



PROPRIEDADES FUNCIONAIS DAS CÉLULAS DE *ZYMOMONAS MOBILIS*: UMA REVISÃO DE LITERATURA

CYNTHIA GISELE DE OLIVEIRA COIMBRA; IASMIN INGRID DA SILVA MUNIZ;
IRAN ALVES DA SILVA; THANIA MAURA RODRIGUES BEZERRA; ANDREZA
TALLYNE DE AGUIAR SILVA

RESUMO

Zymomonas mobilis é uma bactéria Gram-negativa, anaeróbia facultativa, conhecida por sua capacidade fermentativa, especialmente na produção de etanol. Este estudo visa explorar as propriedades funcionais de *Z. mobilis*, destacando sua relevância tanto na biotecnologia industrial quanto na saúde humana. A justificativa para a pesquisa reside no elevado potencial fermentativo da bactéria e suas emergentes capacidades probióticas. Os objetivos incluem a análise da propriedade funcional das células de *Z. mobilis*. Os métodos envolveram a seleção de artigos nas bases de dados PubMed e ScienceDirect, filtrados por palavras-chave, títulos, resumos e textos completos. Após a busca e etapas de seleção, cinco estudos foram incluídos, destacando as várias propriedades funcionais de *Z. mobilis*. Resultados preliminares sugerem que *Z. mobilis* pode contribuir para a saúde intestinal, ajudando na digestão e modulando a resposta imunológica. Em estudos experimentais, a bactéria demonstrou potencial para regular o trânsito intestinal e melhorar o perfil lipídico, além de aliviar sintomas de doenças intestinais em modelos animais. A utilização de *Z. mobilis* para a produção de frutooligossacarídeos (FOS) através de um processo de fermentação em uma etapa, resultando em altos rendimentos e produtividade de FOS. As conclusões indicam que as propriedades funcionais de *Z. mobilis* tornam-na uma bactéria de grande interesse para aplicações industriais e possivelmente probióticas. Sua eficiência na produção de etanol e tolerância a estresses ambientais destacam seu potencial na biotecnologia, enquanto suas capacidades probióticas emergentes oferecem perspectivas promissoras para a saúde humana. No entanto, mais pesquisas são necessárias para explorar completamente suas aplicações probióticas e garantir sua segurança e eficácia para uso humano.

Palavras-chave: Human health; Probiotics; Prebiotics; Profilaxia; Saúde humana

1 INTRODUÇÃO

Morfologicamente a bactéria *Zymomonas mobilis* é classificada, segundo sua parede celular, como Gram-negativa, não esporulante, com motilidade e anaeróbia facultativa embora alguns estudos tragam linhagens completamente anaeróbias (MUNIZ et al., 2022). Estando na presença de carboidratos simples a *Z. mobilis* é capaz de produzir cerca de 1,9 mol de etanol por mol de glicose, uma taxa que em comparação a *Saccharomyces cerevisiae* chega a ser três a quatro vezes maior (OMORI et al., 2011). Dessa forma, *Z. mobilis* destaca-se por seu elevado potencial fermentativo (ARAÚJO 2014; ROGERS et al., 2007) e por este motivo, a *Z. mobilis* é mais conhecida no mundo científico pela sua capacidade de produção de etanol a partir de glicose, frutose e sacarose, devido pela via metabólica de Entner-Doudoroff. Além disso, a bactéria possui uma alta tolerância a concentrações de etanol que seriam inibitórias para outras leveduras e bactérias, tornando-a ideal para processos de fermentação industrial. Porém, ao se

encontrar em meios com elevadas concentrações de açúcar, passa a apresentar elevada capacidade na produção de levana, que é um polissacarídeo com atividade antitumoral (CALAZANS, 2000) entre outras propriedades, e de FOS, que apresentam propriedades probióticas. Seu caldo fermentado apresenta propriedades funcionais, como o bom funcionamento intestinal e a redução do perfil lipídico de humanos adultos com alterações no trânsito intestinal (SILVA, 2020).

Em um estudo experimental realizado por Silva et al. (2021), os participantes foram divididos em quatro grupos: grupo 1 recebeu caldo fermentado com *Z. mobilis* uma vez ao dia; grupo 2, duas vezes ao dia; grupo 3, caldo fermentado sem células uma vez ao dia; e grupo 4 (placebo), soro fisiológico uma vez ao dia. Após quinze dias, todos os grupos apresentaram aumento na frequência de evacuações, de 7,0 a 10,5 dias. Os grupos 1 e 2 tiveram aumentos no colesterol total (0,5% e 5,0%), HDL (4,1% e 24,1%), LDL (4,9% e 8,4%), VLDL (17,9% e 11,2%) e triglicerídeos (19,1% e 27,9%). No grupo 3, houve redução no colesterol total (-2,4%), LDL (-11,2%), VLDL (-15,9%) e triglicerídeos (-27,7%), com aumento no HDL (25,7%). Portanto, esses dados mostram que o caldo fermentado com *Z. mobilis* regulou o trânsito intestinal, mas não melhorou o perfil lipídico, enquanto o caldo sem células melhorou o perfil lipídico.

Este estudo visa explorar as propriedades funcionais das células de *Z. mobilis*, destacando sua relevância tanto na biotecnologia industrial quanto na saúde humana.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Trata-se de uma revisão de literatura integrativa, conduzida por meio da busca nas bases de dados PubMed e ScienceDirect, publicados nos últimos cinco anos. Os termos de busca e os respectivos cruzamentos incluíram "*Zymomonas mobilis* AND human health" e "*Zymomonas mobilis* AND probiotics". Os artigos resultantes das buscas foram selecionados em etapas: inicialmente pelo título, os selecionados tiveram então seu resumo avaliado e, os que resultaram desta seleção, tiveram seu texto completo considerado. Foram selecionados artigos relevantes que discutem as propriedades funcionais, aplicações industriais voltadas para as propriedades funcionais da biomassa e potenciais benefícios probióticos de *Z. mobilis*.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como resultados das buscas utilizando os mesmos descritores, cruzamentos e filtros, obteve-se maior número de resultados na base de dados ScienceDirect, porém o aproveitamento dos resultados obtidos na base de dados PubMed foi superior, uma vez que um maior percentual dos resultados apresentados foi consistente com o solicitado através da combinação dos descritores, o que pode ser verificado na Tabela 1 apresenta a seguir.

Tabela 1. Processo de seleção dos estudos.

	PubMed			
	Total	Título	Resumo	Trabalho completo
<i>Zymomonas mobilis</i> AND human health	4	1	1	1
<i>Zymomonas mobilis</i> AND probiotics	6	6	4	3
	ScienceDirect			
	Total	Título	Resumo	Trabalho completo
<i>Zymomonas mobilis</i> AND human health	38	1	1	1
<i>Zymomonas mobilis</i> AND probiotics	27	2	1	1

Fonte: Autoria própria, 2024.

Após a leitura completa dos seis estudos, cinco foram incluídos, sendo destacadas as várias propriedades funcionais de *Z. mobilis*. Estudos preliminares também sugerem que *Z. mobilis* pode contribuir para a saúde intestinal, ajudando na digestão e modulando possivelmente a resposta imunológica (LIU e tal., 2024; SILVA et al., 2021). Sua capacidade de produzir ácidos orgânicos e etanol pode ajudar a manter um ambiente intestinal saudável. Além disso, *Z. mobilis* pode sobreviver e funcionar em condições ambientais adversas, com variações de pH e temperatura, o que é benéfico para esta propriedade e aplicação em biotecnologia (BRAGA et al., 2022).

Em um estudo experimental de Silva et al. (2021) aborda com o caldo fermentado com *Z. mobilis* regulou o trânsito intestinal, mas não melhorou o perfil lipídico, enquanto o caldo sem células apresentou melhor perfil lipídico. E de acordo com Almo et al. (2023), testes em camundongos a bactéria *Z. mobilis* aliviou os sintomas causados pela administração de dextran sulfato de sódio (DSS) conforme indicado pela redução da perda de peso, diminuição do índice de atividade da doença, redução significativa na relação peso/comprimento do cólon e melhora histopatológica. Os dados sugerem que *Z. mobilis* pode atenuar a progressão da doença e ser considerado um possível adjuvante probiótico para patologias intestinais.

No estudo de Braga et al. (2022), *Z. mobilis* foi utilizada para a produção biotecnológica de frutooligossacarídeos (FOS) por meio de um processo de fermentação em uma etapa. A pesquisa manteve foco na otimização da composição do meio utilizando o design experimental Box-Behnken, que visou maximizar a produção de FOS. A produção foi escalonada para um biorreator, resultando em altos rendimentos, títulos e produtividade de FOS. Após a purificação da mistura de FOS com carvão ativado, seu potencial prebiótico foi avaliado e comparado com uma mistura comercial de FOS. *Z. mobilis* mostrou-se eficaz na produção de FOS e também gerou subprodutos como etanol e levana, contribuindo positivamente para a modulação do ambiente intestinal.

Liu et al. (2024) destacaram as características fisiológicas e as vantagens de *Z. mobilis* na indústria alimentícia, abordando sua capacidade na síntese de aditivos alimentares, aplicações de fermentação e eficácia prebiótica. A revisão também discutiu as deficiências das aplicações práticas atuais da bactéria e explorou formas de ampliar suas aplicações no processamento de alimentos. Em estudos complementares, Hu et al. (2021) demonstraram que *Z. mobilis* possui uma capacidade superior para reduzir açúcares em frutas de alto teor de açúcar e produtos comerciais, em comparação com a levedura clássica *Saccharomyces cerevisiae*. A bactéria foi eficiente na conversão de açúcares e na produção de etanol, com cerca de 20 g/L a partir de peras e 40 g/L a partir de caquis. Além de etanol, *Z. mobilis* também produziu sorbitol e prebióticos do tipo levan, tornando-se ideal para a criação de bebidas e produtos prebióticos sem açúcar. O processo fermentativo com *Z. mobilis* foi simples e econômico, com ajustes mínimos de pH e diluição com água, demonstrando alta reprodutibilidade com valores de R-quadrado variando de 0,93 a 0,99. A fermentação revelou bolhas e poros, indicando eficiente utilização dos açúcares e liberação de dióxido de carbono. Comparado ao caqui, a pera foi consumida mais rapidamente devido ao menor teor de glicose e frutose. Assim, *Z. mobilis* mostrou-se uma excelente opção para a redução de açúcares em frutas e produtos comerciais, com um processo facilmente escalável para aplicações comerciais.

4 CONCLUSÃO

As propriedades funcionais de *Z. mobilis*, sua tolerância a estresses ambientais e a versatilidade na utilização de substratos evidenciam seu potencial na biotecnologia. Sua capacidade probiótica oferece perspectivas promissoras para a saúde humana. No entanto, mais pesquisas são necessárias para explorar completamente suas aplicações probióticas, seus

mecanismos e garantir sua segurança e eficácia para uso humano.

REFERÊNCIAS

ALMO, M. M. D. et al. Therapeutic effects of *Zymomonas mobilis* on experimental DSS-induced colitis mouse model. **Microorganisms**, v. 11, n. 11, p. 2793, 2023.

ARAÚJO, L. C. A. Caracterização molecular das linhagens de *Zymomonas mobilis* da coleção de micro-organismos UFPEDA. 2014. **Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Universidade Federal de Pernambuco**, Recife, 2014.

BRAGA, A. et al. One-step production of a novel prebiotic mixture using *Zymomonas mobilis* ZM4. **Biochemical Engineering Journal**, v. 183, p. 108443, 2022.

CALAZANS, G.M. T. et al. Molecular weight and antitumour activity of *Zymomonas mobilis* levans. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 27, n. 4, p. 245-247, 2000.

HU, M. et al. Revitalizing the ethanologenic bacterium *Zymomonas mobilis* for sugar reduction in high-sugar-content fruits and commercial products. **Bioresources and Bioprocessing**, v. 8, n. 1, p. 119, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s40643-021-00467-2>.

LIU, L. et al. The potential use of *Zymomonas mobilis* for the food industry. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 64, n. 13, p. 4134-4154, 2024. doi: 10.1080/10408398.2022.2139221. Epub 2022 Nov 8. PMID: 36345974.

MUNIZ, I. C. S.; MUNIZ, I. I. S.; SILVA, I. A., et al. Aplicabilidades terapêuticas de *Zymomonas mobilis* sobre fatores predisponentes das dislipidemias e do câncer colorretal: uma revisão de literatura. **Infarma-Ciências Farmacêuticas**, v. 34, n. 3, p. 222-229, 2022.

OMORI, Wellington Pine et al. Emprego de cepas de *Zymomonas mobilis* em processos fermentativos. **Ciência & Tecnologia**, v. 3, n. 1, 2011.

ROGERS, P. L.; JEON, Y. J.; LEE, K. J.; LAWFORD, H. G. Microbial production of biofuels: *Zymomonas mobilis* as a model system. **Advances in Applied Microbiology**, v. 112, p. 1-34, 2007.

SILVA, A.; CAVALCANTI, I. D.; FERNANDES, M. A. L.; COIMBRA, C. G. O.; LIMA, G. M. S. Effect of *Zymomonas mobilis* probiotic on cholesterol and its lipoprotein fractions and the intestinal regulation. **Clinical Nutrition**, v. 20, e3015, 2020.

SILVA, L. F.; PARK, Y. C. Functional properties and applications of *Zymomonas mobilis* as a probiotic. **Journal of Applied Microbiology**, v. 131, n. 2, p. 726-735, 2021.