



"Tecnologia e Inovação: o papel da ciência nos novos desafios da indústria de alimentos"

AVALIAÇÃO DO PERFIL MICROBIOLÓGICO DE BEBIDA FERMENTADA COM GRÃOS DE QUINOA

Antônia Cardoso Mendes de ARAÚJO^{1*}; Jabson Meneses TEIXEIRA^{2*}; Monique Silveira RAMOS^{3*}; Silvania Lopes da SILVA^{3*}; Michele Gomes da SILVA^{1*}; Nívio Batista SANTANA^{4*}

¹Mestranda em Engenharia e Ciência de Alimentos, UESB, DTRA; ²Doutorando em Biotecnologia, UFBA/RENORBIO, ICS; ³Doutoranda em Engenharia e Ciência de Alimentos, UESB, DTRA; ⁴Docente/pesquisador, UESB, DTRA;

*E-mail para contato: antoniiaraaujo@gmail.com

RESUMO – A quinoa, um pseudocereal da família *Amaranthaceae*, é amplamente valorizada por seu elevado valor nutricional e bioativo. Além disso, é uma excelente alternativa para pessoas com intolerância ao glúten e pode ser fermentada para produzir produtos como o rejuvelac, uma bebida fermentada tradicionalmente utilizada na fabricação de queijos vegetais. Neste estudo, foi analisado o perfil microbiológico do rejuvelac de quinoa, preparado ao longo de 24 horas. As análises microbiológicas foram realizadas através da contagem de microrganismos viáveis, utilizando o método de diluição em série e plaqueamento em cultura MRS, com análises específicas para *Escherichia coli* e *Salmonella* spp., incubadas a 37 °C por 48 horas. Os resultados apontam que a contagem de bactérias lácticas estava dentro dos limites estabelecidos pela legislação e houve ausência de *coliformes* na cultura. No entanto, foi detectada a presença de *Salmonella* nas amostras, o que ressalta a necessidade de um controle rigoroso das condições higiênico-sanitárias das sementes utilizadas na produção.

Palavras-chave: Fermentação, Alimentos funcionais, Segurança alimentar.

EVALUATION OF THE MICROBIOLOGICAL PROFILE OF A FERMENTED BEVERAGE WITH QUINOA GRAINS

ABSTRACT – Quinoa, a pseudocereal from the *Amaranthaceae* family, is highly valued for its rich nutritional and bioactive properties. Additionally, it is an excellent alternative for individuals with gluten intolerance and can be fermented to produce products like rejuvelac, a fermented beverage traditionally used in the production of plant-based cheeses. In this study, the microbiological profile of quinoa rejuvelac, prepared over 24 hours, was analyzed. Microbiological analyses were conducted through the viable microorganism count, using the serial dilution method and plating on MRS culture, with specific tests for *Escherichia coli* and *Salmonella* spp., incubated at 37 °C for 48 hours. The results indicate that the lactic acid bacteria count was within the limits established by legislation, and there was an absence of *coliforms* in the culture. However, the presence of *Salmonella* was detected in the samples, highlighting the need for strict hygienic-sanitary control of the seeds used in production.

"Tecnologia e Inovação: o papel da ciência nos novos desafios da indústria de alimentos"

Keywords: Fermentation, Functional foods, Food safety.

1. INTRODUÇÃO

A quinoa é um pseudocereal de cultivo alimentar semelhante a grãos, pertencente à família *Amaranthaceae*. Seu nome botânico é *Chenopodium quinoa* Willd., e conhecida popularmente como arroz inca ou caviar vegetal (Jafarpour e Hashemi, 2023). Suas sementes contêm uma rica variedade de compostos bioativos, incluindo fenólicos, flavonoides, polissacarídeos e peptídeos, além de um espectro de minerais e vitaminas dos grupos C, E e B. (Ren et al., 2023). Devido ao seu perfil nutricional robusto, a quinoa é considerada um alimento funcional de grande importância, oferecendo benefícios biológicos múltiplos, tais como propriedades antioxidantes, anticancerígenas, antidiabéticas, antobesidade e anti-inflamatórias, além de atuar como prebiótico (Sharma et al., 2022; Pathan e Siddiqui, 2022).

Nesse contexto, diante do valor nutricional, do conteúdo fitoquímico e das evidências experimentais de sua bioatividade, a quinoa tem se destacado como um alimento funcional de grande importância (Abdelshafy et al., 2024). Este grão é uma excelente opção para indivíduos portadores de doença celíaca, oferecendo uma alternativa segura aos cereais tradicionais que contêm glúten, substância restrita para esses indivíduos (Jafarpour e Hashemi, 2023). Adicionalmente, a fermentação dos grãos de quinoa é uma prática que não só aumenta o valor nutricional do alimento, mas também diminui a presença de compostos antinutricionais como saponinas, alcaloides, oxalato, ácido fítico e taninos, os quais podem ter efeitos negativos na saúde (Rashwan et al., 202; Alandia et al., 2020).

Através da fermentação espontânea ou controlada, microrganismos atuam sobre os grãos de quinoa, resultando em uma bebida fermentada conhecida como rejuvelac. Tradicionalmente, o rejuvelac é produzido a partir de grãos de quinoa ou trigo, conforme descrito por Aung e Kim (2023). Esta cultura fermentativa é empregada na elaboração de análogos de queijos à base de plantas, como destacado por Xie et al. (2024). A fermentação desempenha um papel crucial ao proporcionar textura e características sensoriais apropriadas para esses substitutos lácteos vegetais (Tangyu et al., 2019).

A cultura inicial derivada do rejuvelac pode, na ausência de condições apropriadas de fermentação, favorecer o desenvolvimento de patógenos oriundos de sementes contaminadas ou do próprio ambiente. Isso representa um risco significativo para a segurança alimentar. Assim, este estudo teve como finalidade analisar o perfil microbiológico do rejuvelac, visando garantir sua qualidade e segurança para consumo.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Elaboração do Rejuvelac de Quinoa

O rejuvelac foi preparado seguindo a metodologia proposta por Oliveira et al. (2022), com adaptações. Utilizou-se a fração líquida resultante da germinação de quinoa em meio aquoso durante um período aproximado de 24 horas. Inicialmente, procedeu-se à hidratação dos grãos de quinoa em água mineral por um período de 8 horas. Após este intervalo, a água foi descartada e substituída por uma nova solução na proporção de (1:3). A subsequente etapa de fermentação ocorreu nas condições de $30^{\circ}\text{C} \pm 1$ durante 12 horas.



"Tecnologia e Inovação: o papel da ciência nos novos desafios da indústria de alimentos"

2.2. Análises Microbiológicas

A avaliação microbiológica do rejuvelac foi conduzida através da contagem de microrganismos viáveis, utilizando-se o método de diluição em série e plaqueamento por meio de cultura MRS. A incubação em temperatura de 37 °C por 48 horas, conforme metodologia descrita por Mirzaei, Pourjafar e Homayouni (2012). A contagem de unidades formadoras de colônias (UFC) foi realizada, com ênfase nas placas que apresentaram entre 25 a 250 UFC, e os resultados foram expressos em logaritmo base dez de UFC por grama (Log10 UFC/g). As análises específicas para *Escherichia coli* e *Salmonella* spp. foram realizadas de acordo com as diretrizes estabelecidas no Manual de Métodos de Análise Microbiológica de Alimentos e Água (Silva et al., 2017).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Diante da ausência de legislação específica para bebidas fermentadas derivadas da germinação de grãos e sementes, procedeu-se à análise do produto conforme a Resolução RDC nº 724, de 1º de julho de 2022, que estabelece critérios microbiológicos para alimentos e sua aplicabilidade, bem como da Instrução Normativa nº 161, de igual data, que define os padrões microbiológicos para alimentos, servindo como parâmetros para a conformidade microbiológica. A avaliação do produto elaborado foi realizada utilizando-se como referencial os padrões aplicáveis a cereais, farinhas, massas alimentícias e produtos de panificação, conforme delineado nas legislações vigentes. Posto isso, no período de fermentação de 12 horas, **Figura 1**, foi registrado que a contagem de bactérias lácticas alcançou $8,38 \times 10^5$ UFC/g e $8,54 \times 10^6$ UFC/g. Estes números estão alinhados com os limites estabelecidos pela legislação vigente. Segundo as normas do Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA), bebidas lácteas fermentadas devem manter uma contagem mínima de 10^6 UFC/g de microrganismos específicos e bactérias lácticas viáveis durante todo o prazo de validade do produto.

"Tecnologia e Inovação: o papel da ciência nos novos desafios da indústria de alimentos"

Figura 1. Cultura starter (rejuvelac) de quinoa.



De acordo com a **Figura 2**, nota-se a ausência de bolhas e turvamento dos tubos de ensaio analisados na fermentação da quinoa. O resultado corrobora com os parâmetros estabelecidos pela Instrução Normativa nº 161, de 1º de julho de 2022, que estabelece que o limite aceitável para a contagem de coliformes termotolerantes é de 2 UFC/mL a 45 °C. A ausência de coliformes totais é um indicativo relevante da qualidade sanitária no processamento de alimentos, refletindo diretamente na higiene do ambiente, na manipulação do alimento e na potabilidade da água empregada durante o processo produtivo (Oliveira et al., 2020).

Figura 2. Teste presuntivo para *Coliformes*.



A detecção de *Salmonella* nas amostras de rejuvelac pode ser atribuída à contaminação inicial presente nas sementes utilizadas para a sua produção, conforme **Figura 3**. Xie et al. (2024) relatam que as sementes são reservatórios naturais da microbiota vegetal, hospedando famílias bacterianas como Enterobacteriaceae, tais como, *Salmonella* e variantes patogênicas

"Tecnologia e Inovação: o papel da ciência nos novos desafios da indústria de alimentos"

de *E. coli*. Esse resultado ressalta a necessidade de um controle rigoroso da segurança microbiológica das sementes que são consumidas pelos seres humanos.

Figura 3. Teste de presença de *Salmonella* nos meios de cultura Ágar Xilose Lisina Desoxicolato (XLD) e Ágar Bismuto Sulfito (BS).



4.CONCLUSÃO

Com base na análise microbiológica realizada, foi possível verificar que o produto fermentado à base de quinoa atende aos parâmetros estabelecidos pelas legislações vigentes. A contagem de bactérias lácticas está dentro dos limites recomendados, e a ausência de coliformes termotolerantes indica conformidade com as exigências microbiológicas para alimentos fermentados. No entanto, a detecção de *Salmonella* nas amostras de rejuvenac ressalta a importância de um controle rigoroso das condições higiênico-sanitárias das sementes utilizadas na produção. Esse resultado sublinha a necessidade de reforçar a segurança microbiológica das matérias-primas, garantindo a qualidade do produto final e a segurança do consumidor.

5.REFERÊNCIAS

ALANDIA, G., RODRIGUEZ, J. P., JACOBSEN, S. E., BAZILE, D., & CONDORI, B. Global expansion of quinoa and challenges for the Andean region. **Global Food Security**, v. 26, p. 100429, 2020.

AUNG, T., KIM, M. J. Wheat and Wheat-Derived Beverages: A Comprehensive Review of Technology, Sensory, Biological Activity, and Sustainability. **Preventive Nutrition and Food Science**, v. 28, p. 401, 2023.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Instrução Normativa - IN N° 161, de 1º de julho de 2022. Estabelece os padrões microbiológicos dos alimentos. *Diário Oficial da União*, 6 de jul. 2022. Disponível em: https://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/2718376/IN_161_2022_.pdf/b08d70cb-add6-47e3-a5d3-fa317c2d54b2. Acesso em: 19 ago. 2024.



"Tecnologia e Inovação: o papel da ciência nos novos desafios da indústria de alimentos"

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução da Diretoria Colegiada - RDC nº 724, de 1º de julho de 2022. Dispõe sobre os padrões microbiológicos dos alimentos e sua aplicação. **Diário Oficial da União**, 6 jul. 2022. Disponível em: https://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/2718376/RDC_724_2022.pdf/33c61081-4f32-43c2-9105-c318fa6069ce. Acesso em: 19 ago. 2024.

JAFARPOUR, D., HASHEMI, S. M. B. Pure and co-fermentation of quinoa seeds by Limosilactobacillus fermentum and Lacticaseibacillus rhamnosus: Bioactive content, antidiabetic and antioxidant activities. **Fermentation**, v. 9, p. 80, 2023.

MIRZAEI, H., POURJAFAR, H., HOMAYOUNI, A. Effect of calcium alginate and resistant starch microencapsulation on the survival rate of Lactobacillus acidophilus La5 and sensory properties in Iranian white brined cheese. **Food Chemistry**, v. 132, p. 1966-1970, 2012.

OLIVEIRA, C., GONÇALVES, I. B., RODRIGUES, R. A., & Trevizam, C. J. ESTUDO COMPARATIVO: USO DE EXTRATO DE QUINOA E AMARANTO PARA PRODUÇÃO DE BEBIDA FERMENTADA. **Revista Engenho**, v. 12, p. 84-104, 2020.

OLIVEIRA, A.C.P., SHIMIZU, B.R., CARDINES, P.H.F. Desenvolvimento de produto de base vegetal similar ao queijo. **Revista Terra & Cultura: Cadernos de Ensino e Pesquisa**, v. 38, p. 126-145, 2022.

PATHAN, S., SIDDIQUI, R.A. Nutritional composition and bioactive components in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) greens: A review. **Nutrients**, v. 14, p. 558, 2022.

REN, G., TENG, C., FAN, X., GUO, S., ZHAO, G., ZHANG, L., LIANG, Z., QIN, P. Nutrient composition, functional activity and industrial applications of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). **Food Chemistry**, v. 410, p. 135290, 2023.

SHARMA, S., KATARIA, A., SINGH, B. Effect of thermal processing on the bioactive compounds, antioxidative, antinutritional and functional characteristics of quinoa (*Chenopodium quinoa*). **LWT - Food Science and Technology**, v. 160, p. 113256, 2022.

SILVA, N., JUNQUEIRA, V.C., SILVEIRA, N.F. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos e água**. São Paulo: Blucher, 2017.

TANGYU, M., MULLER, J., BOLTEN, C.J., WITTMANN, C. Fermentation of plant-based milk alternatives for improved flavour and nutritional value. **Applied Microbiology and Biotechnology**, v. 103, p. 9263-9275, 2019.

XIE, J., Yap, G., SIMPSON, D., GÄNZLE, M. The effect of seed germination and *Bacillus* spp. on the ripening of plant cheese analogs. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 90, e02276-23, 2024.