



POTENCIAL ANTIMICROBIANO DO ÁCIDO MALTOBIÔNICO (AM): RELAÇÃO ENTRE A CONCENTRAÇÃO DE AM E O CRESCIMENTO BACTERIANO

L. H. do Nascimento¹, G. Bertan¹, R. Segalla¹, J. Zeni¹, E. Valduga¹, S. Carra²

1- Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – CEP: 99709-910 – Erechim – RS – Brasil, Telefone: 55 (54) 3520-9000 e-mail: (lucashenryque.nascimento@gmail.com)

2- Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia – Universidade de Caxias do Sul – CEP: 95070-560 – Caxias do Sul – RS – Brasil, Telefone: 55 (54) 3218-2100

RESUMO – O ácido maltobiônico é um composto com grande potencial de aplicação sendo relatado por possuir atividade quelante de metais, atividade antioxidante, capacidade de melhorar sabor de alimentos, capacidade de facilitar a absorção de alguns minerais pelo organismo e ainda atividades antimicrobianas, porém tais propriedades ainda não foram extensamente exploradas. Desta forma, o objetivo do trabalho foi avaliar as atividades antimicrobianas - concentrações inibitórias (CIM) e bactericidas mínimas (CBM) do ácido maltobiônico produzido por *Zimomonas mobilis* imobilizadas em espuma de poliuretano flexível. As atividades antimicrobianas foram determinadas por leitura em placa de ELISA frente a bactérias Gram-positivas *S. aureus* e *S. enteritidis* e das bactérias Gram-negativas *E. coli* e *L. monocytogenes*. Os resultados apontam uma relação dependente entre a atividade antimicrobiana e a concentração de ácido maltobiônico empregada, obtendo-se CIM de 9,375 e 12,500 mg/mL e CBM de 37,500 e 37,500 mg/mL para as bactérias Gram-positivas *S. aureus* e *S. enteritidis*, e CIM de 12,500 e 18,750 mg/mL e CBM de 37,500 e maior que 100,000 mg/mL para as bactérias Gram-negativas *E. coli* e *L. monocytogenes*. Os resultados sugerem um bom potencial de aplicação do ácido maltobiônico como agente antimicrobiano, pois foram obtidos resultados de CIM e CBM relativamente baixos em quase todos os testes realizados.

ABSTRACT – Maltobionic acid is a compound with great application potential, reported to possess metal-chelating activity, antioxidant activity, the ability to enhance food flavor, the capacity to



19 A 21 DE MAIO DE 2025 | BENTO GONÇALVES | RS

facilitate the absorption of certain minerals by the body, and antimicrobial activities. However, these properties have not yet been extensively explored. Therefore, the objective of this study was to evaluate the antimicrobial activities - minimum inhibitory concentrations (MIC) and minimum bactericidal concentrations (MBC) - of maltobionic acid produced by *Zymomonas mobilis* immobilized in flexible polyurethane foam. The antimicrobial activities were determined using ELISA plate readings against Gram-positive bacteria *S. aureus* and *S. enteritidis* and Gram-negative bacteria *E. coli* and *L. monocytogenes*. The results indicate a concentration-dependent relationship between antimicrobial activity and the applied maltobionic acid concentration, with MIC values of 9.375 and 12.500 mg/mL and MBC values of 37.500 and 37.500 mg/mL for Gram-positive bacteria *S. aureus* and *S. enteritidis*, and MIC values of 12.500 and 18.750 mg/mL and MBC values of 37.500 and greater than 100.000 mg/mL for Gram-negative bacteria *E. coli* and *L. monocytogenes*. The results suggest a promising potential for maltobionic acid as an antimicrobial agent, as relatively low MIC and MBC values were obtained in almost all tests conducted.

PALAVRAS-CHAVE: Maltobionato de sódio; concentração inibitória mínima; concentração bactericida mínima.

KEYWORDS: Sodium maltobionate; Minimum inhibitory concentration; Minimum bactericidal concentration.

1. INTRODUÇÃO.

Ácidos orgânicos são compostos que possuem em sua estrutura um ou mais grupos carboxila, dentre os ácidos orgânicos aqueles que são derivados de açúcares, são conhecidos como ácidos aldônicos. O ácido maltobiônico (AM) é um polihidroxiácido da classe dos ácidos aldônicos, conhecido por possuir diversas atividades tais como habilidade quelante, atividade antioxidante, atividade antienvhecimento, capacidade de facilitar a absorção de alguns minerais, age como melhorador de sabor e atividade antimicrobiana (Brouda *et al.*, 2010; Suehiro *et al.*, 2019; Suehiro *et al.*, 2020a; De Souza *et al.*, 2024; Yuen, 1974).

Dentre estas propriedades, para a indústria de alimentos, destaca-se a capacidade, ou atividade antimicrobiana, pois ainda hoje, grande parte da deterioração e das doenças vinculadas a alimentos está relacionada às contaminações microbiológicas. Tais contaminações geram prejuízos econômicos, desperdício de alimentos e podem causar problemas à saúde humana, desta forma



investigam-se compostos que possam aumentar a segurança alimentar, impedindo o desenvolvimento de microrganismos por longos períodos ou até mesmo levando a morte celular.

Muitos dos compostos que exercem este tipo de função nos alimentos, são compostos sintéticos cujos efeitos a longo prazo ainda são estudados e, mesmo os considerados seguros, ainda tendem a gerar inseguranças na população, desta forma para atender a demanda por uma alimentação mais “natural” e saudável, diversos trabalhos investigam a utilização de produtos naturais como conservantes em detrimento aos já comumente empregados. Neste sentido, o presente trabalho buscou determinar as concentrações inibitórias e bactericidas do ácido maltobiônico frente a microrganismos patogênicos comumente encontrados em alimentos.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Concentração inibitória mínima (CIM)

A CIM foi determinada com base no método de Gaio *et al.* (2015), adaptado para quatro bactérias patogênicas: *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923), *Escherichia coli* (ATCC 8739), *Salmonella enteritidis* (ATCC 13076) cultivadas em meio Luria Bertani, e *Listeria monocytogenes* (NCTC 25923) em meio Brain Heart Infusion, ambas incubadas a 35 ± 1 °C por 24 horas.

Microdiluições do produto foram realizadas em placas de ELISA, utilizando meio nutriente como diluente, resultando em volumes de 150 µL por poço, com concentrações variando de 100 mg/mL a 0,5 mg/mL. Foram inoculados 10 µL de meio fermentado em cada poço. As leituras de absorbância foram feitas com leitor de microplacas ELISA (490 nm) antes e após a incubação de 24 horas. A CIM é a menor concentração que inibe o crescimento bacteriano, identificada pela ausência de turvação após o período de incubação e calculada pela Equação 1. A análise foi realizada em triplicata.

$$CIM \left(\frac{mg}{mL} \right) = ABS_{24h} - ABS_{0h} \quad (1)$$

Onde: ABS_{0h} é a absorbância em 0 h e ABS_{24h} a absorbância após a incubação.

2.2. Concentração bactericida mínima (CBM)

Para a CBM, 10 µL de cada concentração que inibiu o crescimento (item 2.1.) foram inoculados em 150 µL de meio nutriente específico em nova placa de ELISA. Após a inoculação, as leituras foram feitas a 490 nm, seguida de uma incubação de 24 horas e nova leitura. A CBM é definida como a menor concentração causadora de morte total das células dos microrganismos avaliados, indicado pela ausência de turbidez, conforme a Equação 1 utilizada para a CIM. A análise foi realizada em triplicata.



19 A 21 DE MAIO DE 2025 | BENTO GONÇALVES | RS

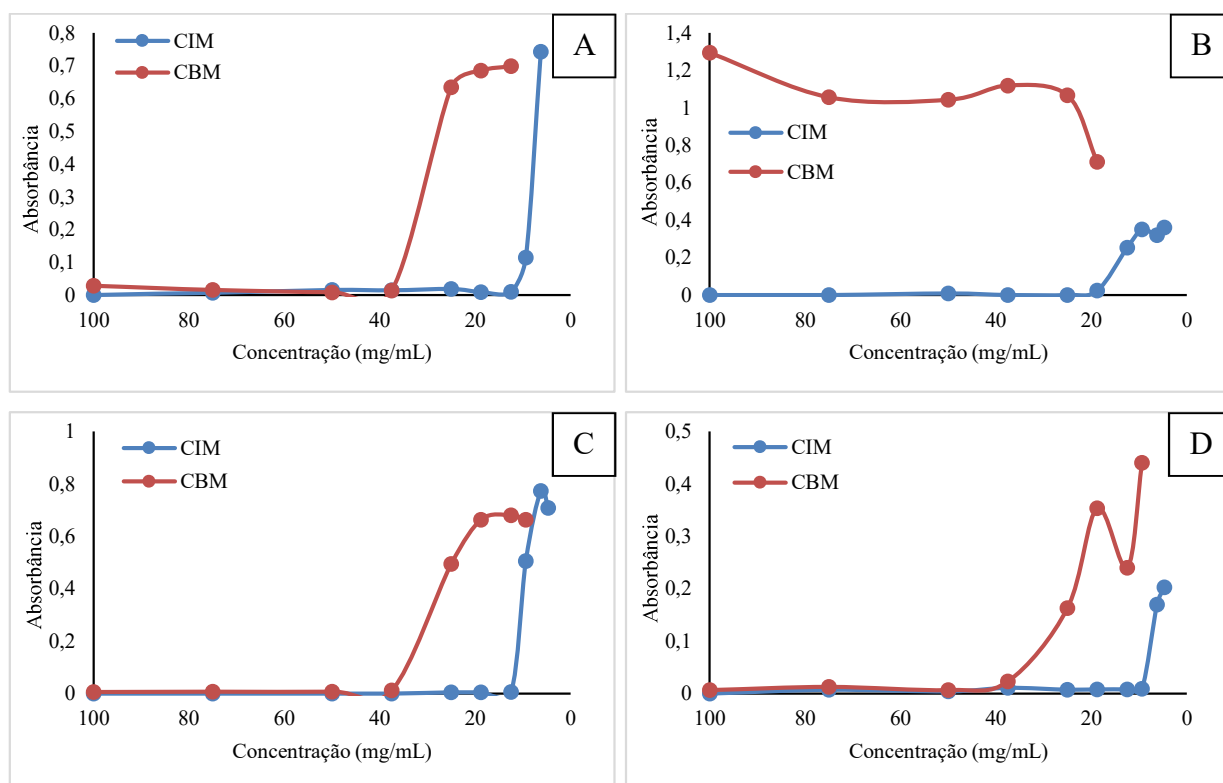
Os resultados, CIM e CBM (itens 2.1. e 2.2.), foram tratados estatisticamente pela análise de variância (ANOVA), seguido das diferenças das médias pelo teste de Tukey (significância de 95%), empregando o software Statistica 5.0.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Atividades antimicrobianas (CIM e CBM)

A Figura 1 apresenta os gráficos de turbidez da análise de CIM e CBM para cada bactéria, em 3 dos 4 casos a CIM e CBM foram dependentes da concentração, indicando uma boa correlação entre o método empregado e os resultados obtidos. Ademais para as bactérias *S. aureus* (Figura 1A), *S. enteritidis* (Figura 1C) e *E. coli* (Figura 1D) uma quantidade moderada de ácido é capaz de expressar atividade bactericida de modo satisfatório, por outro lado a bactéria *L. monocytogenes* (Figura 1B), apesar de possuir CIM de modo dose dependente, não apresentou CBM nas concentrações testadas, podendo ser resultado de uma resistência da cepa de microrganismo utilizada ou uma resistência da espécie, sendo assim necessários mais testes comprobatórios da eficácia do AM frente a *L. monocytogenes*.

Figura 1 – Gráficos da relação entre a concentração do composto e as determinações de CIM e CBM das bactérias Gram-positivas *S. aureus* e *S. enteritidis* e das bactérias Gram-negativas *E. coli* e *L. monocytogenes*.





19 A 21 DE MAIO DE 2025 | BENTO GONÇALVES | RS

Onde: A é o gráfico referente a bactéria *E. coli*; B é o gráfico referente a bactéria *L. monocytogenes*; C é o gráfico referente a bactéria *S. enteritidis*; D é o gráfico referente a bactéria *S. aureus*.

A Tabela 1 apresenta os valores determinados para a CIM e CBM do ácido maltobiônico frente as diferentes cepas testadas, com valores de CIM variando de 9,375 à 18,750 mg/mL e CBM variando de 37,500 à >100,000 mg/mL.

Tabela 1 – Concentração inibitória mínima (CIM) e concentração bactericida mínima (CBM) do ácido maltobiônico frente a 4 microrganismos patógenos.

Microrganismo		CIM (mg/mL)	CBM (mg/mL)
Aeróbicos	Gram-positivo	<i>S. aureus</i>	9,375
		<i>S. enteritidis</i>	12,500
	Gram-negativo	<i>E. coli</i>	12,500
		<i>L. monocytogenes</i>	18,750

Não existem trabalhos na literatura que investiguem o método de ação antiomicrobiana do ácido maltobiônico, e poucos foram os que determinaram a CIM *in vitro* do composto, sendo os trabalhos de Souza (2021) e Souza *et al.* (2024) os únicos encontrados a determinar a CIM com valores variando de 8,0 e 10,5 mg/mL para as bactérias *Listeria monocytogenes* ATCC 7644, *Staphylococcus aureus* ATCC 6538, *Escherichia coli* ATCC 25922 e *Salmonella choleraesuis* ATCC 10708. Porém, o mecanismo de ação pode ser comparado ao do ácido lactobiônico, estereoisômero do ácido maltobiônico, que age sobre a membrana e parede celular levando ao extravasamento de compostos, e também sobre o DNA (Kang *et al.*, 2024).

4. CONCLUSÕES

O ácido maltobiônico apresenta propriedades antimicrobianas razoáveis frente a bactérias Gram-positivas e Gram-negativas, podendo ser utilizado como conservante em detrimento a outros compostos sintetizados quimicamente ou em conjunto, afim de reduzir os produtos sintéticos. Ademais foi comprovado a relação de dependência entre a concentração de ácido maltobiônico e as capacidades de inibição e eliminação das bactérias em contato com o composto. Sendo que, a principal importância dos testes realizados, está na área acadêmica, pois a CIM e CBM são as primeiras análises a serem realizadas antes da investigação do mecanismo de inibição do composto.

5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à CAPES, CNPq, FAPERGS, URI e UCS pela concessão de bolsas, apoio financeiro e auxílio na realização das análises.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS



19 A 21 DE MAIO DE 2025 | BENTO GONÇALVES | RS

BROUDA, I. B.; EDISON, B. L.; WEINKAUF, R. L.; GREEN, B. A. Maltobionic acid, a powerful yet gentle skincare ingredient with multiple benefits to protect skin and reverse the visible signs of aging. In: **Summer Academy Meeting of the American Academy of Dermatology**, Chicago, 2010. Disponível em: <https://www.qvsiete.com/wp-content/uploads/maltobionic-acid-powerful-yet-Gentle-Skincare-Ingredient-with-multiple-benefits-to-Protect-Skin-and-Reverse-the-visible-signs-of-aging.pdf>. Acesso em: 28 de jul. de 2024.

DE SOUZA, R. C. **Imobilização de Zymomonas mobilis em Poliuretano para Produção de Ácido Maltobiônico e Maltobionato de Sódio e Potencialidades de Aplicação**. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos). Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, Erechim, 2021.

DE SOUZA, R. C.; DA SILVA, L. M.; BURATTI, B. A.; CARRA, S.; FLORES, M.; PUTON, B. M.; RIGOTTI, M.; SALVADOR, M.; MALVESSI, E.; MOREIRA, F. K. V.; STEFFENS, C.; VALDUGA, E.; ZENI, J. Purification, bioactivity and application of maltobionic acid in active films. **3 Biotech**, v. 14, p. 1-14, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13205-023-03879-3>

GAIO, I.; SAGGIORATO, A. G.; TREICHEL, H.; CICHOSKI, A. J.; ASTOLFI, V.; CARDOSO, R. I.; TONIAZZO, G.; VALGUDA, E.; PAROUL, N.; CANSIAN, R. L. Antibacterial activity of basil essential oil (*Ocimum basilicum* L.) in Italian-type sausage. **Journal of Consumer Protection and Food Safety**, v. 10, p. 323-329, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00003-015-0936-x>

SUEHIRO, D.; KAWASE, H.; UEHARA, S.; KAWASE, R.; FUKAMI, K.; NAKAGAWA, T.; SHIMADA, M.; HAYAKAWA, T. Maltobionic acid accelerates recovery from iron deficiency-induced anemia in rats. **Bioscience, Biotechnology, And Biochemistry**, v. 84, p. 393-401, 2020a. DOI: <https://doi.org/10.1080/09168451.2019.1676694>

SUEHIRO, D.; OKADA, M.; FUKAMI, K.; NAKAGAWA, T.; HAYAKAWA, T. Maltobionic acid enhances intestinal absorption of calcium and magnesium in rats. **Bioscience, Biotechnology, And Biochemistry**, v. 83, p. 1766-1773, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1080/09168451.2019.1611411>

YUEN, S. Mixture of maltobionic acid and monosodium glutamate as a food seasoning. **Patent No. US3829583A**, 1974.