

ANÁLISE DA COMPOSIÇÃO CENTESIMAL E MICROBIOLÓGICA DA PASTA DE ABACATE DESENVOLVIDA PARA A DIETA CETOGÊNICA

ANALYSIS OF THE CENTESIMAL AND MICROBIOLOGICAL COMPOSITION OF AVOCADO PASTE DEVELOPED FOR THE KETOGENIC DIET

ANÁLISIS DE LA COMPOSICIÓN CENTESIMAL Y MICROBIOLÓGICA DE LA PASTA DE AGUACATE DESARROLLADA PARA LA DIETA CETOGÉNICA

Marilene Magalhães de Brito

Doutora em Alimentos e Nutrição, Universidade Federal do Piauí – UFPI, Brasil.

E-mail: marilene_mmb@hotmail.com

Amanda de Castro Amorim Serpa Brandão

Doutora em Biotecnologia, Universidade Federal do Piauí – UFPI, Brasil.

E-mail: amandacastronut@yahoo.com.br

Resumo

A dieta cetogênica (DC) tem ganhado destaque como abordagem terapêutica e nutricional eficaz no tratamento de diversas condições clínicas, como epilepsia refratária, obesidade, diabetes tipo 2 e doenças neurodegenerativas. No entanto, a baixa disponibilidade de alimentos prontos com perfil cetogênico adequado dificulta a adesão à dieta. Nesse contexto, o abacate destaca-se como um ingrediente promissor, por seu alto teor de gorduras monoinsaturadas, fibras e compostos bioativos. Este estudo teve como objetivo desenvolver e caracterizar duas formulações de pastas de abacate voltadas para a dieta cetogênica, com ênfase na composição centesimal, físico-química e microbiológica. Foram elaboradas duas formulações: F1 (com leite e óleo de coco) e F2 (com leite, óleo de coco e cacau), que passaram por análises físico-químicas conforme métodos do Instituto Adolfo Lutz (2008), além de avaliação microbiológica seguindo a Instrução Normativa nº 161/2022 da ANVISA. Os resultados demonstraram que ambas as formulações apresentaram alto teor de lipídios (F1: 11,93%; F2: 11,53%) e baixo teor de carboidratos (F1: 8,68%; F2: 8,04%), compatíveis com o perfil nutricional da dieta cetogênica. O valor energético total foi elevado em ambas as amostras, enquanto os teores de proteína foram moderados. As análises microbiológicas indicaram conformidade com os padrões de segurança para consumo. Dessa forma, conclui-se que as formulações desenvolvidas são nutricionalmente adequadas, seguras e apresentam potencial de inserção no mercado de alimentos funcionais voltados para dietas com restrição de carboidratos.

Palavras-chave: dieta cetogênica; abacate; composição centesimal; segurança microbiológica.

Abstract

The ketogenic diet (KD) has gained prominence as an effective nutritional and therapeutic approach for managing various clinical conditions, including refractory epilepsy, obesity, type 2 diabetes, and neurodegenerative diseases. However, the limited availability of ready-to-eat products with appropriate ketogenic profiles poses a challenge to dietary adherence. In this context, avocado stands out as a promising ingredient due to its high content of monounsaturated fats, fiber, and bioactive compounds. This study aimed to develop and characterize two avocado-based paste formulations for ketogenic diets, focusing on centesimal composition, physicochemical properties,

and microbiological safety. Two formulations were prepared: F1 (with coconut milk and oil) and F2 (with coconut milk, oil, and cocoa), which underwent physicochemical analysis according to Instituto Adolfo Lutz (2008) protocols and microbiological evaluation based on ANVISA's Normative Instruction No. 161/2022. The results showed that both formulations had high lipid content (F1: 11.93%; F2: 11.53%) and low carbohydrate content (F1: 8.68%; F2: 8.04%), consistent with the nutritional requirements of a ketogenic diet. The total energy value was high in both samples, while protein levels were moderate. Microbiological analyses confirmed that the products met the safety standards for consumption. Therefore, the developed formulations are nutritionally suitable, microbiologically safe, and present potential for incorporation into the functional food market targeted at low-carbohydrate dietary patterns.

Keywords: ketogenic diet; avocado; centesimal composition; microbiological safety.

Resumen

La dieta cetogénica (DC) ha cobrado relevancia como un enfoque terapéutico y nutricional eficaz en el tratamiento de diversas afecciones clínicas, como la epilepsia refractaria, la obesidad, la diabetes tipo 2 y las enfermedades neurodegenerativas. Sin embargo, la baja disponibilidad de alimentos preparados con un perfil cetogénico adecuado dificulta la adherencia a la dieta. En este contexto, el aguacate se destaca como un ingrediente prometedor debido a su alto contenido de grasas monoinsaturadas, fibra y compuestos bioactivos. Este estudio tuvo como objetivo desarrollar y caracterizar dos formulaciones de pasta de aguacate para la dieta cetogénica, con énfasis en la composición centesimal, fisicoquímica y microbiológica. Se prepararon dos formulaciones: F1 (con leche y aceite de coco) y F2 (con leche, aceite de coco y cacao), que se sometieron a análisis fisicoquímicos según los métodos del Instituto Adolfo Lutz (2008), además de evaluación microbiológica según la Instrucción Normativa ANVISA n.º 161/2022. Los resultados demostraron que ambas formulaciones presentaron un alto contenido de lípidos (F1: 11,93 %; F2: 11,53 %) y un bajo contenido de carbohidratos (F1: 8,68 %; F2: 8,04 %), en consonancia con el perfil nutricional de la dieta cetogénica. El valor energético total fue alto en ambas muestras, mientras que el contenido proteico fue moderado. Los análisis microbiológicos indicaron el cumplimiento de las normas de seguridad para el consumo. Por lo tanto, se concluye que las formulaciones desarrolladas son nutricionalmente adecuadas, seguras y tienen potencial para su inserción en el mercado de alimentos funcionales destinados a dietas con restricción de carbohidratos.

Palabras clave: dieta cetogénica; aguacate; composición proximal; seguridad microbiológica.

1. Introdução

A dieta cetogénica (DC) caracteriza-se como uma abordagem nutricional constituída por alto teor de gordura, quantidade adequada de proteína e níveis insuficientes de carboidratos para as necessidades metabólicas. Esse padrão alimentar leva o organismo a priorizar a utilização de gorduras como principal fonte de energia, promovendo a manutenção do estado de cetose (Freeman et al., 2007).

A DC e suas variações apresentam evidências científicas robustas ao longo de 100 anos de uso, especialmente no controle das convulsões e síndromes de epilepsia na infância, condições neurológicas que exigem acompanhamento médico, terapias e

cuidados de saúde rotineiros e que geralmente perduram por toda a vida (Cervenka et al, 2021).

Essa abordagem nutricional é composta basicamente por alimentos ricos em gordura (creme de leite, toucinho, maionese, óleos em geral), proteicos (carnes em geral, ovos, queijos) e uma pequena quantidade de carboidratos, que provêm normalmente de frutas, legumes e verduras (Sampaio, 2018).

Entre as frutas indicadas, o abacate (*Persea americana*) é uma fruta amplamente reconhecida por seu alto teor de gorduras saudáveis, principalmente ácidos graxos monoinsaturados, além de ser fonte de fibras, vitaminas e minerais. Essas características tornam o abacate um ingrediente promissor no desenvolvimento de produtos alimentícios voltados para dietas cetogênicas (Dreher; Davenport, 2013).

Quando se trata da formulação de alimentos para a dieta cetogênica, é comum que produtos com alto teor de gorduras apresentem baixa palatabilidade, especialmente devido à restrição de carboidratos e proteínas. Essa limitação sensorial e nutricional contribui para a alta taxa de abandono da dieta, sendo a baixa tolerância ao padrão alimentar uma das principais causas (Martin-McGill et al., 2020), além da dificuldade de acesso e disponibilidade de alimentos adequados para essa dieta (Sharma; Jain, 2014).

Nesse contexto, torna-se relevante a elaboração de produtos que possam ser incorporados à esse tipo de dieta, com composição adequada de nutrientes e segurança microbiológica (inocuidade do alimento). Dessa forma, o presente estudo teve como objetivo analisar a composição centesimal e microbiológica de pasta de abacate desenvolvida para a dieta cetogênica.

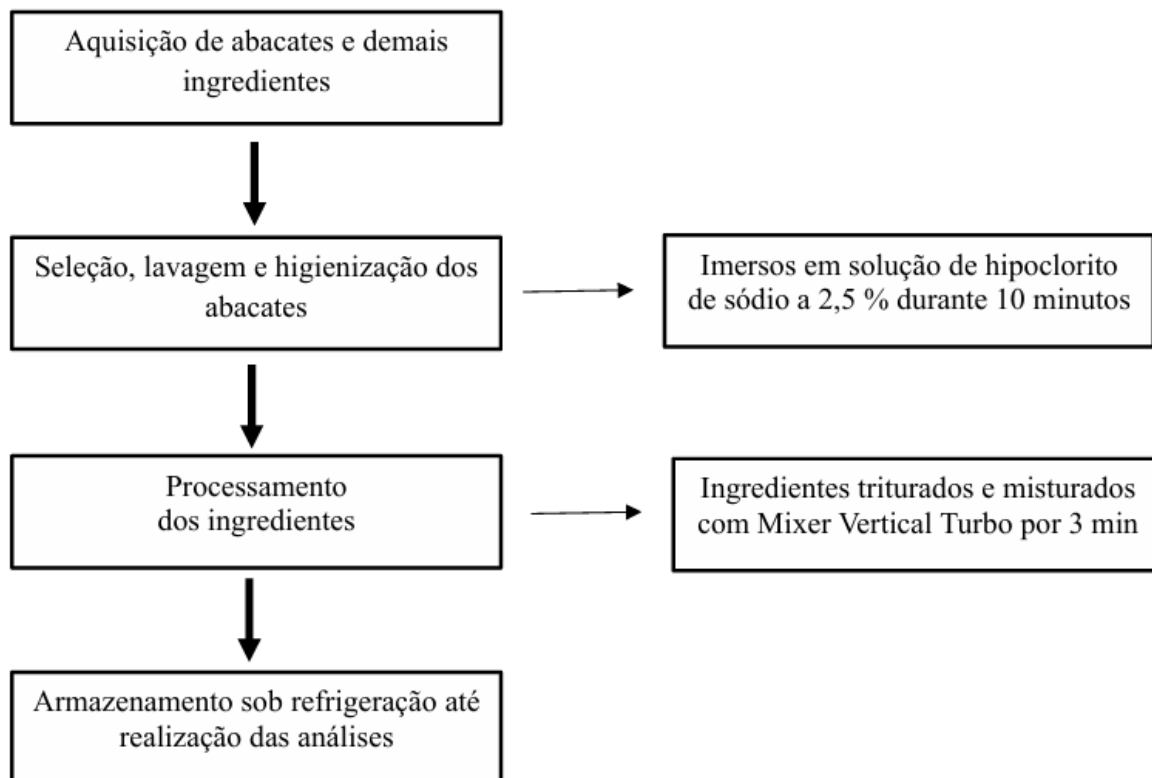
2. Metodologia

2.1 Elaboração dos produtos

Para elaboração do produto foram usados Abacates (*Persea americana* Mill) adquiridos na Central de Abastecimento do Piauí (Ceasa), os frutos foram comprados no seu ponto de maturação fisiológica e levados ao laboratório para sanitização e acondicionamento adequados. Os demais ingredientes utilizados foram leite e óleo de coco, cacau e ácido cítrico, ambos adquiridos no comércio local de Teresina-PI.

Foram desenvolvidas duas formulações de pastas de abacate, a F01(sem cacau) e F02 (com cacau), seguindo as etapas descritas no fluxograma da Figura 1.

Figura 1. Fluxograma do processo de obtenção das formulações de pasta de abacate.



Fonte: Dados da Pesquisa.

O preparo das pastas inicialmente foi feito pela trituração da polpa de abacate em processador juntamente com ácido cítrico por cinco minutos, em seguida, foram adicionados os demais ingredientes. Todos os utensílios e equipamentos utilizados foram devidamente sanitizados antes do uso, conforme metodologia adaptada de Ramos (2018).

Após o processamento, as formulações foram armazenadas por até 3 dias sob refrigeração (8 °C), em condições controladas, até a realização das análises.

2.2 Análises físico-químicas

As análises físico-químicas foram realizadas de acordo com o descrito pelo Instituto Adolfo Lutz - IAL (2008)

A determinação de umidade foi realizada por meio do método de secagem em estufa com temperatura de 105°C. As cinzas foram determinadas por incineração em forno mufla à temperatura de 550°C. Os lipídios foram obtidos em extrator tipo Butt com éter de petróleo e o resultado das gorduras extraídas foi reportado em g/100g. A determinação de proteínas foi realizada pelo método de macro-Kjeldahl. O teor de carboidratos foi determinado por diferença dos demais constituintes da composição centesimal (umidade, cinzas, proteínas e lipídios), sendo os valores correspondentes a carboidratos totais, incluindo a fração de fibra alimentar presente na amostra.

A determinação do pH foi realizada por análise direta utilizando potenciômetro. O teor de sólidos solúveis totais (°Brix) por índice de refração utilizando refratômetro de bancada digital e acidez total por titulação.

2.3 Valor calórico total

O Valor calórico total foi estimado conforme os valores de conversão de Atwater que se baseia no teor de macronutrientes (proteínas, lipídios e carboidratos), multiplicados, respectivamente, pelos fatores 4, 9 e 4 (em kcal.g⁻¹), para a obtenção do valor energético total (WATT e MERRILL, 1963).

2.4 Análises microbiológicas

A qualidade microbiológica dos produtos foi realizada por análises de coliformes totais e termotolerantes, *Bacillus Cereus* e *Salmonella* ssp. Os padrões adotados para avaliação foram os recomendados pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) por meio Instrução Normativa - IN N° 161, de 1° de julho de 2022 para frutas e derivados

A determinação de coliformes totais e termotolerantes foi realizada pelo método dos tubos múltiplos (NMP). A contagem de *Bacillus cereus* foi efetuada por meio do método de contagem em placas, enquanto a pesquisa de *Salmonella* spp. foi conduzida utilizando o método de detecção em placas (Silva et al., 2017).

2.5 Análise Estatística

Para a análise estatística, os dados foram processados no programa Stata®, versão 13.0. O teste t de Student para amostras independentes foi aplicado para comparação entre as médias das duas formulações, adotando-se nível de significância de 5% ($p < 0,05$) e intervalos de confiança de 95%.

3. Resultados e Discussão

Na tabela 1 são apresentados os dados obtidos a partir da composição centesimal e valor calórico das formulações de pastas de abacate elaboradas.

Ambas as formulações apresentaram um alto teor de gordura que correspondeu à principal macronutriente, atendendo ao objetivo de fornecer uma fonte energética majoritariamente lipídica. Esse perfil nutricional é fundamental para induzir e manter o estado de cetose, no qual o organismo utiliza os ácidos graxos e corpos cetônicos como fontes predominantes de energia (Paoli et al., 2013).

Além do elevado teor de gordura, o valor calórico das formulações foi significativamente alto, o que as torna adequadas para atender às demandas calóricas de indivíduos que seguem a dieta cetogênica. A alta densidade energética é particularmente relevante nesse contexto, pois possibilita o consumo de porções menores, contribuindo para a praticidade e adesão ao plano alimentar (Dreher; Davenport, 2013).

A composição lipídica, predominantemente de ácidos graxos monoinsaturados presentes no abacate, também é vantajosa por estar associada a benefícios metabólicos, como melhora no perfil lipídico e controle glicêmico (Wang et al., 2015). Entretanto, é importante considerar possíveis limitações relacionadas à estabilidade oxidativa do produto. Destaca-se que tais reações podem ser minimizadas por meio de estratégias tecnológicas adequadas, especialmente pelo uso de embalagens apropriadas que restrinjam a exposição ao oxigênio e à luz.

Em contraste aos teores de lipídios, os níveis de carboidratos nas formulações foram baixos, garantindo que as pastas sejam adequadas para restrição de carboidratos característica da dieta cetogênica. Essa baixa quantidade de carboidratos ajuda a evitar

picos de glicose e insulina, promovendo maior estabilidade metabólica, conforme destacado em estudos prévios que investigaram os impactos das dietas cetogênicas em condições metabólicas (Silva et al., 2020). O teor de proteína foi mantido em níveis moderados, suficiente para atender às necessidades fisiológicas sem comprometer a indução da cetose (F01: 1,43% e F02: 2,71%).

Foi obtido teor aproximado de 77% de umidade (F01: 77,27% e F02: 76,69%), valores esperados para produtos como uma pasta de frutas. Já as cinzas do produto elaborado foram de 0,70% (Tabela 1), esses valores representam o conteúdo mineral presente na pasta.

Ao comparar os valores da composição centesimal, observa-se que a F01 apresentou maior teor de umidade, lipídios, carboidratos e valor calórico enquanto a F02 apresentou maior conteúdo de cinzas e proteínas, como pode ser observado na Tabela 1. Essa diferença estatisticamente significativa pode ser justificada pela adição do cacau 100% em F02.

Tabela 1. Composição Centesimal e Valor Calórico Total de Formulações de Pasta de Abacate.

Composição centesimal	F01	F02	Valor de p
Umidade (g/100g)	77,20 ± 0,10	76,69 ± 0,00	<0,01
Cinzas (g/100g)	0,75 ± 0,11	1,03 ± 0,02	0,01
Proteínas (g/100g)	1,43 ± 0,01	2,71 ± 0,02	0,00
Lipídios (g/100g)	11,93 ± 0,02	11,55 ± 0,02	0,00
Carboidratos (g/100g)	8,67 ± 0,08	8,01 ± 0,03	<0,01
Valor calórico total (kcal)	147,79 ± 0,44	146,83 ± 0,24	0,03

Fonte: Dados da Pesquisa. Teresina-PI.

Nota: Os dados estão apresentados como média de três repetições ± desvio-padrão (DP). Diferença significativa entre as médias ao nível $p < 0,05$, segundo o teste t *Student*

Ao analisar especificamente o teor de macronutrientes verificou-se que ambas as formulações apresentaram teor lipídico semelhante, com pequenas variações nos valores de gorduras totais (F01: 73%; F02: 71%). Observou-se, ainda, baixo teor de carboidratos (F01: 23%; F02: 22%) e de proteínas (F01: 4%; F02: 7%). A relação entre

lipídios e a soma de proteínas e carboidratos foi de aproximadamente 3:1 em ambas as formulações, característica compatível com o perfil clássico da dieta cetogênica.

Os resultados das análises físico-químicas das formulações de pasta de abacate (Tabela 2) indicaram que ambas apresentaram valores de pH superiores a 6,0, sendo 7,01 para a F01 e 6,68 para a F02. Esses valores de pH classificam as formulações como alimentos de baixa acidez, condição que pode favorecer o crescimento de microrganismos, especialmente quando associada ao elevado teor de umidade. Nas pastas de abacate, o limão atua como antioxidante e conservante natural; contudo, ressalta-se a necessidade de estudos futuros de estabilidade e de vida de prateleira dos produtos elaborados.

Quanto aos sólidos solúveis totais, observou-se um leve aumento na F02 (14,0 °Brix) em relação à F01 (12,0 °Brix), o que pode ser atribuído à adição de cacau à formulação, contribuindo para maior concentração de sólidos. A acidez total titulável foi baixa em ambas as amostras, com valores de 0,06% para F01 e 0,07% para F02, refletindo o perfil naturalmente pouco ácido da polpa de abacate.

Tabela 2. Composição físico-química de Formulações de Pastas de Abacate.

Parâmetros	F01	F02
pH	7,01	6,68
Sólidos Solúveis Totais (°Brix)	12,0	14,0
Acidez Total Titulável	0,06	0,07

Fonte: Dados da Pesquisa.

F1 (formulação de creme de abacate com leite e óleo de coco). F2 (formulação de creme de abacate com leite e óleo de coco e cacau). ¹Resultados apresentados em valores médios ± desvio padrão.

No desenvolvimento de produtos alimentícios para dietas cetogênicas, é crucial não apenas garantir a conformidade nutricional, mas também considerar aspectos de segurança microbiológica. Como apresentado na tabela 3.

Os valores de coliformes fecais e termotolerantes, *Bacillus cereus* e *Salmonella* spp estavam dentro dos valores definidos como seguros pela Instrução Normativa - IN Nº 161, de 1º de julho de 2022 para frutas e derivados.

Tabela 3. Análise Microbiológica de Formulações de Pastas de Abacate.

Microrganismos	F01	F02
Coliformes totais	93 NMP/g	15 NMP/g
Coliformes termotolerantes	< 3 NMP/g	< 3 NMP/g
Bacillus cereus	< 10 UFC / g	< 10 UFC / g
Salmonella spp	Ausência em 25g	Ausência em 25g

Fonte: Dados da Pesquisa.

4. Conclusão

As formulações de pasta de abacate desenvolvidas neste estudo apresentaram composição centesimal caracterizada por elevado teor lipídico e baixo teor de carboidratos, além de atenderem aos padrões microbiológicos estabelecidos pela legislação vigente. Esses resultados reforçam o papel do abacate como ingrediente versátil no desenvolvimento de produtos alimentícios direcionados a populações com necessidades nutricionais específicas, como aquelas que seguem a dieta cetogênica.

Referências

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 161, de 1º de julho de 2022. Estabelece os padrões microbiológicos para alimentos. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, n. 125, p. 5, 04 jul. 2022.

BRASIL. Ministério da Saúde. Instituto Adolfo Lutz. Métodos físicos e químicos para análise de alimentos. 4. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.

CERVENKA, M. C. et al. International recommendations for the management of adults treated with ketogenic diet therapies. **Neurology: Clinical Practice**, v. 11, n. 5, p. 385-397, 2021.

DREHER, M. L.; DAVENPORT, A. J. Hass avocado composition and potential health effects. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, London, v. 53, n. 7, p. 738–750, 2013.

FREEMAN, J. M.; KOSSOFF, E. H. HARTMAN, A. L. The ketogenic diet: one decade later. **Pediatrics**. v.119, p. 535-43, 2007.

MARTIN-MCGILL, K. J., BRESNAHAN, R., LEVY, R. G., COOPER, P. N. Ketogenic diets for drug-resistant epilepsy. **Cochrane Database Syst Rev.** v.6, n. 6, 2020

PAOLI, A. et al. Beyond weight loss: a review of the therapeutic uses of very-low-carbohydrate (ketogenic) diets. **European Journal of Clinical Nutrition**, London, v. 67, n. 8, p. 789–796, 2013.

RAMOS, J. A. **Desenvolvimento e aceitação de pasta de abacate com potencial probiótico** (Doutorado)- Universidade Estadual Paulista Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 119 p, 2018.

SAMPAIO, L. P. B. ABC da dieta cetogênica para epilepsia refratária, Rio de Janeiro: **Editora DOC Content**, 2018. 1ª edição – 220p

SILVA, Neusely da et al. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos e água.** 6. ed. São Paulo: Livraria Varela, 2017. 632 p. ISBN 978-85-7759-013-1.

SILVA, J. E.; SANTOS, L. A.; CASTRO, P. M. Development of ketogenic food products: a review of potential health benefits and considerations. **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, London, v. 71, n. 1, p. 1–14, 2020.

SHARMA, S., JAIN, P. The ketogenic diet and other dietary treatments for refractory epilepsy in children. **Ann Indian Acad Neurol**, v.17, n.3, p.253-8, 2014.

WANG, L. et al. Comparison of the effects of 2 energy-restricted diets differing in the carbohydrate to fat ratio on weight loss and metabolic risk reduction in overweight/obese men. **Nutrients**, Basel, v. 7, n. 12, p. 10513–10524, 2015.

WATT, B.; MERRILL, A. L. *Composition of foods: raw, processed, prepared.* Washington DC: Consumer and Food Economics Research, 1963.