

MARIANA OLIVEIRA MEDEIROS E THALITA ROLDAN DE AMORIN DE MORAIS

**IOGURTE FUNCIONAL EM PÓ COM ADIÇÃO DE MICROCÁPSULAS DE PEQUI
E MAMÃO
FUNCTIONAL YOGURT POWDER WITH THE ADDITION OF PEQUI
MICROCAPSULES AND PAPAYA**

Dourados – MS

2025

**IOGURTE FUNCIONAL EM PÓ COM ADIÇÃO DE MICROCÁPSULAS DE PEQUI
E MAMÃO
FUNCTIONAL YOGURT POWDER WITH THE ADDITION OF PEQUI
MICROCAPSULES AND PAPAYA**

MARIANA OLIVEIRA MEDEIROS E THALITA ROLDAN DE AMORIN DE MORAIS

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado como requisito necessário para a obtenção do grau de Bacharel Biotecnologia Faculdade de Ciências Biológicas - FCBA da Universidade Federal da Grande Dourados - UFGD.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Eliana Janet Sanjinez Argandoña.

Coorientadora: Me. Ana Carolina Oliveira Medeiros

Dourados – MS

2025

MARIANA OLIVEIRA MEDEIROS E THALITA ROLDAN DE AMORIN DE MORAIS

**IOGURTE FUNCIONAL EM PÓ COM ADIÇÃO DE MICROCÁPSULAS DE PEQUI
E MAMÃO**
**FUNCTIONAL YOGURT POWDER WITH THE ADDITION OF PEQUI
MICROCAPSULES AND PAPAYA**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado à
Universidade Federal da Grande Dourados como
requisito para obtenção da graduação no curso de
Bacharelado em Biotecnologia.

Aprovada em: 03/07/2025.

BANCA EXAMINADORA

Dra. Eliana Janet Sanjinez Argandoña (Orientadora)
Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD)

Documento assinado digitalmente
 ELIANA JANET SANJINEZ ARGANDONA
Data: 11/07/2025 11:31:16-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dra. Rosalinda Arévalo Pinedo
Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD)

Documento assinado digitalmente
 ROSALINDA AREVALO PINEDO
Data: 09/07/2025 19:27:37-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Bel. Inga Maria Jeremias
Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD)

Documento assinado digitalmente
 INGA MARIA JEREMIAS
Data: 10/07/2025 19:01:59-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

M828i Morais, Thalita Roldan De Amorin De

 Iogurte funcional em pó com adição de microcápsulas de pequi e mamão [recurso eletrônico] /
Thalita Roldan De Amorin De Morais, Mariana Oliveira Medeiros. -- 2025.
 Arquivo em formato pdf.

 Orientadora: Eliana Janet Sanjinez Argandoña.

 Coorientadora: Ana Carolina Oliveira Medeiros.

 TCC (Graduação em Biotecnologia)-Universidade Federal da Grande Dourados, 2025.

 Disponível no Repositório Institucional da UFGD em:

<https://portal.ufgd.edu.br/setor/biblioteca/repositorio>

 1. Coacervação complexa. 2. atomização. 3. Caryocar brasiliense. 4. microencapsulação. 5.
 carotenóides. I. Medeiros, Mariana Oliveira. II. Argandoña, Eliana Janet Sanjinez. III. Medeiros,
 Ana Carolina Oliveira. IV. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

©Direitos reservados. Permitido a reprodução parcial desde que citada a fonte.

SUMÁRIO

RESUMO.....	7
ABSTRACT.....	8
1. INTRODUÇÃO.....	9
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	10
2.1 Caryocar brasiliense.....	11
2.1.1 Uso do Pequi.....	11
2.2 Mamão.....	12
2.3 Microencapsulação por coacervação complexa.....	13
2.4 Produção de iogurte.....	13
2.5 Desidratação por atomização.....	14
3. OBJETIVO GERAL.....	15
3.1 Objetivos específicos.....	15
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	16
4.1 Obtenção de microcápsulas de óleo de pequi.....	16
4.2 Elaboração do iogurte.....	17
4.2.1 Iogurte padrão.....	17
4.2.2 Iogurte funcional.....	17
4.3 Obtenção do iogurte em pó.....	18
4.3.1 Preparo da suspensão de iogurte.....	18
4.3.2 Secagem por atomização.....	19
4.4 Análise da cor.....	19
4.5 Umidade e atividade da água (aw).....	20
4.6 Solubilidade.....	20
4.7 Acidez titulável.....	20
4.8 Reidratação.....	20
4.9 Potencial hidrogeniônico (pH).....	20
4.10 Extração e Determinação do Teor de Carotenóides.....	21
4.11 Análise estatística.....	21
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	21
5.1 Iogurte em pó.....	21
5.2 Relação entre agente carreador, rendimento e sólidos solúveis.....	22
5.3 Cor do iogurte em pó.....	23
5.4 Umidade e atividade da água.....	25
5.5 Solubilidade.....	27
5.6 Acidez titulável.....	28
5.7 Reidratação.....	29
5.8 Potencial hidrogeniônico (pH).....	31
5.9 Carotenóides.....	32
5.10 Morfologia do iogurte em pó.....	32
6. CONCLUSÃO.....	33
7. REFERÊNCIAS.....	34

Lista de Figuras

Figura 1: Óleo de pequi e solução de gelatina (A), goma arábica sendo incorporada à solução (B), pH sendo ajustado para 4,0 (C), precipitação dos coacervados (D).....	16
Figura 2: Iogurte padrão.....	17
Figura 3: Refratômetro.....	18
Figura 4: Spray dryer LM MSD 1.0, Labmaq.....	19
Figura 5: Iogurte em pó por atomização.	21
Figura 6: Superfície de resposta do parâmetro de cor b* (amarelo).....	25
Figura 7: Iogurte funcional de mamão em pó.....	25
Figura 8: Microscopia (F5) na lente de 40X. (A) Microcápsulas de óleo de pequi formadas. (B) presença de bactérias que não apresentaram lise celular.....	32

Lista de Tabelas

Tabela 1: Delineamento experimental simplex centróide para obtenção de iogurte.....	19
Tabela 2: Sólidos solúveis (SS) do iogurte funcional pré-atomização anterior e posterior à adição de maltodextrina	23
Tabela 3: Adição de maltodextrina pré-atomização e rendimento do iogurte funcional atomizado.....	24
Tabela 4: Parâmetros de cor instrumental do iogurte funcional em pó.....	25
Tabela 5: Umidade do iogurte funcional em pó, em comparação a composição das formulações.....	27
Tabela 6: Valores médios e coeficientes de variação (CV) da atividade de água do iogurte funcional em pó.....	28
Tabela 7: Solubilidade do iogurte funcional em pó atomização.....	29
Tabela 8: Acidez titulável do iogurte funcional em pó após secagem por atomização, em comparação a composição das formulações.....	30
Tabela 9: Reidratação do iogurte funcional com adição de mamão visando atingir 30% de brix iniciais na pré-atomização, em comparação a composição das formulações.....	31
Tabela 10: pH do iogurte funcional com adição de mamão antes e após secagem por atomização, em comparação a composição das formulações.....	32

RESUMO

A preocupação com a saúde humana e a busca por uma alimentação mais saudável têm aumentado nos últimos anos. Aliado a isso, evidências sobre a diminuição do risco de desenvolver doenças associadas ao acúmulo de radicais livres através do consumo de alimentos ricos em antioxidantes têm sido relatadas, atribuindo-se em grande parte a ação de compostos bioativos, ácidos graxos insaturados, carotenoides, entre outros. Na biodiversidade brasileira são encontradas espécies de vegetais como o pequi (*Caryocar brasiliense*), cuja polpa é rica em lipídeos, fibras alimentares e carotenóides como o α e β -caroteno com efeito antioxidante. Entretanto, o consumo de óleo puro não é palatável. Do exposto, o objetivo do estudo foi desenvolver um alimento funcional em pó com adição de microcápsulas de óleo de pequi e avaliar a funcionalidade do produto a partir do conteúdo de carotenóides. As microcápsulas de óleo de pequi foram obtidas por coacervação complexa com agentes carreadores de goma arábica e gelatina. O iogurte funcional foi obtido através de uma mistura de iogurte padrão elaborado com 0,800g de fermento lácteo, 1000 g de leite UHT integral e 32g de leite em pó, posteriormente foram elaboradas 7 formulações de emulsão variando-se o percentual de iogurte, de microcápsulas de óleo de pequi e de polpa de mamão, de acordo com um delineamento experimental Simplex centróide com 2 repetições da formulação F7 (F8 e F9). À emulsão de cada formulação foi adicionada maltodextrina, com a finalidade de aumentar os sólidos solúveis. Em seguida, a emulsão foi atomizada em atomizador (*spray-dryer*) a 170°C, com fluxo de ar de secagem de 35 L/min, bico aspersor de 2,0 mm de diâmetro e vazão de alimentação de 0,52 L/h obtendo-se o produto em pó. A reidratação do iogurte em pó foi realizada com água até obter o produto com percentual de sólidos solúveis semelhante ao iogurte pré-atomizado. Análises físicas e químicas foram realizadas de acordo com métodos científicos. Os resultados mostraram que foi preservada a presença de microcápsulas de óleo de pequi e de bactérias lácticas no iogurte em pó. A formulação F5 contendo 20% de microcápsulas, 10% de açúcar e 30% de polpa de mamão foi a que apresentou resultados significativamente ($p < 0,05$) maiores quanto à solubilidade (85,95%), cor predominante amarela ($b^* = 10,64$; $a^* = 1,08$, $L^* = 66,87$) e carotenoides (2,45 mg/g de amostra), entre as formulações com microcápsulas de óleo de pequi. Diante desses resultados, conclui-se que a incorporação de microcápsulas de óleo de pequi no iogurte proporcionou um produto com maior conteúdo de compostos bioativos (carotenóides) importantes para a saúde humana. **Palavras-chave:** Coacervação complexa; atomização; *Caryocar brasiliense*; microencapsulação, carotenóides.

ABSTRACT

Concern for human health and the pursuit of healthier eating habits have increased in recent years. Alongside this trend, evidence has indicated a reduced risk of developing diseases associated with the accumulation of free radicals through the consumption of antioxidant-rich foods. This protective effect is largely attributed to the action of bioactive compounds, unsaturated fatty acids, carotenoids, among others. Within Brazilian biodiversity, plant species such as pequi (*Caryocar brasiliense*) can be found, whose pulp is rich in lipids, dietary fiber, and carotenoids like α - and β -carotene, which have antioxidant properties. However, the direct consumption of pure oil is not palatable. Given this context, the aim of the study was to develop a functional powdered food enriched with pequi oil microcapsules and to evaluate its functionality based on carotenoid content. The pequi oil microcapsules were obtained by complex coacervation using gum arabic and gelatin as carrier agents. The functional yogurt was obtained through a mixture of standard yogurt prepared with 0.800 g of lactic starter culture, 1000 g of whole UHT milk, and 32 g of powdered milk. Subsequently, 7 emulsion formulations were developed by varying the proportions of yogurt, pequi oil microcapsules, and papaya pulp, according to a Simplex-centroid experimental design with 2 repetitions of formulation F7 (F8 and F9). Maltodextrin was added to each emulsion to increase the soluble solids content. The emulsions were then spray-dried at 170°C, with a drying air flow rate of 35 L/min, a 2.0 mm diameter spray nozzle, and a feed flow rate of 0.52 L/h, resulting in the powdered product. Rehydration of the yogurt powder was performed with water until achieving a soluble solids concentration similar to the pre-atomized yogurt. Physical and chemical analyses were carried out following scientific methodologies. The results demonstrated the preservation of pequi oil microcapsules and lactic acid bacteria in the yogurt powder. Among the formulations containing pequi oil microcapsules, formulation F5, with 20% microcapsules, 10% sugar, and 30% papaya pulp, showed significantly higher ($p < 0.05$) results for solubility (85.95%), predominant yellow color ($b^* = 10.64$; $a^* = 1.08$; $L^* = 66.87$), and carotenoid content (2.45 mg/g of sample). Based on these findings, it is concluded that the incorporation of pequi oil microcapsules into yogurt provided a product with higher levels of bioactive compounds (carotenoids), important for human health.

Keywords: Complex coacervation; spray drying; *Caryocar brasiliense*; microencapsulation; carotenoids.