ± 0.1	99.1 ± 0.03	98.7 ± 0.5	98.2 ± 0.41	97.9 ± 0.2	97.0 ± 0.12	96.8 ± 0.2
Cell proliferation								
CFSE (Mean)	35.4 ± 0.0	35.7 ± 0.9	35.9 ± 0.2	36.0 ± 0.6	36.8 ± 0.4	37.0 ± 0.9	37.6 ± 0.13	37.9 ± 0.09
Cytokines (pg/mL)								
IL-2	8.90 ± 0.3	8.90 ± 0.99	8.90 ± 0.21	8.91 ± 0.24	8.90 ± 0.76	8.91 ± 0.5	8.91 ± 0.4	8.91 ± 0.22
IL-4	9.34 ± 0.23	10.34 ± 0.9	10.76 ± 0.21	10.98 ± 0.32	11.34 ± 0.4	12.56 ± 0.23	12.98 ± 0.1	13.01 ± 0.2
IL-6	13.01 ± 0.45	13.07 ± 0.2	13.23 ± 0.3	13.45 ± 0.11	13.98 ± 0.43	14.01 ± 0.7	14.09 ± 0.04	14.1 ± 0.6
IL-10	6.02 ± 0.01	8.34 ± 0.5	8.78 ± 0.2	8.90 ± 0.43	9.15 ± 0.2	9.46 ± 0.12	9.68 ± 0.13	9.97 ± 0.1
IL-17	5.23 ± 0.2	5.22 ± 0.9	5.23 ± 0.1	5.23 ± 0.09	5.23 ± 0.01	5.22 ± 0.9	5.23 ± 0.15	5.23 ± 0.12
TNF-α	6.45 ± 0.19	6.45 ± 0.17	6.45 ± 0.01	6.45 ± 0.87	6.45 ± 0.11	6.45 ± 0.12	6.45 ± 0.21	6.45 ± 0.98
IFN-γ	8.98 ± 0.91	8.98 ± 0.87	8.98 ± 0.112	8.98 ± 0.45	8.98 ± 0.23	8.98 ± 0.87	8.98 ± 0.23	8.98 ± 0.11
Nitric oxide (NO)								
Concentration (µg/mL)	0.0024 ± 0.0	0.0018 ± 0.0	0.0015 ± 0.01	0.0013 ± 0.01	0.0012 ± 0.0	0.0005 ± 0.0	0.0002 ± 0.0	0.0001 ± 0.0
Oxidative stress								
Mitochondrial ROS (Mean)	17.8 ± 0.9	17.9 ± 0.1	18.0 ± 0.08	18.1 ± 0.23	18.2 ± 0.1	18.21 ± 0.3	18.32 ± 0.9	18.4 ± 0.1
Cytosolic ROS (Mean)	27.0 ± 0.01	27.5 ± 0.9	28.9 ± 0.01	29.0 ± 0.11	29.1 ± 0.9	29.15 ± 0.9	29.16 ± 0.1	29.19 ± 0.01
Membrane potential (ΔΨ) (Mean)	35.3 ± 0.90	35.4 ± 0.8	35.9 ± 0.03	36.0 ± 0.3	36.1 ± 0.4	32.7 ± 0.0	32.8 ± 0.1	33.6 ± 0.1
Calcium concentration (Ca ²⁺) (pg/mL)	101.2 ± 1.3	111.4 ± 0.9	111.5 ± 0.6	111.8 ± 0.9	111.9 ± 0.3	120.3 ± 0.3	120.4 ± 0.9	120.4 ± 0.1
Immunophenotyping (%)								
CD4+ lymphocytes	11.45 ± 0.9	11.92 ± 0.1	11.92 ± 0.9	11.93 ± 0.71	11.93 ± 0.9	11.93 ± 0.9	11.93 ± 0.3	11.93 ± 0.9
CD8+ lymphocytes	19.34 ± 0.7	19.45 ± 0.8	19.50 ± 0.22	19.53 ± 0.3	19.98 ± 0.18	20.21 ± 0.23	20.23 ± 0.43	21.98 ± 0.01
CD16+ lymphocytes	10.23 ± 0.1	10.23 ± 0.01	10.23 ± 0.90	10.23 ± 0.11	10.23 ± 0.98	10.23 ± 0.1	10.23 ± 0.9	10.23 ± 0.98
CD16+ monocytes	14.45 ± 0.9	14.45 ± 0.1	14.45 ± 0.43	14.45 ± 0.13	14.45 ± 0.08	14.45 ± 0.32	14.45 ± 0.12	14.45 ± 0.87

Mean ± Standard deviation; ROS reactive oxygen species

Table 2S. Results of immunomodulatory activity: cell viability and proliferation, concentrations of cytokines and nitric oxide, immunophenotyping, and oxidative stress assays in splenocytes from mice treated with different concentrations of commercial xylan (7.8 to 500 µg/mL) for 24 h.



Evaluated parameters	Control	7.81 µg/mL	15.63 µg/mL	31.25 µg/mL	62.5 µg/mL	125 µg/mL	250 µg/mL	500 µg/mL
Cell viability (%)								
propidium iodide	100 ± 0.0	99.1 ± 0.3	99.0 ± 0.5	98.9 ± 0.2	98.6 ± 0.1	98.1 ± 0.9	98.0 ± 0.12	97.9 ± 0.3
Annexin V	100 ± 0.0	99.9 ± 0.5	99.7 ± 0.9	99.6 ± 0.1	98.9 ± 0.54	98.4 ± 0.2	97.6 ± 0.98	97.2 ± 0.13
Cell proliferation								
CFSE (Mean)	35.4 ± 0.0	35.4 ± 0.1	35.7 ± 0.4	36.5 ± 0.1	36.9 ± 0.9	37.2 ± 0.1	37.9 ± 0.12	38.1 ± 0.1
Cytokines (pg/mL)								
IL-2	8.90 ± 0.3	8.91 ± 0.81	8.91 ± 0.43	8.91 ± 0.62	8.91 ± 0.98	8.90 ± 0.09	8.91 ± 0.66	8.91 ± 0.98
IL-4	9.34 ± 0.23	10.41 ± 0.12	10.98 ± 0.32	11.1 ± 0.01	11.21 ± 0.9	11.89 ± 0.43	12.12 ± 0.9	12.98 ± 0.4
IL-6	13.01 ± 0.45	13.11 ± 0.9	13.15 ± 0.91	13.20 ± 0.34	13.99 ± 0.4	14.05 ± 0.1	14.1 ± 0.3	14.3 ± 0.8
IL-10	6.02 ± 0.01	8.45 ± 0.1	8.87 ± 0.34	8.88 ± 0.09	9.04 ± 0.3	9.39 ± 0.98	9.87 ± 0.53	9.90 ± 0.4
IL-17	5.23 ± 0.2	5.23 ± 0.1	5.23 ± 0.9	5.22 ± 0.10	5.23 ± 0.98	5.23 ± 0.0	5.23 ± 0.98	5.23 ± 0.65
TNF-α	6.45 ± 0.19	6.45 ± 0.34	6.45 ± 0.9	6.45 ± 0.34	6.45 ± 0.12	6.45 ± 0.99	6.45 ± 0.45	6.45 ± 0.43
IFN-γ	8.98 ± 0.11	8.98 ± 0.32	8.98 ± 0.24	8.98 ± 0.54	8.98 ± 0.87	8.98 ± 0.23	8.98 ± 0.24	8.98 ± 0.66
Nitric oxide (NO)								
Concentration (µg/mL)	0.0024 ± 0.0	0.0019 ± 0.0	0.0018 ± 0.01	0.0014 ± 0.01	0.0010 ± 0.0	0.0007 ± 0.0	0.0003 ± 0.0	0.0001 ± 0.0
Oxidative stress								
Mitochondrial ROS (Mean)	17.8 ± 0.9	17.8 ± 0.8	17.9 ± 0.1	18.0 ± 0.98	18.3 ± 0.02	18.34 ± 0.01	18.35 ± 0.1	18.39 ± 0.32
Cytosolic ROS (Mean)	27.0 ± 0.01	27.1 ± 0.01	27.2 ± 0.09	27.45 ± 0.53	28.23 ± 0.12	28.34 ± 0.13	28.54 ± 0.9	28.59 ± 0.6
Membrane potential (ΔΨ) (Mean)	35.3 ± 0.90	35.8 ± 0.09	36.1 ± 0.1	36.2 ± 0.9	36.33 ± 0.76	36.39 ± 0.01	36.78 ± 0.09	36.89 ± 0.41
Calcium concentration (Ca ²⁺) (pg/mL)	101.2 ± 1.3	111.9 ± 0.9	112.0 ± 0.6	112.1 ± 0.45	112.4 ± 0.7	112.9 ± 0.32	118.9 ± 0.5	119.0 ± 0.9
Immunophenotyping (%)								
CD4+ lymphocytes	11.45 ± 0.9	11.92 ± 0.9	11.93 ± 0.1	11.93 ± 0.98	11.92 ± 0.56	11.93 ± 0.11	11.93 ± 0.99	11.93 ± 0.87
CD8+ lymphocytes	19.34 ± 0.7	21.24 ± 0.7	21.27 ± 0.11	21.30 ± 0.5	21.31 ± 0.11	21.32 ± 0.14	21.34 ± 0.11	21.35 ± 0.0
CD16+ lymphocytes	10.23 ± 0.1	10.23 ± 0.87	10.23 ± 0.11	10.23 ± 0.76	10.23 ± 0.43	10.23 ± 0.21	10.23 ± 0.45	10.23 ± 0.01
CD16+ monocytes	14.45 ± 0.9	14.45 ± 0.09	14.45 ± 0.23	14.45 ± 0.67	14.45 ± 0.34	14.45 ± 0.99	14.45 ± 0.93	14.45 ± 0.12

Mean ± Standard deviation; ROS reactive oxygen species

Table 3S. In vitro anticoagulant activity of xylans from *Dinizia excelsa* and commercial xylans was determined by detection assays for activated partial thromboplastin time (APTT), thrombin time (TT), and prothrombin time (PT), respectively.

	Concentration ($\mu\text{g/mL}$)	APTT/s	TT/s	PT/s
Xylan <i>Dinizia excelsa</i>	500.0	89.2 ± 0.4	59.0 ± 0.45	25.1 ± 0.8
	250.0	79.0 ± 0.01	55.0 ± 0.03	23.9 ± 0.11
	125.0	69.0 ± 0.91	42.1 ± 0.11	23.1 ± 0.45
	62.5	60.9 ± 0.13	38.9 ± 0.22	22.4 ± 0.98
	31.3	53.2 ± 0.43	35.9 ± 0.44	19.8 ± 0.10
	15.6	44.2 ± 0.9	24.8 ± 0.87	17.2 ± 0.98
	7.8			
Commercial xylan	Concentration ($\mu\text{g/mL}$)	APTT/s	TT/s	PT/s
	500.0	89.1 ± 0.7	59.3 ± 0.18	25.0 ± 0.1
	250.0	79.3 ± 0.6	54.8 ± 0.22	24.1 ± 0.31
	125.0	69.1 ± 0.11	42.2 ± 0.23	23.0 ± 0.21
	62.5	60.8 ± 0.87	39.2 ± 0.61	22.6 ± 0.12
	31.3	53.3 ± 0.11	25.2 ± 0.5	16.9 ± 0.1
	15.6	44.1 ± 0.12	24.9 ± 0.22	17.1 ± 0.01
	7.8			
Sodium chloride 0.9% Heparin	Concentration ($\mu\text{g/mL}$)	APTT/s	TT/s	PT/s
	0.0	41.0 ± 0.9	21.7 ± 0.8	16.2 ± 0.1
	7.8	>250	>250	>250
Mean $\pm$ Standard Deviation				

Table 4S. Results of antioxidant activity are presented as percentages at the highest experimental concentration (500 $\mu\text{g/mL}$) along with EC₅₀ values for xylans, ascorbic acid, and BHT standards.

	Xylan <i>Dinizia excelsa</i>		Commercial xylan		Ascorbic acid		BHT	
Essay	AA%	IC ₅₀ ($\mu\text{g/mL}$)	AA%	IC ₅₀ ($\mu\text{g/mL}$)	AA%	IC ₅₀ ($\mu\text{g/mL}$)	AA%	IC ₅₀ ($\mu\text{g/mL}$)
DPPH	30.0 ± 0.1	> 500	34.0 ± 0.01	> 500	97.0 ± 0.8	44.0 ± 0.5	91.0 ± 0.1	86.09 ± 0.9
ABTS	43.2 ± 0.9	> 500	46.1 ± 0.02	> 500	98.0 ± 0.1	75.91 ± 0.7	94.0 ± 0.1	23.78 ± 0.6
MO Complex	10.9 ± 0.0	> 500	13.2 ± 0.02	> 500	95.0 ± 0.1	30.32 ± 0.8	93.0 ± 0.1	40.16 ± 0.7
Iron reduction	5.0 ± 0.3	> 500	6.1 ± 0.01	> 500	91.0 ± 0.3	150.4 ± 0.9	71.0 ± 0.1	24.05 ± 1.0
OH	4.3 ± 0.01	> 500	4.9 ± 0.01	> 500	93.0 ± 0.0	8.89 ± 0.7	93.0 ± 0.1	10.61 ± 0.5

Mean $\pm$ Standard deviation; DPPH: DPPH free radical capture; ABTS: capture of the ABTS free radical cation; total antioxidant capacity; iron reduction; OH: hydroxyl radical scavenging. AA% antioxidant activity at a concentration of 500 $\mu\text{g/mL}$. BHT: Butylated Hydroxytoluene.

APENDICE E - AVALIAÇÃO PRELIMINAR DAS ATIVIDADES PREBIÓTICA E EMULSIFICANTE DA XILANA DA MADEIRA DE *DINIZIA EXCELSA* UMA ABORDAGEM *IN VITRO*

DOI: 10.47402/ed.ep.c2411535635

Revista: e-Publicar

Autores: Ila Maranhão de Oliveira

Lisandra da Silva Lima

Arthur Félix Freire da Silva

Amanda Rafaela Carneiro de Mesquita

Maria do Carmo Alves de Lima

Diego Santa Clara Marques

Hallysson Douglas Andrade de Araújo

Iranildo José da Cruz Filho

Status de Publicação: Publicado

CAPÍTULO 5

AValiação PRELIMINAR DAS ATIVIDADES PREBIÓTICA E EMULSIFICANTE DA XILANA DA MADEIRA DE *DINIZIA EXCELSA* UMA ABORDAGEM *IN VITRO*

Ila Maranhão de Oliveira
 Lisandra da Silva Lima
 Arthur Félix Freire da Silva
 Amanda Rafaela Carneiro de Mesquita
 Maria do Carmo Alves de Lima
 Diego Santa Clara Marques
 Hallysson Douglas Andrade de Araújo
 Iranildo José da Cruz Filho

RESUMO

As xilanas são o tipo de hemicelulose mais comum, sendo o segundo tipo de macromolécula mais abundante na natureza. Esses polissacarídeos apresentam diversas propriedades biomédicas, dentre elas destaca-se a atividade prebiótica. Prebióticos são alimentos nutracêuticos que melhoram o estado geral de saúde por modulação da microbiota intestinal. *Dinizia excelsa* é uma árvore amazônica amplamente utilizada na indústria, que apresenta uma madeira resistente e durável que serve como matéria-prima nos mais diversos setores. O objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial prebiótico da xilana extraída da madeira de *D. excelsa* (xilana DE). A xilana DE foi obtida através da trituração da madeira, seguida de designificação e tratamento com hidróxido de sódio e ácido bórico, precipitada em etanol e ácido acético. A avaliação da atividade prebiótica *in vitro* foi baseada na cultura de diferentes cepas de microrganismos probióticos em meio suplementado com a xilana. A xilana DE ainda foi avaliada quanto à capacidade de resistir à ação do suco gástrico e à determinação da atividade emulsificante. Os resultados mostraram que a xilana de DE foi capaz de promover o crescimento de *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus rhamnosus*, *Lactobacillus casei* e *Lactobacillus plantarum*, de maneira similar à xilana comercial. Além disso, apresentou baixa degradação em solução de suco gástrico simulada, sendo considerada resistente. Por fim, a atividade emulsificante (EA) foi maior nas concentrações de 2% e 4% e em pH 7, e o índice creme emulsão (ECA) foi maior na concentração de 0,5%. Esses resultados mostraram o potencial de aplicação da xilana de *D. excelsa* como componente de suplementos alimentares nutracêuticos como prebióticos.

PALAVRAS-CHAVE: Xilana; Prebiótico; *Dinizia Excelsa*; Alimentos Nutracêuticos.

1 INTRODUÇÃO

As xilanas são polissacarídeos de estrutura complexa, formados por uma cadeia principal de xilose ligadas por ligações glicosídicas β -1,4, e por cadeias laterais formadas por diferentes monossacarídeos e grupos funcionais (CRUZ FILHO *et al.*, 2023). As xilanas são o tipo mais comum de hemicelulose, sendo a segunda macromolécula mais abundante na natureza (OLIVEIRA *et al.*, 2024; WALIA *et al.*, 2017). As xilanas são sintetizadas no aparelho de golgi através da ação organizada de diversas proteínas e sob a ação de diferentes enzimas como xilosiltransferases, glucuroniltransferases, metiltransferases e arabinosiltransferases, embora o mecanismo de sua biossíntese não seja bem esclarecido (RENNIE *et al.*, 2014; AVCI, 2022; ZHANG *et al.*, 2022).