



UNIVERSIDADE FEDERAL DE RORAIMA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS NATURAIS

MANOEL HENRIQUE DO ROSÁRIO SILVA

**DESENVOLVIMENTO DE IOGURTE ENRIQUECIDO COM MEL DE ABELHA
APIS MELLIFERA PRODUZIDO NA SAVANA AMAZÔNICA**

BOA VISTA, RR

2024

MANOEL HENRIQUE DO ROSÁRIO SILVA

**DESENVOLVIMENTO DE IOGURTE ENRIQUECIDO COM MEL DE ABELHA
APIS MELLIFERA PRODUZIDO NA SAVANA AMAZÔNICA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Recursos Naturais da Universidade Federal de Roraima, como pré-requisito a título de mestre em Ciências Ambientais (Recursos Naturais). Linha de pesquisa: Bioprospecção.

Orientadora: Dra. Jessica de Oliveira Monteschio.

Coorientadora: Dra. Gardenia de Holanda Cabral.

BOA VISTA, RR

2024

Dados Internacionais de Catalogação na publicação (CIP)
Biblioteca Central da Universidade Federal de Roraima

S586d Silva, Manoel Henrique do Rosário.
Desenvolvimento de iogurte enriquecido com mel de abelha *Apis mellifera* produzido na savana amazônica / Manoel Henrique do Rosário Silva. – Boa Vista, 2024.
88 f. : il. Inclui Anexo.

Orientadora: Profa. Dra. Jéssica de Oliveira Monteschio.
Coorientadora: Profa. Dra. Gardenia de Holanda Cabral.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Roraima,
Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais.

1. Iogurtes. 2. *Apis mellifera*. 3. Savana amazônica. 4. Roraima. 5. Desenvolvimento sustentável. I. Título. II. Monteschio, Jéssica de Oliveira (orientadora). III. Cabral, Gardenia de Holanda (coorientadora).

CDU (2.ed.) 637.146.34:638.162(811.4)

Ficha Catalográfica elaborada pela Bibliotecária/Documentalista:
Mariede Pimentel e Couto Diogo – CRB 11/354 - AM

MANOEL HENRIQUE DO ROSÁRIO SILVA

**DESENVOLVIMENTO DE IOGURTE ENRIQUECIDO COM MEL DE ABELHA
APIS MELLIFERA PRODUZIDO DA SAVANA AMAZÔNICA**

Dissertação apresentada como pré-requisito para a conclusão do curso de mestrado em Ciências Ambientais (Recursos Naturais) pela Universidade Federal de Roraima, defendida em 23 de agosto de 2024 e avaliada pela seguinte banca examinadora:

Documento assinado digitalmente
 **JESSICA DE OLIVEIRA MONTESCHIO**
Data: 16/07/2025 15:55:05-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dra. Jéssica de Oliveira Monteschio
Orientadora – Universidade Federal de Roraima - UFRR

Documento assinado digitalmente
 **ANA PAULA CASTRO MELO**
Data: 18/07/2025 10:41:48-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dra Ana Paula Castro Melo
Programa de Pós Graduação em Recursos Naturais - UFRR

Documento assinado digitalmente
 **JOSE TEODORO DE PAIVA**
Data: 21/07/2025 10:54:54-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Membro - Prof.^a. Dr. José Teodoro de Paiva
Curso de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias - UFRR

Documento assinado digitalmente
 **UMBERTO ZOTTICH PEREIRA**
Data: 25/07/2025 17:41:06-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Membro - Prof.^a. Dr. Umberto Zottich Pereira
Curso de Medicina do Centro de Ciências da Saúde - UFRR

Dedico ao meu querido pai, Edilson Lopes da Silva (*in memoriam*), que desapareceu nas águas do rio Branco. Nunca o enterrarei, pois seu corpo nunca foi encontrado. Também quero homenagear minha mãe, Neuraci Rosário, pelos ensinamentos e lições de vida que sempre me deu.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de aproveitar este espaço, que não é um ambiente científico, para expressar minha sincera gratidão. Esses sentimentos trazem um alívio ao meu coração, são essas pessoas que ajudaram na minha formação e que fizeram de mim quem sou hoje, após o mestrado. Por isso, sinto-me muito honrado em agradecer:

Ao senhor Deus, minha gratidão por ter me guiado meus passos, por ser minha fonte de energia para promover minhas forças;

Expresso minha profunda gratidão à CAPES pelo apoio financeiro concedido durante o meu mestrado;

À professora Dra. Jéssica de Oliveira Monteschio, pela orientação, dedicação, paciência, compreensão e por não ter desistido de mim nos momentos mais difíceis para realização desta dissertação;

À Maria Clarisnete de Oliveira Moura, pelas valiosas contribuições, amizade e por proporcionar contribuições para a elaboração dessa dissertação;

À professora e coorientadora Dra. Gardenia de Holanda Cabral, pelas contribuições nas análises do mel para a elaboração dessa dissertação;

Agradeço profundamente ao Programa de Pós-graduação em Recursos Naturais (PRONAT) e à Universidade Federal de Roraima (UFRR) por toda a dedicação, aprendizado e oportunidades proporcionadas durante minha formação. O conhecimento adquirido e as experiências vivenciadas aqui serão fundamentais para minha jornada profissional;

À professora Dra. Ana Paula Corrêa Folmer, pelas aulas e orientações no laboratório de microbiologia do PRONAT;

Aos alunos de graduação do curso de Zootecnia da Universidade Federal de Roraima-Campus Cauamé, que fizeram parte do grupo de estudos GETALC da professora Dr^a Jessica de Oliveira Monsteschio;

Ao Matheus Lima Ramos pela disponibilidade nos seus dias vagos e por me apresentar a equipe do laboratório de bromatologia da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) que foram fundamentais na pesquisa;

À EMBRAPA de Roraima por fornecer seu laboratório e fomentar parte da pesquisa desenvolvida nesta dissertação;

Ao professor Dr. Pedro Romulo Estevam Ribeiro, pelas valiosas contribuições, amizade e por proporcionar a liberdade para realização de experimentos no laboratório do NUPENA-UFRR do Campus Cauamé;

Aos alunos de zootecnia da Universidade Federal de Mato Grosso - UFMT, Campus Sinop, pelas valiosas contribuições para este trabalho;

À professora Dra. Mirla Janaina Augusta Cidade, pelas valiosas contribuições, amizade e por proporcionar a liberdade para realização de experimentos no laboratório de GRÃOS da Universidade Federal de Roraima;

À colega Rosana Ferreira de Souza pelo suporte técnico no laboratório de GRÃOS da Universidade Federal de Roraima;

Ao professor Dr. Antônio Alves de Melo Filho por disponibilizar vidrarias para a realização de experimentos que contribuíram para esta dissertação;

À professora Dra. Daniela Cavalcante dos Santos Campos, por disponibilizar seu laboratório na Escola Agrotécnica da Universidade Federal de Roraima, Campus Murupú (EAGRO/UFRR) para realização de experimentos que contribuíram para esta dissertação;

Aos meus pais que tanto amo Edilson Lopes da Silva (*In memoriam*) e Neuraci Socorro do Rosário Silva, por terem me apoiado em tudo em que necessitei nos momentos mais corridos e aflituosos;

Aos meus irmãos Edilacy, Edilcy, Edilson Júnior, Erik e Ed'Iara pelo companheirismo e momentos de felicidades diárias e apoio durante o meu mestrado;

Aos meus sobrinhos que tanto amo Rhaynam, Makson, Ygor (*In memoriam*), Leonor, Cirilo, Matheus, Yago, Náthaly, Nicolý, Yasmim, Guilherme, Charles, Izabela e Kauã.

Aos amigos que a vida me deu e que fizeram darem risos e tranquilidade durante a execução da minha dissertação: Jhonatan Hoffmam, Sthanly Zielinski, Wagner Möller, Patrícia Cattaneo, Josué Sobrinho, Leonilda Brunheta, Gabriela Mourão, Rodrigo Fischer, Geovânia Rodrigues.

Aos meus colegas e amigos de mestrado Gilneide Rodrigues Lima, Rajá Vidya, Diego Martins, Guilherme Gonzaga, Marenilce Oliveira, Neyla Raquel, Sandro Carlos e Sylvio Fontinelle.

Ao amigo e professor Dr. Pedro Pequeno, pelos ensinamentos na elaboração de gráficos em estatísticas e nos momentos de descontrações;

À amiga e professora Dra. Jordana Souza Paula Riss, pela orientação e apoio fornecido nas revisões ortográficas para esta dissertação;

Ao meu parceiro de 15 anos, Leovergildo Rodrigues Farias, pelo companheirismo diário, ensinamentos e apoio durante o meu mestrado;

Expresso minha profunda gratidão àqueles que confiaram em mim e se prontificaram a me auxiliar em momentos difíceis, especialmente durante os ensaios laboratoriais que enfrentei e superei para concretizar este trabalho.

“Não ensino meus alunos. Crio a condição para que aprendam”.

(Albert Einstein)

RESUMO

Os iogurtes elaborados com mel da abelha *Apis mellifera* estão se tornando cada vez mais atraentes para os pesquisadores, em razão das suas funcionalidades e por serem uma fonte nutritiva que favorece a qualidade de vida dos consumidores. O mel, que é produzido por abelhas e possui variações em sua composição química e física, dependendo da região da produção. Dessa forma, compreender o comportamento do iogurte que contém mel é essencial, uma vez que ambos são alimentos naturais e, por isso, merecem ser objeto de estudo. É fundamental compreender como os iogurtes interagem com outros componentes, visando desenvolver um novo produto que trará benefícios nutricionais para a população e a literatura tem demonstrado vários estudos sobre o comportamento dos iogurtes, determinando a capacidade de retenção de água, sinérese, propriedades funcionais, testes físico-químico para avaliar sua qualidade. E os iogurtes tem despertado grande interesse, por causa da sua facilidade de produção e de fácil enriquecimento nutricional por outros ingredientes propiciando sabor, aroma, textura, preferência e valorização de mercado. O mel do estudo é produzido na cidade de Boa Vista, capital do estado de Roraima-Brasil, e sua localização é no extremo norte da Amazônia brasileira. Essa região é conhecida como 'Lavrado' ou savana amazônica, caracterizada por relevo plano, vegetação predominantemente herbácea e arbustiva, e presença de diversas espécies arbóreas endêmicas com ampla diversidade florística, configurando um ambiente favorável ao desenvolvimento da atividade apícola. Entender as características do iogurte com o mel da savana Amazônica ainda são escassos no Brasil, principalmente na região Amazônica. Diante disto, o objetivo desta pesquisa, pioneira na região, foi desenvolver iogurte e enriquecer com mel de abelhas *Apis mellifera* produzido na savana Amazônica em diferentes concentrações e observar suas características ao longo de 28 dias de armazenamento refrigerado. Foi utilizado a metodologia do Instituto Adolfo Lutz para as análises física e química do mel e iogurte. Em seguida, foi realizada análise microbiológica para garantir a segurança do produto para o consumo e adição aos iogurtes. Cinco formulações de iogurtes foram elaboradas (Controle, 8%, 12%, 16% e 20%) para a realização das análises tecnológicas, físico-químico, propriedades funcionais e teste sensorial para avaliar os parâmetros cor, aparência, aroma, sabor, textura, apreciação geral, intenção de compra e preferência. Os resultados deste estudo estão apresentados em dois artigos científicos que compõem esta dissertação e, de forma geral, demonstraram a qualidade dos iogurtes elaborados com mel oriundo da savana amazônica. As formulações mostraram-se promissoras como potenciais novos produtos para o mercado varejista, destacando-se pela presença de atividade antioxidante em todas as amostras analisadas. A partir dos dados obtidos nos testes sensoriais, evidenciou-se um baixo consumo de iogurtes na região estudada, atribuído, principalmente, ao elevado custo desses produtos. Apesar disso, observou-se elevada aceitabilidade das formulações enriquecidas com mel, especialmente em relação à aceitação global e à intenção de compra. Esses achados indicam que o desenvolvimento de iogurtes com mel da savana amazônica pode representar uma alternativa viável para a criação de um produto regional com valor agregado, com potencial para estimular a geração de emprego e renda, reduzir custos ao consumidor, fortalecer o comércio local e valorizar a cadeia produtiva da apicultura. Ademais, sua inserção no mercado pode contribuir para o desenvolvimento sustentável nas dimensões econômica, social e ambiental, além de promover benefícios à saúde da população por meio do consumo regular de um alimento funcional e acessível.

Palavras-chave: Iogurtes. *Apis mellifera*. Savana Amazônica. Roraima. Desenvolvimento Sustentável

ABSTRACT

Yogurts made with honey from *Apis mellifera* bees are becoming increasingly attractive to researchers due to their functional properties and nutritional value, which contribute to improving consumer health and quality of life. Honey, produced by bees, exhibits variations in its chemical and physical composition depending on the region of production. Therefore, understanding the behavior of yogurt containing honey is essential, as both are natural foods and, consequently, deserve to be the subject of scientific study. It is crucial to comprehend how yogurts interact with other components in order to develop a new product that offers nutritional benefits to the population. The literature reports several studies on yogurt behavior, evaluating water-holding capacity, syneresis, functional properties, and physicochemical tests to assess product quality. Yogurts have attracted great interest due to their ease of production and the possibility of nutritional enrichment with other ingredients, enhancing flavor, aroma, texture, consumer preference, and market value. The honey used in this study is produced in the city of Boa Vista, the capital of the state of Roraima, Brazil, located in the extreme north of the Brazilian Amazon. This region is known as the “Lavrado” or Amazonian savanna and is characterized by flat terrain, predominantly herbaceous and shrubby vegetation, and the presence of several endemic tree species with high floral diversity, providing a favorable environment for beekeeping activities. Studies evaluating the characteristics of yogurts made with honey from the Amazonian savanna remain scarce in Brazil, particularly in the Amazon region. Given this context, the objective of this pioneering study was to develop yogurt enriched with *Apis mellifera* honey from the Amazonian savanna in different concentrations and evaluate its characteristics over 28 days of refrigerated storage. The methodology established by the Adolfo Lutz Institute was used for the physical and chemical analyses of both honey and yogurt. Microbiological analysis was also performed to ensure product safety for consumption and for addition to yogurts. Five yogurt formulations were prepared (control, 8%, 12%, 16%, and 20%) and subjected to technological, physicochemical, and functional analyses, as well as sensory tests evaluating color, appearance, aroma, flavor, texture, overall appreciation, purchase intention, and consumer preference. The results of this study are presented in two scientific articles that compose this dissertation and, overall, demonstrated the quality of yogurts made with honey from the Amazonian savanna. The formulations proved to be promising as potential new products for the retail market, particularly due to the antioxidant activity observed in all analyzed samples. Sensory evaluation revealed low yogurt consumption in the studied region, mainly attributed to the high prices of the product. Nevertheless, the honey-enriched formulations showed high acceptance, especially regarding overall appreciation and purchase intention. These findings suggest that developing yogurts with honey from the Amazonian savanna represents a viable alternative for creating a regional value-added product, with potential to stimulate job and income generation, reduce consumer costs, strengthen local trade, and enhance the honey production chain. Furthermore, its introduction into the market may contribute to sustainable development in economic, social, and environmental dimensions, as well as promote health benefits through regular consumption of a functional and accessible food product.

Keywords: Yogurts. *Apis mellifera*. Amazonian Savannah. Roraima. Sustainable Development

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	10
2	CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA, AVALIAÇÃO MICROBIOLÓGICA E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DE MEL DE ABELHAS <i>APIS MELLIFERA</i> DA SAVANA AMAZÔNICA.....	14
3	NORMAS PARA SUBMISSÃO DE ARTIGOS NA REVISTA LWT - FOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY.....	37
4	INCORPORAÇÃO DE MEL DE ABELHAS <i>APIS MELLIFERA</i> DA SAVANA AMAZÔNICA NAS PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS, FUNCIONAIS E SENSORIAIS DE IOGURTES DURANTE ARMAZENAMENTO REFRIGERADO.....	40
5	NORMAS PARA SUBMISSÃO DE ARTIGOS NA REVISTA LWT - FOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY	76
6	CONCLUSÃO.....	79
	REFERÊNCIAS.....	80
	ANEXO A.....	81

1 INTRODUÇÃO

Alimentos funcionais são aqueles que, além de fornecerem nutrientes básicos, oferecem benefícios adicionais à saúde, podendo contribuir para a prevenção de doenças e a melhoria do bem-estar geral. Esses alimentos são uma tendência crescente no campo da nutrição e da ciência dos alimentos, ganhando destaque por seu potencial em promover a saúde e prevenir condições crônicas como doenças cardíacas, diabetes e câncer (NAMI et al., 2024). Exemplos de alimentos funcionais incluem probióticos, prebióticos, antioxidantes, fibras, vitaminas e minerais.

Os alimentos funcionais são categorizados de acordo com os componentes bioativos que contêm probióticos, como as bactérias ácido-lácticas encontradas no iogurte, são micro-organismos vivos que, quando consumidos em quantidades adequadas, conferem benefícios à saúde do hospedeiro, principalmente ao sistema digestivo. Prebióticos são componentes alimentares não digeríveis que estimulam o crescimento e a atividade de bactérias benéficas no intestino (SILVA et al., 2024).

O iogurte é um alimento lácteo fermentado conhecido por suas propriedades probióticas. A adição de mel de abelha ao iogurte não só melhora seu sabor, mas também aumenta seu valor nutricional e funcional. O mel é um alimento natural composto principalmente de açúcares, mas também contém antioxidantes, enzimas, aminoácidos, vitaminas e minerais que oferecem uma gama de benefícios à saúde (FEITOSA et al., 2020).

A produção de mel é um processo fascinante que envolve a colaboração das abelhas e dos apicultores. As abelhas coletam néctar das flores e o armazenam em suas colmeias, onde é transformado em mel através de processos de evaporação e adição de enzimas (JÚNIOR et al., 2022). Esse mel é então extraído pelos apicultores, processado e levados para o mercado consumidor de Roraima.

A produção de mel em Roraima tem características únicas, em grande parte devido à biodiversidade e ao clima da região Amazônica. Roraima, situado no extremo norte do Brasil, oferece condições ideais para a apicultura, com sua vasta floresta, rica flora e o “lavrado”, conhecida como savana Amazônica ou simplesmente savana, é uma das paisagens mais distintas do estado, contrastando com as densas florestas amazônicas predominantes na região. Essa área é caracterizada por vegetação rasteira, campos abertos

e arbustos, e cobre cerca de 45% da superfície de Roraima (BARBOSA; MIRANDA, 2007).

A savana Amazônica oferece condições únicas para a apicultura, com flora distinta e um ambiente relativamente livre de poluição, fazendo com que o mel produzido na savana de Roraima possua características únicas devido à flora específica da região (BARBOSA; LOPES; BARBOSA, 2007). Alguns benefícios e características incluem diversidade de sabores, refletindo a diversidade de plantas da região da savana Amazônica. Podendo incluir propriedades medicinais devido às plantas da savana conferir ao mel propriedades terapêuticas e de produção sustentável, pois a apicultura do cerrado pode ser praticada de forma sustentável, contribuindo para a preservação do ecossistema local.

A elaboração de iogurte adicionado com mel da savana amazônica é importante por várias razões, abrangendo desde benefícios nutricionais, impactos na melhoria da saúde, inovação alimentar e até mesmo aspectos econômicos e culturais locais. Tanto o iogurte quanto o mel possuem propriedades nutricionais valiosas (MACEDO et al., 2008). O iogurte é rico em proteínas, cálcio, vitaminas do complexo B e probióticos, enquanto o mel contém antioxidantes, enzimas, vitaminas e minerais. A combinação desses dois alimentos pode potencializar seus benefícios individuais (MOREIRA et al., 2014).

É importante mencionar que o iogurte contém bactérias benéficas (probióticos) que podem melhorar a saúde digestiva, reforçar o sistema imunológico e ajudar na prevenção de algumas doenças (NAMY et al., 2024). O mel pode atuar como um prebiótico, alimentando essas bactérias benéficas e promovendo um ambiente intestinal saudável. Além disso, o mel possui propriedades antioxidantes que ajudam a combater os radicais livres, e suas propriedades antimicrobianas podem complementar os benefícios do iogurte em termos de saúde digestiva e imunológica (RIBEIRO; STARIKOFF, 2019).

A combinação de iogurte com mel pode resultar em um produto alimentar funcional que não apenas nutre, mas também proporciona benefícios adicionais à saúde, como a melhoria da digestão e a redução de inflamações. Além disso, a produção de iogurte com mel pode incentivar o uso de mel produzido em Roraima, beneficiando apicultores locais. Isso pode fortalecer a economia local e promover práticas agrícolas sustentáveis, protegendo a floresta e a savana Amazônica.

Embora já se tenha conhecimento sobre a produção de iogurte em Roraima, não existe ainda a produção de iogurte enriquecido com mel de abelhas das savanas de Roraima. É imprescindível mencionar que muitos consumidores recorrem aos supermercados locais para a aquisição deste alimento funcional. Assim, considerando: i) o elevado valor desses alimentos comercializados; ii) a ausência de estudos sobre a qualidade dos iogurtes consumidos, adquiridos no mercado local; iii) os benefícios desse alimento à saúde humana; e iv) a possibilidade de se elaborar e avaliar a aceitação de um iogurte adicionado de um produto originário da savana roraimense, no caso, o mel de abelhas, este trabalho teve as seguintes questões norteadoras: é possível produzir um iogurte adicionado com méis de abelhas originários das savanas amazônicas, que atenda aos padrões de qualidade? Em caso afirmativo, o iogurte produzido possui aceitação pelos consumidores, por meio da análise sensorial?

Por este motivo, o objetivo geral desta pesquisa foi produzir iogurte adicionado de mel da abelha *Apis mellifera*, originário da savana Amazônica, localizada no extremo norte da Amazônia brasileira, e avaliar a sua aceitabilidade.

Esta dissertação está elaborada em formato compacto, conforme possibilita a Resolução nº 08/2017-CEPE/UFRR (UFRR, 2017), constituída de dois artigos, conforme descrito abaixo:

O primeiro artigo, intitulado “Qualidade do Mel de Abelha *Apis mellifera* da Savana Amazônica para Elaboração de Iogurtes”, teve como objetivo realizar análises do mel de abelhas da savana Amazônica para verificar a qualidade do produto antes de ser adicionado ao iogurte. Este artigo será submetido à revista LWT - Food Science and Technology, devido à sua relevância na área da ciências dos alimentos. As análises conduzidas neste estudo foram fundamentais para garantir que o mel utilizado no iogurte possua as propriedades ideais para maximizar os benefícios à saúde e a qualidade sensorial do produto final.

O segundo artigo, intitulado “Desenvolvimento de Iogurte Enriquecido com Mel de Abelha *Apis mellifera* Produzido na Savana Amazônica”, será submetido à revista LWT - Food Science and Technology, que apresenta Qualis A1 na área de Ciências Ambientais. Este artigo teve como objetivo descrever o processo de desenvolvimento do iogurte enriquecido com mel e avaliar as suas características funcionais e sensoriais.

Por meio deste trabalho, espera-se não apenas contribuir para o avanço do conhecimento científico na área de alimentos funcionais, mas também fomentar o desenvolvimento econômico e sustentável na região de Roraima, destacando a importância da valorização de produtos locais como o mel da savana Amazônica.

2. Caracterização físico-química, avaliação microbiológica e atividade antioxidante de mel de abelhas *Apis mellifera* da savana Amazônica

Manoel Henrique do Rosário Silva¹, Maria Clarisnete de Oliveira Moura², Daniela Cavalcante dos Santos Campos⁴, Gardenia Holanda Cabral¹, Marcos Jose Salgado Vital¹, Jéssica de Oliveira Monteschio^{3*}

¹Postgraduate Program in Natural Resources, PRONAT, Federal University of Roraima, Boa Vista, Roraima, Brazil

²Postgraduate Program in Biodiversity and Biotechnology, Bionorte, State Coordination of Roraima, Federal University of Roraima, Boa Vista, Roraima, Brazil

³Postgraduate Program in Animal Science, Federal University of de Mato Grosso, Sinop, Mato Grosso, Brazil

⁴Agrotechnical School of Federal University of Roraima, Campus Murupu, Boa vista, Roraima, Brazil

*Corresponding author

E-mail: jessica.monteschio@ufmt.br

RESUMO

Este estudo teve como objetivo avaliar a qualidade do mel de abelha *Apis mellifera*, proveniente da savana Amazônia. Foram avaliadas as características físico-químicas, os teores de compostos fenólicos, capacidade antioxidante e microbiologia do mel de abelhas *Apis mellifera* produzidas na região da savana Amazônica, Brasil. Para os parâmetros físico-químicas foram avaliados os açúcares redutores presentes, umidade, sacarose aparente, sólidos insolúveis em água, cinzas, acidez livre, atividade diastásica, hidroximetilfurfural, sólidos solúveis, cor absorvância, pH, índice de refração, reação de Lund, reação de Fiehe, reação de Lugol e condutividade. Para microbiologia do mel foram testados bolores e leveduras, coliformes a 35°C, coliformes a 45°C e *Salmonella* ssp. A Atividade antioxidante e os compostos fenólicos foram determinados pelo DPPH e quantificação dos compostos fenólicos totais presentes no mel. Os resultados obtidos para a parâmetros físico-químicos do mel de abelhas *Apis mellifera* da savana Amazônica estão dentro dos limites estabelecidos pelas instruções normativas nacionais e internacionais. A quantidade de compostos bioativos e atividade antioxidante em amostras de mel de abelhas da savana Amazônica foram relevantes o que significa que o produto possui propriedades nutracêuticas. Fontes alimentares ricas em compostos fenólicos, como plantas e alimentos derivados, incluindo mel, são de considerável interesse e partes importantes das dietas, pois podem trazer vários benefícios à saúde relacionados a antioxidantes.

Palavras-Chave: Antioxidante; Benefícios a saúde; Qualidade.

1. Introdução

O mel é um produto natural composto por carboidratos, água e quantidades menores de compostos fenólicos, proteínas, vitaminas, aminoácidos livres, minerais, ácidos orgânicos e compostos biologicamente ativos, entre outros, o que o tornam um alimento nutritivo e benéfico à saúde humana (Silva et al., 2020; Nordin et al., 2018; Seraglio et al., 2019).

Utilizado na alimentação humana há séculos, o mel tem ganhado cada vez mais espaço no campo da medicina, graças aos seus diversos benefícios terapêuticos como a capacidade de combater o estresse oxidativa e prevenir danos celulares causados por radicais livres (Hossen et al., 2017; Rizelio et al., 2020), possui propriedades anti-inflamatórias, anti-microbianas e anti-cancerígenas (Zulkhairi Amin et al., 2018; Mduda et al., 2024), portanto é fundamental analisar a composição geral do mel para confirmar sua efetividade como um alimento natural completo (Bandeira et al., 2018).

No entanto, essa composição pode variar dependendo da origem geográfica, da flora do local e do clima. O Brasil apresenta uma enorme extensão geográfica, com uma rica diversidade de espécies de abelhas. Isso resulta em uma grande variedade de tipos de méis. Além disso, a qualidade do mel também é atribuída à resistência das abelhas africanizadas a doenças e pragas, o que elimina a necessidade do uso de produtos químicos que possam contaminar o mel para a preservação das colmeias (Nascimento et al., 2018; Moraes et al., 2019; Galhardo et al., 2021) fazendo com que o mel produzido no país seja reconhecido por sua qualidade, a qual está intimamente relacionada aos fatores mencionados anteriormente e à região de produção (Braga et al., 2020; Galhardo et al., 2021).

Na região Amazônica brasileira, a grande variedade de plantas, combinada com o clima quente e úmido e a abundância de diversas espécies de abelhas, possibilita a produção de diferentes tipos de mel, cada um com características exclusivas (Bandeira et al., 2018; Dourado et al., 2019; Gomes et al., 2022), sendo uma atividade bastante promissora no norte do Brasil, no entanto, há pouco conhecimento sobre o mel produzido em Roraima.

Roraima, situado no extremo norte da Amazônia, abriga uma ampla variedade de

vegetação que se alterna entre florestas densas e savanas, conhecidas na região como “lavrados”. Essa savana se estende por áreas que atravessam as fronteiras com a Guiana e a Venezuela (Araújo, et al., 2017; Silva et al., 2021), apresentando um rico mosaico de diferentes fitofisionomias, que vão desde regiões dominadas por herbáceas até locais com variadas densidades de espécies arbóreas (Araújo et al., 2017; Miranda, Absy, Rebêlo, 2003).

A savana Amazônica, popularmente chamada de "lavrado de Roraima" ou "cerrado amazônico", representa uma área de transição entre a floresta Amazônica e a savana. Nesse ambiente, surgem espécies vegetais exclusivas que resultam em um mel com características particulares. Essas características bioativos do mel estão em constante variação, influenciadas pelas fontes botânicas e geográficas, tipos de abelhas e as condições climáticas da região (Alvarez-Suarez et al., 2018; Mduda, Hussein, Muruke, 2023; Nascimento et al., 2018). Essa diversidade torna a pesquisa sobre os méis dos diferentes biomas brasileiros extremamente interessante.

As análises dos méis são essenciais para verificar sua qualidade e conformidade com os padrões exigidos por órgãos reguladores, como os níveis de umidade, pH, acidez, açúcares redutores, entre outros parâmetros (Crăciun et al., 2020; Gomes et al., 2022), no caso do mel da savana Amazônica, esses valores podem ser influenciados pela diversidade de plantas nativas da savana Amazônica, conferindo características sensoriais únicas, como sabor, cor e aroma diferenciados, podendo se diferenciar de outros tipos de mel, tanto em termos de qualidade quanto de benefícios à saúde devido a presença dos ácidos fenólicos e flavonóides que são listados como as principais razões dos méis terem capacidade antioxidante (Baglio, 2018; Galhardo et al., 2021; Trisha et al., 2023) atribuído à grande quantidade desses compostos devido a flora nativa dessa região.

Devido a isso, a caracterização físico-química, microbiológica e a avaliação da atividade antioxidante do mel de abelhas *Apis mellifera* da savana Amazônica são essenciais para garantir sua qualidade, segurança e valor terapêutico. Este mel possui atributos exclusivos derivados da flora nativa, apresentando um elevado potencial antioxidante e um perfil sensorial único. Ao realizar essas análises, é possível não só assegurar que o mel atenda aos padrões de qualidade e

segurança alimentares, mas também valorizar um produto natural proveniente de um dos ecossistemas mais ricos e diversos do mundo. A junção de características bioativos, com um manejo sustentável, faz do mel da savana Amazônica um alimento funcional de alta qualidade, que atende a um público crescente em busca de produtos saudáveis e ambientalmente responsáveis.

Diante desses aspectos, este estudo teve como objetivo avaliar as características físico-químicas, a qualidade microbiológica, os níveis de compostos fenólicos e a capacidade antioxidante do mel de abelhas *Apis mellifera* produzido na savana Amazônica, Brasil, com o intuito de determinar sua qualidade e autenticidade, visando seu uso como ingrediente em outros produtos naturais

2. Material e métodos

2.1. Obtenção do mel

O mel de abelhas *Apis mellifera* da savana foi adquirido da Associação setentrional de apicultura de Roraima, Boa Vista, Brazil, Unidade de beneficiamento de produtores de abelhas. A região apresenta uma grande variedade de espécies vegetais, primarias e secundárias, clima com as estações secas e úmidas bem definidas, com uma maior concentração de florada, logo após o período de chuvas, sendo caracterizada com um mel silvestre de excelente qualidade (Farias et al., 2018). O açúcar cristal foi adquirido em supermercado local (União®, Roraima, Boa Vista, Brazil).

2.2. Avaliação dos parâmetros físico-químicos do mel

Foram analisados no mel da savana Amazônica, os teores de umidade, acidez, hidroximetilfurfural (HMF), Brix e pH foram realizadas segundo metodologia oficial da Instrução Normativa (AOAC, 1998) e açúcares redutores, sacarose aparente, sólidos insolúveis em água, minerais (cinzas) e atividade diastásica foram realizadas segundo método do (CAC, 1990). Todas as análises foram realizadas em triplicata. Os valores dos parâmetros físico-químicos avaliados do mel de abelha *Apis mellifera* são apresentados na Tabela 1.

2.2.1 Umidade

A análise da umidade da amostra de mel produzida em Roraima foi realizada pelo método refratométrico, utilizando um refratômetro portátil. Aplicando-se uma pequena quantidade de mel no dispositivo refrator, foi possível determinar o índice de refração na escala.

2.2.2 Acidez

A determinação da acidez no mel seguiu os procedimentos baseado na neutralização da solução ácida pela solução de NaOH 0,1N, utilizando fenolftaleína como indicador.

2.2.3 hidroximetilfurfural (HMF)

A quantificação do HMF envolve a medição da absorvância na região do UV utilizando um espectrofotômetro, com variação de comprimento de onda entre 284 e 336 nm. Em seguida usou a seguinte formulação:

$$\frac{(A_{284} - A_{336}) \times 149,7 \times 5}{P} = \text{HMF mg/kg}$$

A₂₈₄ = leitura da absorvância a 284 nm

A₃₃₆ = leitura da absorvância a 336 nm

P = massa da amostra em g

5 = massa nominal da amostra

149,7 = (126/16830) x (1000/10) x (1000/5)

126 = peso molecular do HMF

16830 = absorvibilidade molar do HMF a 284 nm

1000 = conversão de g para mg

10 = diluição de 5 g de mel para 50 mL

1000 = conversão de g para kg

2.2.4 Brix

Utilizou-se o método de refratométrico a 20°C. Foi empregado um refratômetro portátil, especializado em análise de méis. Três gotas da amostra foram transferidas e distribuídas de forma uniforme sobre o prisma do aparelho. A leitura foi feita diretamente em uma escala interna do dispositivo, que varia de 40°Brix a 90°Brix. Após cada leitura, o prisma foi higienizado com água destilada e seco com papel toalha.

2.2.5 pH

O potencial hidrogeniônico foi determinado por processo eletrométrico com pHmetro digital de mesa, pré-calibrado com soluções tampão de pH 4 e 7, seguida o elétrodo introduzido

no mel.

2.2.6 açúcares redutores

Nesta análise, foi extraído 2 gramas do mel e então o volume foi completado em um balão volumétrico de 100 mL. Em um frasco Erlenmeyer, foram misturados 50 mL de água destilada, juntamente com 10 mL da solução de Fehling A e 10 mL da solução de Fehling B, e a mistura foi aquecida por dois minutos. Em seguida, a solução foi titulada com a solução diluída da amostra de mel até atingir a coloração vermelho tijolo, utilizando 3 gotas de azul de metileno a 1% como indicador.

2.2.7 sacarose aparente

Foram adicionados 50 mL da solução de mel obtida na determinação de açúcares redutores a um balão volumétrico de 100 mL. Em seguida, misturou-se com 25 mL de água e aqueceu a 65 °C em banho-maria. Após retirar o recipiente do banho, incluiu-se 10 mL da solução de ácido clorídrico. O líquido foi então deixado para esfriar naturalmente até atingir a temperatura ambiente. A neutralização foi realizada com solução de hidróxido de sódio, usando indicador de pH em papel, e o volume foi completado com água. Para calcular o valor foi usado a seguinte fórmula:

$$\left[\frac{(2 \times 1000)}{P \times V_1} - C \right] \times 0,95 = \text{sacarose aparente, em g/100 g}$$

P = massa da amostra em g

V1 = n.º de mL da solução diluída da amostra gasto na titulação

C = n.º de g de açúcar invertido por cento, obtido antes da inversão, açúcares redutores

2.2.8 sólidos insolúveis em água

Os sólidos insolúveis em água foram determinados por método gravimétrico, determinando-se a massa de sólidos após filtração da amostra diluída em água e aquecimento em estufa a 135 °C por uma hora. Para calcular o valor foi usado a seguinte fórmula:

$$\frac{100 \times N}{P} = \text{sólidos insolúveis em água g/100 g}$$

N = massa seca de sólidos insolúveis em g

P = massa da amostra em g

2.2.9 minerais (cinzas)

Para a verificação do teor de cinzas, foram adicionados 5,00 g de mel em cadinhos previamente secos em estufa . As amostras foram carbonizadas em uma chapa aquecedora de 320°C, de forma gradual, a fim de evitar que as amostras atrapalhem posteriormente na mufla (Spencer scientific) a 550 °C por 2 horas até obter as cinzas da amostra.

2.2.10 atividade diastásica

Utilizou uma solução tamponada de amido-mel, a qual é colocada em um banho-maria a 40 °C por 15 minutos até atingir o ponto final específico (absorbância inferior a 0,235 nm) que é determinado por espectrofotometria. Em seguida usou a seguinte fórmula:

$$\frac{300}{t_x} = \text{atividade diastásica}$$

t_x = o tempo da reação em minutos

2.2.11 Cor

A cor da amostra de mel foi determinada com um espectrofotômetro onde a leitura foi comparada à escala de cores de Pfund (Brasil, 1981). Amostras com valores $\leq 0,44$ nm foram classificadas como mel claro e $> 0,44$ nm, como mel escuro.

2.3. Atividade antioxidante do mel

Para o extrato foi seguido a metodologia de (Zheng et al., 2022) com modificações. Amostra de iogurte foi misturada com etanol 1:1 p/v metanol para iogurte e foi centrifugada a 4 °C e 11000 × g por 30 min. O sobrenadante foi coletado, filtrado com papel filtro e armazenado a - 20 °C até a realização das análises para determinações de compostos fenólicos e atividade antioxidante.

2.3.1. Método DPPH e fenólicos totais

Para avaliar a atividade redutora e a atividade de eliminação de radicais livres DPPH, as amostras de mel foram pesadas com precisão (1g) e dissolvidas em água destilada usando a proporção 1:5 (p:v). A análise de TPC foi realizada usando o método Folin-Ciocalteu, conforme descrito em (Gomes et al., 2022), com modificações. Alíquotas de soluções aquosas de mel (0,2 g.mL⁻¹) foram homogeneizadas com 905 µL

de água destilada, 120 µL de Folin-Ciocalteu e 800 µL de solução de carbonato de sódio (15% p/v) e analisadas em uma microplaca de poliestireno e a absorbância foi medida a 798 nm. Os resultados foram expressos como mg de ácido gálico equivalente (GAE) 100 g⁻¹.

A atividade de eliminação de radicais livres de DPPH do mel foi determinada de acordo com (Silva et al., 2020), com modificações. Uma alíquota de 0,2 mL de solução de mel foi diluída com 0,2 mL de metanol e 1,6 mL de solução de DPPH e a mistura foi mantida no escuro à temperatura ambiente por 30 min. A absorbância foi determinada em espectrofotômetro a 515 nm e a capacidade de sequestro de DPPH das amostras foi expressa em eliminação de radicais (%) calculado pela equação: Inibição (%) = [(Absorbância branco – Absorbância amostra) / Absorbância branco] x 100.

2.4. Microbiologia do mel

Utilizou-se a metodologia de Hajdenwurcel (1998) com modificações de Okaneku et al. (2020).

Foi realizado um teste presuntivo, pesando 25 g do mel da savana Amazônica e adicionado em 225 ml de solução peptonada (diluição 10-1), foram realizados os testes 10-2 e 10-3. Foram utilizadas três séries de tubos contendo 9 ml de caldo Lauril Sulfato Triptose (LST), cada uma correspondendo às diluições. A incubação foi mantida em estufa a 35 °C por 48 horas. O procedimento de confirmação prossegue com os tubos que apresentarem a presença de gás ou turbidez.

Para a contagem de bactérias heterotróficas, foi necessário pipetar 1 ml de cada diluição em placas de Petri com o meio de cultura Plate Count Agar (PCA) e, então, foi realizado o esgotamento. Posteriormente, inseriram-se as placas sob o calor de 35 °C por 48 horas e, posteriormente, procedeu-se à contagem das colônias.

Para verificar a presença de *Salmonella sp.*, a partir da diluição 10-2, pipetou-se 100 µL nas placas contendo meio para *Salmonella Shigella* (SS), depois incubou-se por 35 °C por 48 horas. Caso houvesse crescimento de colônia, prosseguir com as análises.

Para aferir a presença de coliformes totais, realizou-se uma alçada em cada tubo positivo e inocularam-se em tubos contendo tubos de Durham invertidos e 10 ml de caldo verde Brillhante. Inoculou em uma temperatura de 36 °C por 48 horas. Se houver turvação ou produção de gases, é possível confirmar a presença de coliformes totais.

Para verificar a presença de coliformes termotolerantes, foi realizada uma alçada em cada tubo positivo e inoculado em tubos com tubos de Durham invertidos e 10 ml de caldo

para *Escherichia coli*. Depois inocula-se em uma estufa a uma temperatura de 45°C por 48 horas em banho Maria, com agitação. Se houver turvação ou produção de gás, é confirmado a presença de coliformes termotolerantes.

Para a determinação de bolores e leveduras presentes no mel produzido no extremo norte da Amazônia, foi utilizado um meio de cultura contendo Ágar Batata Dextrose (BDA). A incubação ocorreu em uma estufa a uma temperatura de 25 °C, por cinco dias. Após este período, as placas foram analisadas para determinar a quantidade de unidades formadoras de colônias (UFC) de bolores e leveduras.

2.5. Análise estatística

As análises estatísticas foram realizadas usando o SPSS (versão 23.0; IBM SPSS Statistics, SPSS Inc., Chicago, IL, EUA) para Windows. Foram calculadas as médias e erro padrão da média.

3. Resultados e discussões

3.1. Caracterização físico-química do mel de *Apis mellifera* da savana Amazônica

O valor médio dos resultados das análises físicas e químicas do mel de abelhas *Apis mellifera* da savana Amazônica são comparados aos valores sugeridos pela Instrução Normativa nº11 do Ministério da Agricultura e do Abastecimento conforme (Tabela 1) (Brasil, 2000).

Tabela 1. Avaliação físico-químicos e microbiológica do mel de abelhas *Apis mellifera* da savana Amazônica.

Parâmetros físico-químico			
Análises	Normativa	Mel	EPM¹
Açúcares Redutores (g/100g)	> 65	73,63	0,010
Umidade (g/100g)	< 20	17,97	0,005
Sacarose aparente (g/100g)	< 6	2,86	0,010
Sólidos Ins. em água (g/100g)	< 0,1	0,04	0,005
Minerais (cinzas) (g/100g)	< 0,6	0,29	0,005
Acidez livre (Meq/kg)	< 50	25,95	0,004
Atividade diastásica (escala Gothe)	> 8	8,7	0,050
Hidroximetilfurfural (HMF) (mg/kg)	< 60	17,47	0,005
Sólidos solúveis (°Brix)	-	80,30	0,005
Cor absorbância	-	0,201	0,000
pH	-	3,64	0,005

¹EPM: Erro padrão da média

O valor encontrado para acidez livre foi de 25.95 Meq.Kg⁻¹, valores de acordo com o preconizado pela legislação (máximo 50 meq kg⁻¹). A origem da acidez do mel deve-se à variação dos ácidos orgânicos causada pelas diferentes fontes de néctar, pela ação da enzima glicose-Oxidase que origina o ácido glucônico e, ainda, pela quantidade de minerais presentes no mel (Oliveira; Santos, 2011). (Farias et al., 2018) ao analisar méis dos municípios do estado de Roraima-Brasil, encontrou valores de acidez variando de 19,44 a 62,13 MEq.Kg⁻¹. (Silva et al., 2024) ao analisar as propriedades físico-químicas de méis de abelhas *Apis mellifera* pelo Brasil, encontrou na cidade de Rorainópolis-Roraima-Brasil valores que variaram de 21,88 a 37,14 MEq.Kg⁻¹.

O ph encontrado no mel das abelhas *Apis mellifera* da savana desde estudo foi de 3.64. Esta análise serve apenas como um dado auxiliar da avaliação da acidez, além de verificar a sua influência na estabilidade e na vida de prateleira do mel, visto que valores alterados de pH podem indicar fermentação ou adulteração do mel de abelhas (Braghini et al., 2017; Welke et al., 2008). (Farias et al., 2018) ao analisar méis dos municípios do estado de Roraima-Brasil, encontrou ph's entre 3,31 a 4,56. Estudos realizados por (Okaneku et al., 2020) ao realizar análise físico-química e microbiológica do mel de abelhas africanizadas (*Apis mellifera*) em Manaus-Amazonas-Brasil encontrou valores de ph's que variaram de 3,47 a 3,73.

Para umidade do mel analisada (Tabela 1), observa-se que esses valores se encontram dentro do limite máximo permitido pela legislação vigente (máximo 20 g de água/100 g de mel). A umidade acaba se tornando uma das características mais importantes, pois pode influenciar na viscosidade, peso específico, na maturidade, na cristalização, no sabor e na conservação do mel, sendo que microrganismos osmófilos podem provocar a fermentação do mel quando a umidade for muito elevada (Gleiter, Horn, Isengard, 2006; Lima, Silva, Rodrigues, 2013). (Farias et al., 2018) ao analisar méis dos municípios do estado de Roraima-Brasil encontrou valores de 17,2% a 20,8%. Silva et al. (2024) ao analisar as propriedades físico-químicas de méis de abelhas *Apis*

mellifera pelo Brasil, encontrou na cidade de Rorainópolis-Roraima-Brasil valores que variaram de 19,80% a 20,27%. Apesar de o nível de umidade no mel da savana Amazônica atender aos padrões legais, os tipos de méis produzidos na Amazônia podem apresentar um teor de umidade superior ao exigido, devido à grande quantidade de água nessa região (Okaneku et al., 2020), sendo esse a principal razão pela qual a maioria dos méis amazônicos mostram altos índices de umidade nas análises (Farias et al., 2018; Okaneku et al., 2020).

O resultado da amostra estudada para o conteúdo de cinzas foi de 0,29% estando de acordo com os padrões de qualidade estipulados pela legislação brasileira em vigor que estabelece o limite máximo de 0,60 g ou 0,60% de cinzas/100 g de mel. Por meio da análise de cinzas é possível determinar algumas irregularidades no mel, como a falta de higiene e a não decantação e/ou filtração no final do processo de retirada do mel pelo apicultor (Abadio Finco, Moura, Silva, 2010). O teor mineral do mel está diretamente relacionado com o tipo do solo e condições climáticas (Montenegro, Fredes, 2008) e expressa a riqueza mineral do mel (Braghini et al., 2017). Estudos realizados por (Farias et al., 2018) ao analisar méis dos municípios do estado de Roraima-Brasil encontrou valores que variaram de 0,15% a 0,65%. (Nunes et al., 2024) ao avaliar méis da espécie *Apis mellifera* produzidas por apicultores de seis municípios do Nordeste do Pará-Brasil, encontrou valores de cinzas que variaram de 0,30% a 1,82%.

Segundo a legislação brasileira o mel deve conter no mínimo de 65 g/100 g de açúcares redutores, sendo assim, a amostra de mel de abelhas *Apis mellifera* da savana Amazônica atendem as especificações (Tabela 2). Dentre os açúcares presentes em maior quantidade no mel, destacam-se a frutose (38%) e a glicose (31%), que apresentam importante função no produto final, uma vez que a frutose tem alta higroscopicidade e a glicose determina a tendência de cristalização (Gomes et al., 2017; Ouchemoukh et al., 2010). Estudos realizados por (Abadio Finco, Moura, Silva, 2010) ao estudar as propriedades físicas e químicas do mel de *Apis mellifera* no estado do Tocantins-Brasil encontrou valor superior de 76,20%. (Silva et al., 2022) ao estudar a qualidade de mel

comercializado na região de Barbacena, estado de Minas Gerais-Brasil, encontrou valores próximos de 72,3% e 78,6%.

O índice de hidroximetilfurfural do mel analisado está dentro do exigido pela legislação, máximo de 60mg kg^{-1} (Tabela 2). O HMF é utilizado como indicador de qualidade, uma vez que tem origem na degradação de enzimas presentes nos méis e apenas uma pequena quantidade de enzima é encontrada em méis maduros e recém-colhidos (Terrab et al., 2002; Welke et al., 2008), sendo que quando o produto possui valores elevados desta substância, pode ser indicativo de alterações provocadas por armazenamento prolongado em temperatura ambiente e/ou superaquecimento ou adulterações provocadas pela adição de açúcar, causando uma queda no valor nutritivo pela destruição de algumas vitaminas e enzimas termoláveis (Abadio Finco et al., 2010). (Silva, 2022) ao estudar a qualidade de mel comercializado na região de Barbacena, Estado de Minas Gerais-Brasil observou valores de HMF que variaram de 6,1 mg/kg a 47,5 mg/kg. (Martelli et al., 2023) ao estudar a caracterização física e química de méis de abelha *Apis mellifera* produzidos no estado de Mato Grosso do Sul-Brasil encontrou valores de HMF que variaram de 3,43 mg/kg a 30,73 mg/kg.

O valor de sólidos insolúveis (SI) na amostra de mel analisada encontrou dentro do estabelecido pela legislação nacional (Brasil, 2000) e internacional (CAC, 2001), que prevê a quantidade de 0,10 g de insolúveis/100 g de mel. Os SI correspondem aos resíduos de cera, patas e asas, além de outros componentes inerentes do mel ou então do seu processamento, portanto a realização desta análise garante o controle higiênico, uma vez que através dela pode ser detectados impurezas no mel (Braghini et al., 2017; Silva et al., 2008). Valor semelhante foi encontrado por (Júnior et al., 2022), ao realizar a caracterização físico-química e palinológica de mel de *Apis mellifera*, obtido a partir de florada de canola de municípios do Rio Grande do Sul-Brasil, cujo valor foi de 0,04 % em uma das amostras analisadas. (Silva, 2022) ao estudar a qualidade de mel comercializado na região da cidade de Barbacena, Estado de Minas Gerais-Brasil relatou valor superior de 0,05%.

No mel de abelha *Apis mellifera* da savana Amazônica, o teor de sacarose foi de 2,86 g/100 g, se encontrando dentro do limite especificado pela legislação (máximo 6

g/100 g de mel). Teor elevado de sacarose pode significar uma colheita prematura do mel, ou seja, a sacarose ainda não foi totalmente transformada em glicose e frutose pela ação da invertase (Azevedo, Souza, Dutra, 2003; Oliveira, Santos, 2011). (Menezes, Mattietto, Lourenço, 2018) ao avaliar a qualidade de méis de abelhas africanizadas e sem ferrão nativas do nordeste do estado do Pará-Brasil encontrou valor de 2,12% em uma das amostras. (Júnior et al., 2022) ao estudar a caracterização físico-química e palinológica de mel de *Apis mellifera*, obtido a partir de florada de canola de municípios do Rio Grande do Sul-Brasil encontrou nas amostras valores de 2,66% e 2,80%.

Em relação ao valor de diástase encontrada na amostra de mel de abelhas analisada, verificou-se um valor de 8,7 (Tabela 1). A determinação da atividade diastásica tem como finalidade avaliar a qualidade do mel das abelhas melíferas, proporcionando indicações sobre o grau de conservação e o possível superaquecimento pelo qual ele foi submetido (Bertoldi et al., 2007). (Júnior et al., 2022) ao realizar análises de caracterização físico-química e palinológica de mel de *Apis mellifera*, obtido a partir de florada de canola de municípios do Rio Grande do Sul-Brasil encontrou valores que variaram de 9,49 a 38,49 na escala de Göthe. (Ribeiro e Starikoff, 2019) ao analisar méis de *Apis mellifera* comercializados na Região Sul do Brasil acharam valores que variaram de 2,61 a 18,82 unidades Göthe. O resultado dessa análise aponta que o mel usado na elaboração do iogurte foi armazenado corretamente, desde o momento da coleta do mel até a realização da análise.

O valor de sólidos solúveis em água (°Brix) dependendo da metodologia, seu valor se torna necessário para encontrar o valor de umidade (Okaneku et al., 2020). De acordo com (Khan, Ul Abadin, Rauf, 2007), o valor alto de sólidos solúveis é esperado devido à composição do mel (cerca de 80% de açúcares). Em trabalhos já publicados sobre méis brasileiros (Braghini et al., 2017; Gomes et al., 2017; Okaneku et al., 2020), encontram pequenas diferenças na composição química do mel, variando conforme o clima, a origem floral e época de colheita, assim como fatores relacionados à obtenção, manipulação, processamento, envase e o tempo de armazenamento (Garcia et al., 2018).

(Silva et al., 2024) ao analisar as propriedades física-químicas de méis de abelhas *Apis mellifera* pelo Brasil, encontrou na cidade de Rorainópolis-Roraima-Brasil valores que variaram 78,13 a 78,63° Brix. (Nunes et al., 2024) ao avaliar méis da espécie *Apis mellifera* produzidas por apicultores de seis municípios do Nordeste do Pará-Brasil, encontrou valores que variaram de 75,13° Brix a 77,87° Brix.

A análise da cor do mel demonstrou absorvância de 0,201 nm, variando entre extra âmbar-claro (0,121 – 0,188 nm) e âmbar-claro (0,189 – 0,440 nm) de acordo com (Nascimento, Benevides, 2021). Os aspectos de maior importância na aceitabilidade do mel é a coloração (Waltrich, Carvalho, 2020). No mercado mundial, a cor do mel é um fator determinante no momento de comercialização, sendo que méis mais claros são os preferidos pelos consumidores, apresentando um maior valor comercial (Jesus et al., 2015; Nascimento, Benevides, 2021). (Nunes et al., 2024) ao estudar de mel de abelha da espécie *Apis mellifera* do nordeste do Pará-Brasil encontrou 4 das 30 amostras de mel de cor âmbar claro. (Silva, 2023) ao analisar as propriedades físicas e químicas do mel comercializado em uma feira livre de do interior de Rondônia na Amazônia Legal brasileira encontrou 15% de méis de cor âmbar claro.

3.2. Compostos fenólicos e atividade antioxidants do iogurte com mel

As atividades de eliminação do radical DPPH e dos compostos fenólicos totais do iogurte são apresentados na tabela 2.

Tabela 2. Análises microbiológicas do mel da savana Amazônica.

Análises	Mel	EPM ¹
DPPH (%)	46,07	0,514
Total conteúdo fenólicos (mg GAE/100g-1)	19,02	0,348

¹EPM: Erro padrão da media

O conteúdo total de fenol (TPC) encontrado no mel de abelhas *Apis mellifera* da savana Amazônica foi de 19,02 mg GAE.100 g⁻¹ de mel. Valores semelhantes foram relatados na literatura. (Galhardo et al., 2021) ao avaliar propriedades bioativas e antioxidantes de 67 amostras de mel de *A. mellifera* L. do oeste do Paraná, sul do Brasil, encontrou valores de compostos fenólicos totais das amostras de mel variando de 11,39 a 61,27 mg GAE 100 g⁻¹. Da mesma forma, um estudo anterior relatou valores entre 18,20 e 148,62 mg GAE 100 g⁻¹, respectivamente, para amostras de mel de *A. mellifera* coletadas na região sul do Brasil (Rizelio et al., 2020) de forma que foi detectados um aumento no teor de fenólicos totais das amostras de méis mais escuras, com uma amplitude de valor entre 78,50 a 19,80 mg GAE/100 g⁻¹ para as amostras de mel caracterizada como âmbar claro, a mesma cor do mel utilizado neste estudo. As variações no TPC podem ser devidas a diferentes origens florais (Almeida et al., 2016).

A concentração e o tipo de compostos fenólicos são dependentes da fonte botânica do mel, e estas são as principais substâncias responsáveis pela sua atividade biológica (Hossen et al., 2017; Rizelio et al., 2020).

Os valores mostram que o mel analisado possui compostos bioativos e pode ser utilizado como alimento funcional ou como fonte de antioxidantes alimentares com propriedades nutracêuticos (Ahmed et al., 2018; Galhardo et al., 2021).

O valor da atividade de sequestro de radicais DDPH (%) para o mel de abelhas *Apis mellifera* da savana Amazônica foi 46,07%. Valores inferiores ao deste estudo foi verificado por (Otmani et al., 2021) para méis poli-floral argelinos, com média de 22% de DPPH e valores superiores foram verificados por (Bandeira et al., 2018) ao avaliar a atividade antioxidante de méis da região leste da Amazônia, encontrando valores variando de 49,394 a 61,061%. (Gomes et al., 2022) ao avaliar a atividade antioxidante de amostras de mel de *Apis mellifera* e diferentes espécies da subfamília *Meliponinae* da região da Amazônia oriental brasileira encontraram variações da atividade de eliminação de DPPH (%) de 14,69 a 87,57% para o mel de *A. mellifera*, ficando nossos valores próximos ao encontrados pelos autores.

De acordo com (Alisi et al., 2012; Otmani et al., 2021) a eliminação de radicais livres pelo mel pode ser devido aos aminoácidos livres e TPC. A atividade antioxidante do

mel alivia o estresse oxidativa em células e tecidos humanos, reduzindo assim o risco de doenças relacionadas, como câncer, diabetes, hipertensão e doenças cardiovasculares (Erejuwa, Sulaiman, Ab Wahab, 2012; Mduda et al., 2023; Mduda et al., 2024).

3.3. Microbiologia

Durante os testes presuntivos, não foi observada a formação de gás em nenhum dos tubos de Duhan nas diluições (10^{-1} , 10^{-2} e 10^{-3}) de LST. Logo, a análise para os testes confirmativo não foi continuada. Em relação a presença de salmonela, não houve crescimento nas placas com meio cultura Salmonela Shiguela (SS). A contagem de bolores e leveduras foi inferior a 10 UFC/g. Estando de acordo com a Instrução Normativa nº 11, de 20 de outubro de 2000, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2000). Confirmando que o mel é um anti-microbiano natural potente (Viana et al., 2024).

Estudos realizado por (Okaneku et al., 2020) ao analisar as propriedades físico-química e microbiológica do mel de abelhas *Apis mellíferas* não encontrou colônias nos testes presuntivo, concluindo que o produto analisado era seguro para o consumo.

As legislações estabelecem o limite máximo permitido é de 107 UFC/g, ser livre de coliformes e *Salmonella spp*, a contagem de leveduras e bolores deve estar abaixo de 10^4 UFC/g (Brasil, 2000; Codex, 2001).

O mel, apesar de suas propriedades anti-microbianas naturais, pode ser contaminado por micro-organismos durante o processamento, armazenamento ou manipulação inadequada. A análise microbiológica verifica a presença de micro-organismos patogênicos como *Escherichia coli* e *Salmonella*, entre outros, que podem causar doenças graves em humanos, especialmente em crianças e pessoas com sistema imunológico comprometido.

A presença de certos micro-organismos pode indicar falhas na produção ou no manuseio do mel, como condições higiênicas inadequadas, água ou ingredientes contaminados, e práticas de processamento incorretas. A análise ajuda a identificar esses problemas, permitindo a correção dos processos e a melhoria da qualidade do mel, sendo assim, a análise microbiológica do mel é essencial para assegurar que o produto seja seguro para consumo, de alta qualidade e em conformidade com as regulamentações, protegendo tanto os consumidores quanto os produtores (Okaneku et al., 2020).

4. Conclusão

O mel da savana Amazônica demonstrou resultados satisfatórios nas análises físico-químicas e microbiológicas, evidenciando sua conformidade com os padrões estabelecidos pela legislação vigente. As propriedades físico-químicas analisadas, como umidade, açúcares redutores, sacarose aparente, acidez, sólidos insolúveis em água, pH, cinzas, atividade diastática, hidroximetilfurfural e sólidos solúveis, encontram-se dentro dos limites especificados, garantindo a qualidade e autenticidade do mel como produto natural.

Além disso, os parâmetros microbiológicos analisados, como a ausência de contaminantes patogênicos, confirmam que o mel é seguro para o consumo humano, atendendo às exigências de segurança alimentar.

Outro aspecto relevante observado nas análises foi a atividade antioxidante, que é uma característica amplamente desejada em alimentos funcionais. O mel da savana Amazônica apresentou capacidade significativa de neutralizar radicais livres, conforme verificado no teste de DPPH (2,2-difenil-1-picril-hidrazila). Essa propriedade antioxidante indica um potencial promissor no combate ao estresse oxidativa, associado a diversas doenças crônicas, como doenças cardiovasculares e neuro-degenerativas, além de promover benefícios para a saúde geral.

Portanto, com base nas análises realizadas, pode-se concluir que o mel da savana Amazônica não apenas cumpre os critérios de qualidade e segurança exigidos por regulamentações oficiais, mas também se destaca como um alimento funcional, com capacidade antioxidante que agrega valor ao produto e o diferencia no mercado. Esses resultados reforçam a importância desse tipo de mel como uma fonte de compostos bioativos benéficos à saúde, aumentando seu potencial de consumo entre os que buscam alimentos naturais e funcionais.

Referências bibliográficas

- *Abadio Finco, F. D. B., Moura, L. L., & Silva, I. G. (2010). *Propriedades físicas e químicas do mel de *Apis mellifera* L. *Food Science and Technology*, 30. * É uma referência-chave por ter informações sobre as propriedades físicas e químicas do mel de abelha *Apis mellifera* como potencial tecnológico e nutricional, especialmente a padronização e regulamentação do mel.
- *Ahmed, S., Sulaiman, S. A., Baig, A. A., Ibrahim, M., Liaqat, S., Fatima, S., . . . Othman, N. H. (2018). *Honey as a Potential Natural Antioxidant Medicine: An Insight into Its Molecular Mechanisms of Action. *Oxid Med Cell Longev*, 2018, 8367846. doi: 10.1155/2018/8367846. *É uma referência-chave por ter informações sobre os mecanismos moleculares, compostos bioativos, aplicações médicas e base para os estudos experimentais do mel.
- Alisi, C., Ojiako, O., Igwe, C., Ujowundu, C., Anugweje, K., & G.N, O. (2012). Antioxidant Content and Free Radical Scavenging Activity of Honeys of *Apis mellifera* of Obudu Cattle Ranch. *International Journal of Biochemistry Research & Review*, 2, 164-175. doi: 10.9734/IJBCRR/2012/1581
- Almeida, A., Oliveira, M. B. S., Costa, J. G. d., Valentim, I., & Goulart, M. O. F. (2016). Antioxidant Capacity, Physicochemical and Floral Characterization of Honeys from the Northeast of Brazil. *Revista Virtual de Química*, 8(1), 57-77.
- Alvarez-Suarez, J. M., Giampieri, F., Brenciani, A., Mazzoni, L., Gasparrini, M., González-Paramás, A. M., . . . Battino, M. (2018). *Apis mellifera* vs *Melipona beecheii* Cuban polyfloral honeys: A comparison based on their physicochemical parameters, chemical composition and biological properties. *LWT*, 87, 272-279. doi: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.08.079>
- *AOAC. (1998). * *Official methods of analysis of AOAC International* (16. ed ed.). Maryland: AOAC International. *Têm métodos analíticos padronizados e validados para análises químicas e microbiológicas em alimentos, fármacos, produtos agrícolas e ambientais.
- Araújo, M. A. M., da Rocha, A. E. S., Miranda, I. S., & Barbosa, R. I. (2017). Hydro-edaphic conditions defining richness and species composition in savanna areas of the northern Brazilian Amazonia. *Biodivers Data J*(5), e13829. doi: 10.3897/BDJ.5.e13829
- Azeredo, L. d. C., Azeredo, M. A. A., de Souza, S. R., & Dutra, V. M. L. (2003). Protein contents and physicochemical properties in honey samples of *Apis mellifera* of different floral origins. *Food Chemistry*, 80(2), 249-254. doi: [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(02\)00261-3](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(02)00261-3)
- Baglio, E. (2018). Honey: Processing Techniques and Treatments (pp. 15-22).
- Bandeira, A. M. P., Gomes, V. V., Vasconcelos, A. A., Taube, P. S., Barros, E. C. d., Costa, S. C., . . . Rocha, J. B. T. (2018). Antioxidant activity and physicochemical characteristics of honeys from the eastern Amazon region, Brazil. *Acta Amazonica*, 48. doi: <https://doi.org/10.1590/1809-4392201702721>
- Bertoldi, F. C., Reis, V. D. A. d., Gonzaga, L. V., & Congro, C. R. (2007). *Caracterização físico-química e sensorial de amostras de mel de abelhas africanizadas (Apis mellifera L.) produzidas no pantanal*.
- Braga, D. C., Liberato, M. d. C. T. C., Lima, V. L. F., & Araújo Neto, J. A. M. d. (2020). Analytical study of the physicochemical characteristics from *Melipona subnitida* D. honey in adequation to Brazilian law. *Food Science and Technology*, 40. doi: <https://doi.org/10.1590/fst.08919>
- Braghini, F., Chiapetti, E., Júnior, J., Mileski, J., Oliveira, D., Morés, S., . . . Tonial, I. (2017). Qualidade dos méis de abelhas africanizadas (*Apis mellifera*) e jataí (*Tetragonisca angustula*) comercializado na microrregião de Francisco Beltrão – PR. *Revista de Ciências Agrárias*, 40, 279-289. doi: 10.19084/RCA16039

- *Brasil. (1981). Métodos analíticos oficiais para controle de produtos de origem animal e seus ingredientes: métodos físicos e químicos. *Ministério da Agricultura. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária*, 2(25), 1-15. *É uma referência-chave por conter caráter oficial e regulatórios, padronização de métodos, importância para controle de qualidade e segurança, abrangência e aplicabilidade.
- Brasil. (2000). *Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n 37 de 31 de outubro de 2000.*
- *CAC. (1990). Codex Alimentarius Commission. Official methods of analysis. v. 3. 2, 15-39. *É uma referência-chave por oferecer um conjunto de normas que garantem a qualidade e segurança alimentar global.
- CAC. (2001). Codex Stan 12-1981 – Codex standard for honey. *Codex Alimentarius Commission*, 1-8.
- Carvalho, N. L. DE et al. Análises Físico-Químicas dos Méis Industrializados e Artesanais Comercializados em Araguaína - TO. *Ensaio e Ciência C Biológicas Agrárias e da Saúde*, v. 27, n. 2, p. 231–236, 27 set. 2023. doi: <https://doi.org/10.17921/1415-6938.2023v27n2p231-236>
- Crăciun, M. E., Pârvulescu, O. C., Donise, A. C., Dobre, T., & Stanciu, D. R. (2020). Characterization and classification of Romanian acacia honey based on its physicochemical parameters and chemometrics. *Scientific Reports*, 10(1), 20690. doi: 10.1038/s41598-020-77685-9
- Silva, P. M., Gonzaga, L. V., Biluca, F. C., Schulz, M., Vitali, L., Micke, G. A., . . . Fett, R. (2020). Stability of Brazilian *Apis mellifera* L. honey during prolonged storage: Physicochemical parameters and bioactive compounds. *LWT*, 129, 109521. doi: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109521>
- Silva, D. J. S. et al. Propriedades físico-químicas de méis de abelha no Brasil: uma revisão. Editora Licuri, p. 130–142, 13 maio 2024. doi: <https://doi.org/10.58203/Licuri.22951>
- Silva, S. J. R., Cabral, G. H., Maduro, C. B., & Maciel, E. d. S. (2021). Espécies vegetais utilizadas como pasto apícola por abelhas *Apis mellifera* L. (Hymenoptera, Apidae) em área de savana de Roraima, Brasil. *Boletim do Museu Integrado de Roraima (Online)*, 14(01), 50-61. doi: 10.24979/bolmirr.v14i01.994
- Silva, Anderson Antonio Neto. Estudo da qualidade de mel comercializado na região de Barbacena-MG. *Research, Society and Development*, v. 11, n. 10, p. e141111032742-e141111032742, 2022. doi: <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i10.32742>
- Jesus, M. C., de Borges, R. L. B., de Almeida Souza, B., Neves Brandão, H., & de Assis Ribeiro dos Santos, F. (2015). A study of pollen from light honeys produced in Piauí State, Brazil. *Palynology*, 39(1), 110-124. doi: 10.1080/01916122.2014.942440
- Moraes, F. J., Garcia, R. C., Galhardo, D., Camargo, S. C., Pires, B. G., Pereira, D. J., & Sousa, P. H. A. A. d. (2019). Pollen analysis of honey samples produced in the counties of Santa Helena and Terra Roxa, western Region of Paraná, Southern Brazil. *Sociobiology*, 66(2), 327-338. doi: 10.13102/sociobiology.v66i2.3680
- Oliveira, E. N. A., & da Costa Santos, D. (2011). Análise físico-química de méis de abelhas africanizada e nativa. *Revista do Instituto Adolfo Lutz* 70(2), 132-138.
- Dourado, G. S., Gomes, V. V., Maia, M. T. V., Vasconcelos, A. A., da Costa, K. S., Faia, d. C., . . . Taube, P. S. (2019). Determination of Macro and Trace Element Levels in Honey from the Lower Amazonian Region, Brazil. *Brazilian Journal of Analytical Chemistry*, 6, 29-44. doi: 10.30744/brjac.2179-3425.AR.140-2018
- Erejuwa, O. O., Sulaiman, S. A., & Ab Wahab, M. S. (2012). Honey: A Novel Antioxidant. *Molecules*, 17(4), 4400-4423. doi: <https://doi.org/10.3390/molecules17044400>

- Farias, L. R., Mendes, T. M. F. d. F., Panero, F. d. S., & Satelles, J. L. J. P. T. Q. (2018). Caracterização físico - químicas de méis de abelhas de alguns municípios do estado de Roraima. *15*(29).
- Galhardo, D., Garcia, R. C., Schneider, C. R., Braga, G. C., Chambó, E. D., FranÇA, D. K. B. d., & StrÖHer, S. M. (2021). Physicochemical, bioactive properties and antioxidant of *Apis mellifera* L. honey from western Paraná, Southern Brazil. *Food Science and Technology*, *41*. doi: <https://doi.org/10.1590/fst.11720>
- Garcia, L. N. H., de Castro, B. G., Velame, M. S., Raghianti, F., Pinto, J. P. d. A. N., Possebon, F. S., & Martins, O. A. J. R. B. d. H. e. S. A. (2018). Physical-chemical quality of honey of *Apis mellifera* of different flowering. *Brazilian Journal of Hygiene and Animal Sanity*, *12*(1), 11-20.
- Gleiter, R. A., Horn, H., & Isengard, H. D. (2006). Influence of type and state of crystallisation on the water activity of honey. *Food Chemistry*, *96*(3), 441-445. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.03.051>
- Gois, G., de Lima, C. A. B., da Silva, L. T., & Rodrigues, A. E. (2013). COMPOSIÇÃO DO MEL DE *APIS MELLIFERA*: REQUISITOS DE QUALIDADE. *Acta Veterinária Brasilica*, *7*(2), 137-147.
- Gomes, V. V., Bandeira, A. M. P., Cordovil, K. P. S., Bandeira Filho, J. d. R., Braghini, F., Biluca, F. C., . . . Taube, P. S. (2022). Physicochemical characterization and antioxidant activity of honey samples of *Apis mellifera* and different species of Meliponinae subfamily from the Brazilian eastern Amazon region. *Food Science and Technology*, *42*.
- Gomes, V. V., Dourado, G. S., Costa, S., Lima, A. K. O., Silva, D. S., Bandeira, A. M. P., . . . Taube, P. S. J. R. V. d. Q. (2017). Avaliação da qualidade do mel comercializado no Oeste do Pará, Brasil. *Revista virtual de Química* *9*(2), 815-826.
- Hajdenwurcel, Judith Regina. Atlas de microbiologia de alimentos. In: Atlas de microbiologia de alimentos. 1998. p. 66-66.
- Hossen, M. S., Ali, M. Y., Jahurul, M. H. A., Abdel-Daim, M. M., Gan, S. H., & Khalil, L. I. (2017). Beneficial roles of honey polyphenols against some human degenerative diseases: A review. *Pharmacological Reports*, *69*(6), 1194-1205. doi: <https://doi.org/10.1016/j.pharep.2017.07.002>
- Khan, F. R., Ul Abadin, Z., & Rauf, N. (2007). Honey: nutritional and medicinal value. *International Journal of Clinical Practice*, *61*(10), 1705-1707. doi: [10.1111/j.1742-1241.2007.01417.x](https://doi.org/10.1111/j.1742-1241.2007.01417.x)
- Júnior, Alberto Luiz Marsaro et al. Caracterização físico-química e palinológica de mel de *Apis mellifera*, obtido a partir de florada de canola, de municípios do Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista Científica Intelletto*, v. 7, 2022.
- Labaig, Félix Antenor et al. Propriedades físico-químicas e antioxidantes do mel–Pantanal Norte, Brasil. *Caderno Pedagógico*, v. 21, n. 5, p. e4217-e4217, 2024. doi: <https://doi.org/10.54033/cadpedv21n5-062>
- Martelli, Silvia Maria Martelli et al. Caracterização física e química de méis de abelha-europeia (*Apis mellifera*) produzidos no Estado de Mato Grosso do Sul. *Peer Review*, v. 5, n. 23, p. 333-344, 2023.
- Menezes, Blenda do Amor Divino; Mattietto, Rafaella de Andrade; Lourenço, Lúcia de Fátima Henriques. Avaliação da qualidade de méis de abelhas africanizadas e sem ferrão nativas do nordeste do estado do Pará. *Ciência Animal Brasileira*, v. 19, p. e46578, 2018. <https://doi.org/10.1590/1809-6891v19e-46578>
- Mduda, C. A., Hussein, J. M., & Muruke, M. H. (2023). The effects of bee species and vegetation on the antioxidant properties of honeys produced by Afrotropical stingless bees (Hymenoptera, Apidae, Meliponini). *Journal of Agriculture and Food Research*, *14*, 100736. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2023.100736>
- Mduda, C. A., Muruke, M. H., Joseph, C. O., & Hussein, J. M. (2024). Antioxidant and antibacterial properties of stingless bee (*Meliponula* spp.) honey from the northern

- highlands of Tanzania, in comparison with *Apis mellifera* honey. *Food and Humanity*, 2, 100310. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foohum.2024.100310>
- Miranda, I. S., Absy, M. L., & Rebêlo, G. H. (2003). Community Structure of Woody Plants of Roraima Savannahs, Brazil. *Plant Ecology*, 164(1), 109-123. doi: 10.1023/A:1021298328048
- Montenegro, G., & Fredes, C. (2008). RELATIONSHIP BETWEEN THE FLORAL ORIGIN AND THE MINERAL PROFILE IN CHILEAN HONEYS *Botánica Gayana Botánica*, 65(1), 122-125. doi: 10.4067/S0717-66432008000100014
- Nascimento, A., & Benevides, R. (2021). Relação entre coloração e atividade antibacteriana do mel da Bahia. *SITIENIBUS série Ciências Biológicas*, 21. doi: 10.13102/scb5776
- Nascimento, K. S. d., Sattler, J. A. G., Macedo, L. F. L., Gonzalez, C. V. S., Melo, I. L. P. d., Araujo, E. d. S., . . . Almeida-Muradian, L. B. d. (2018). Phenolic compounds, antioxidant capacity and physicochemical properties of Brazilian *Apis mellifera* honeys. *LWT - Food Science and Technology*, 91, 85-94. doi: 10.1016/j.lwt.2018.01.016
- Nordin, A., Sainik, N. Q. A. V., Chowdhury, S. R., Saim, A. B., & Idrus, R. B. H. (2018). Physicochemical properties of stingless bee honey from around the globe: A comprehensive review. *Journal of Food Composition and Analysis*, 73, 91-102. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2018.06.002>
- Nunes, I. dos s. Et al. Estudo de mel de abelha da espécie *apis mellífera* do nordeste do Pará. *Revista multidisciplinar do nordeste mineiro*, v. 4, n. 1, 30 abr. 2024. doi: <https://doi.org/10.61164/rmnm.v4i1.2262>
- Okaneku, B. M., Souza, A. Q. L. d., Araújo, D. L., Alves, T. C. L., Cardoso, D. N. P., & Santos, W. G. d. (2020). Análise físico-química e microbiológica do mel de abelhas africanizadas (*apis mellifera*) / Physicochemical and microbiological analysis of africanized bee (*apis mellifera*) honey. *Brazilian Journal of Development*, 6(4), 18607-18620. doi: 10.34117/bjdv6n4-144
- Oliveira, E., & Santos, D. (2011). Análise físico-química de méis de abelhas africanizada e nativa. *Revista do Instituto Adolfo Lutz*, 70, 132-138. doi: 10.53393/rial.2011.v70.32562
- Otmani, A., Amessis-Ouchemoukh, N., Birinci, C., Yahiaoui, S., Kolayli, S., Rodríguez-Flores, M. S., . . . Ouchemoukh, S. (2021). Phenolic compounds and antioxidant and antibacterial activities of Algerian honeys. *Food Bioscience*, 42, 101070. doi: <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2021.101070>
- Ouchemoukh, S., Schweitzer, P., Bachir Bey, M., Djoudad-Kadji, H., & Louaileche, H. (2010). HPLC sugar profiles of Algerian honeys. *Food Chemistry*, 121(2), 561-568. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.12.047>
- Ribeiro, Rayanne; Starikoff, Karina Ramirez. Avaliação da qualidade físico-química e microbiológica de mel comercializado. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, v. 18, n. 1, p. 111-118, 2019. doi: <https://doi.org/10.5965/223811711812019111>
- Rizelio, V. M., Tenfen, L., Gonzaga, L. V., Borges, G. d. S. C., Biluca, F. C., Schulz, M., . . . Fett, R. (2020). Physicochemical and bioactive properties of Southern Brazilian *Apis mellifera* L. honeys. *Journal of Apicultural Research*, 59(5), 910-916. doi: 10.1080/00218839.2020.1735760
- Seraglio, S. K. T., Silva, B., Bergamo, G., Brugnerotto, P., Gonzaga, L. V., Fett, R., & Costa, A. C. O. (2019). An overview of physicochemical characteristics and health-promoting properties of honeydew honey. *Food Research International*, 119, 44-66. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.01.028>
- Silva, R., Maia, G., Sousa, P., & Costa, J. (2008). Composição e propriedades terapêuticas do mel de abelha. *Alimentos e Nutrição*, 17.
- Terrab, A., Vega-Pérez, J. M., Díez, M., & Heredia, F. J. (2002). Characterisation of Northwest Moroccan honeys by gas chromatographic-mass spectrometric analysis of their sugar components. *Journal of the Science of Food and*

- Agriculture*, 82, 179-185. doi: 10.1002/jsfa.1011
- Trisha, S., Mortuza, M. G., Rana, J., Islam, K. H., Ferdoush, Z., Antora, R. A., . . . Uddin, M. B. (2023). Evaluation of the physicochemical qualities and antioxidant properties of some Bangladeshi varieties of honey: A comparative study. *Journal of Agriculture and Food Research*, 14, 100837. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2023.100837>
- Waltrich, C., & Carvalho, L. F. d. (2020). Study of physical and chemical properties during storage of honey produced in the region of Blumenau, Brasil. *Research, Society and Development*, 9(7), e495974070. doi: 10.33448/rsd-v9i7.4070
- Welke, J. E., Reginatto, S., Ferreira, D., Vicenzi, R., & Soares, J. M. (2008). Caracterização físico-química de méis de *Apis mellifera* L. da região noroeste do Estado do Rio Grande do Sul. *Ciência Rural*, 38.
- Zheng, S., He, Z., He, L., Li, C., Tao, H., Wang, X., & Zeng, X. (2022). Influence of adding Perilla seed oil on potato blueberry yogurt quality during storage at 4 °C. *LWT*, 168, 113921. doi: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.113921>
- Zulkhairi Amin, F. A., Sabri, S., Mohammad, S. M., Ismail, M., Chan, K. W., Ismail, N., Zawawi, N. (2018). Therapeutic Properties of Stingless Bee Honey in Comparison with European Bee Honey. *Adv Pharmacol Sci*, 2018, 6179596. doi: 10.1155/2018/6179596

3. NORMAS PARA SUBMISSÃO DE ANÁLISE DE MANUSCRITO NA REVISTA LWT - FOODSCIENCE AND TECHNOLOGY

Disponível no link: <https://www.sciencedirect.com/journal/lwt/publish/guide-for-authors>

Sobre o periódico

Objetivos e escopo

Ciência e Tecnologia de Alimentos

Anúncio : A partir de janeiro de 2022, a *LWT* se tornará um periódico de acesso aberto. Os autores que publicarem na *LWT* poderão tornar seu trabalho imediatamente, permanentemente e livremente acessível. A *LWT* continua com os mesmos objetivos e escopo, equipe editorial, sistema de submissão e rigorosa revisão por pares. Os autores *da LWT* pagarão uma taxa de publicação de artigo (APC), terão uma escolha de opções de licença e manterão os direitos autorais de seu trabalho publicado. A APC será solicitada após a revisão por pares e aceitação. O pagamento da APC será exigido para todos os artigos aceitos enviados após 01 de outubro de 2021.

Observação : os autores que enviaram seu artigo até **30 de setembro de 2021** terão seu artigo aceito publicado na *LWT* sem nenhum custo. Os autores que enviarem seu artigo após essa data serão solicitados a pagar a APC.

LWT - Food Science and Technology é um periódico internacional que publica artigos inovadores nas áreas de química de alimentos , bioquímica , microbiologia , tecnologia e nutrição . O trabalho descrito deve ser inovador na abordagem ou nos métodos usados. A significância dos resultados para a comunidade científica ou para a indústria alimentícia também deve ser especificada. Contribuições escritas em inglês são bem-vindas na forma de artigos de revisão, revisões curtas, artigos de pesquisa e notas de pesquisa. Artigos que apresentem ensaios em animais e culturas de células estão fora do escopo do periódico e não serão considerados para publicação.

A cobertura do banco de dados inclui Current Contents, Cambridge Scientific Abstracts, Biological Abstracts, IFIS, Chemical Abstracts, Dairy Science Abstracts, Food Science and Technology Abstracts e AGRICOLA.

Benefícios para autores

Também oferecemos muitos benefícios para autores, como PDFs gratuitos, uma política liberal de direitos autorais, descontos especiais em publicações da Elsevier e muito mais. Clique aqui para obter mais informações sobre nossos serviços para autores .

Por favor, veja nosso Guia para Autores para informações sobre envio de artigos. Se você precisar de mais informações ou ajuda, por favor, visite nosso Centro de Suporte

Tipos de artigos

Três tipos de artigos revisados por pares serão publicados:

Artigos de revisão . Essas revisões concisas devem apresentar um aspecto focado de um tópico de interesse atual ou de um campo emergente. Elas não pretendem ser pesquisas bibliográficas abrangentes cobrindo todos os aspectos do tópico, mas devem incluir todas as principais descobertas e reunir relatórios de várias fontes. Elas devem ter como objetivo fornecer avaliações equilibradas e objetivas, dando a devida referência ao trabalho publicado relevante, e não apenas apresentar os preconceitos de autores individuais ou resumir apenas o trabalho realizado pelos autores ou por aqueles com quem os autores concordam. Especulações indevidas também devem ser evitadas. Essas revisões receberão prioridade na publicação.

As revisões podem abordar questões pertinentes em ciência de alimentos, tecnologia, processamento, aspectos nutricionais de alimentos crus e processados e podem incluir nutracêuticos, alimentos funcionais, uso de "ômicas" na qualidade dos alimentos, processamento e preservação de alimentos e produção de alimentos.

Os tópicos a serem abordados devem estar na vanguarda da ciência, bem pensados, sucintos, focados e claros. Idealmente, a revisão deve fornecer uma visão do estado da arte e sugerir possíveis necessidades e tendências futuras.

Todos os artigos serão submetidos ao processo de revisão por pares.

Envie um resumo da revisão proposta ao Editor Chefe (Professor Rakesh Singh), rsingh@uga.edu para consideração antes de preparar o manuscrito completo. O resumo do trabalho proposto deve incluir o seguinte:

- a. O resumo deve identificar a necessidade do artigo proposto, o público-alvo e cinco palavras-chave.
- b. Título (120 caracteres ou menos)
- c. Resumo curto (≤ 300 palavras).

- d. Identifique o endereço e as informações de contato do autor de contato. As informações de contato devem incluir o nome do autor, endereço postal, número de telefone, número de fax e e-mail.
- e. Tempo previsto necessário para concluir o trabalho proposto após a aprovação do resumo inicial.

Preparação do manuscrito

- a. Todas as linhas e páginas devem ser numeradas continuamente.
- b. Todo o texto deve ter espaçamento duplo.
- c. Comprimento total do manuscrito ≤ 5.000 palavras (parte do texto).
- d. Número total de tabelas ≤ 5 .
- e. Número total de figuras ≤ 5 .
- f. Número máximo de referências (incluindo aquelas citadas em tabelas e figuras) não deve exceder 50.
- g. Na lista de referências, identifique cinco (5) referências-chave (indicadas por um * na frente da referência na seção de referências). Em duas a três frases, explique por que essa referência é uma referência-chave.

Artigos de pesquisa. Relatórios de pesquisa original, completa e cientificamente sólida, que contribua com novos conhecimentos para seu campo. O artigo deve ser organizado conforme descrito na Estrutura do Artigo abaixo. Os artigos não devem exceder 5500 palavras (aproximadamente 18 páginas digitadas com espaçamento duplo), incluindo resumo, mas sem tabelas, figuras, as legendas correspondentes e referências. Todas as linhas e páginas devem ser numeradas continuamente.

4. Incorporação de mel de abelhas *Apis mellifera* da savana Amazônica nas propriedades físico-químicas, funcionais e sensoriais de iogurtes durante armazenamento refrigerado

Manoel Henrique do Rosário Silva¹, Maria Clarisnete de Oliveira Moura², Esther Morais da Silva Assunção³, Ana Paula Folmer Correa¹, Laura Adriane de Moraes Pinto⁵, Daniela Cavalcante dos Santos Campos⁴, Gardenia Holanda Cabral¹, Marcos Jose Salgado Vital¹, Jéssica de Oliveira Monteschio^{3*}

¹Postgraduate Program in Natural Resources, PRONAT, Federal University of Roraima, Boa Vista, Roraima, Brazil

²Postgraduate Program in Biodiversity and Biotechnology, Bionorte, State Coordination of Roraima, Federal University of Roraima, Boa Vista, Roraima, Brazil

³Postgraduate Program in Animal Science, Federal University of de Mato Grosso, Sinop, Mato Grosso, Brazil

⁴Agrotechnical School of Federal University of Roraima, Campus Murupu, Boa vista, Roraima, Brazil

⁵Department of Animal Science, Federal University of Paraná, Palotina, Paraná, Brazil

*Corresponding author

E-mail: jessica.monteschio@ufmt.br

RESUMO

O desenvolvimento de novas formulações de iogurte que possam oferecer benefícios adicionais à saúde vem aumentando nos últimos anos. O objetivo desta pesquisa foi determinar o efeito da adição de mel de abelhas *Apis mellifera* da savana Amazônica em diferentes concentrações de 0, 8%, 12%, 16% e 20% nas características propriedades físico-químicas, funcionais e sensoriais durante 28 dias de armazenamento refrigerado. A quantidade de mel adicionada afetou positivamente as características de cor, capacidade de retenção de água e aumentou o teor de sólidos totais do produto ($P < 0,05$), aumentando assim o seu valor alimentar total. As maiores concentrações de mel na formulação (16% e 20%) apresentaram maior atividade antioxidante pelo DPPH e foram as formulações mais aceitas sensorialmente ($P < 0,05$). A maior concentração de mel na formulação (20%) melhorou a estabilidade da sinérese e apresentou maior compostos polifenóis totais ($P < 0,05$). Em conclusão, a incorporação de mel produzido por abelhas *Apis mellifera* da savana Amazônica como ingredientes de iogurte se mostrou satisfatória, melhorando a qualidade e aceitabilidade do produto final, aumentando o valor de podendo ser desenvolvido como um alimento funcional eficaz, com potenciais aspectos benéficos à saúde.

Palavras-Chave: Aceitabilidade; Qualidade; Propriedades funcionais.

1. Introdução

Nos últimos anos, a demanda dos consumidores por alimentos que ofereçam uma composição nutricional equilibrada e benefícios adicionais à saúde tem crescido significativamente (Machado et al., 2017). Esse cenário fez com que alimentos com propriedades funcionais ganhassem destaque como aliados importantes na promoção da saúde, contribuindo tanto para a prevenção de doenças quanto para a melhoria da qualidade de vida (Caldeira et al., 2018; Feitosa et al., 2020).

Os alimentos funcionais são definidos como aqueles que, além de suas qualidades nutricionais, apresentam efeitos benéficos para a saúde humana, devido à presença de compostos bioativos (Feitosa et al., 2020). Esses compostos incluem alcalóides, carotenóide, flavonóides, ácidos fenólicos, taninos, terpenos e terpenoides (Banwo et al., 2021; Prokisch et al., 2022), os quais desempenham papéis essenciais na promoção da saúde e bem-estar. Eles são amplamente reconhecidos por suas propriedades antioxidantes, anti-inflamatórias e anti-microbianas, tornando-os componentes-chave em dietas voltadas para a manutenção da saúde (Camacho-Bernal et al., 2021; Perna et al., 2014; Prokisch et al., 2022).

Com o avanço das pesquisas e tecnologias na área de alimentos, a aplicação de ingredientes bioativos em diferentes tipos de produtos tem sido cada vez mais frequente. Esse processo de fortificação visa garantir que os alimentos, além de nutritivos, também ofereçam características funcionais (Feitosa et al., 2020). Entre os produtos que têm se destacado nesse contexto estão os leites fermentados, como a coalhada, bebidas lácteas e, principalmente, os iogurtes. O iogurte, em especial, tem recebido atenção por sua capacidade de promover atividade anti-microbiana, estimular o sistema imunológico e melhorar a digestibilidade de proteínas e lipídios (Camacho-Bernal et al., 2021).

O benefício do consumo de iogurte é ainda mais expressivo devido à presença de bactérias lácticas viáveis, que transformam o produto em um alimento funcional de alto valor agregado. Essas bactérias probióticas não só melhoram a saúde intestinal, mas

também contribuem para o fortalecimento do sistema imunológico, aumentando a eficácia do iogurte como um alimento que vai além de suas funções nutritivas básicas, agregando valor e promovendo a saúde de maneira holística (Benmeziane et al., 2021).

Os iogurtes são alimentos extremamente versáteis, podendo ser consumidos em diversas formas, como aromatizados, adoçados ou puros. A adição de sabores e aromas através de essências, frutas, extratos naturais e mel oferece uma alternativa mais saudável em comparação ao uso de aromatizantes artificiais, sendo uma excelente opção para o desenvolvimento de novos produtos lácteos (Jiménez-Redondo et al., 2022; Machado et al., 2017).

Entre essas opções, o mel se destaca como um adoçante natural amplamente utilizado. Além de conferir um sabor agradável, o mel oferece benefícios à saúde, como a capacidade de auxiliar no controle da glicemia, sendo útil tanto para o manejo dos níveis de açúcar no sangue quanto na prevenção e tratamento de doenças crônicas (Feitosa et al., 2020; Santos et al., 2014). Sua incorporação ao iogurte, portanto, não apenas melhora o perfil sensorial do produto, mas também contribui para um alimento mais funcional e nutritivo (Prokisch et al., 2022). Entre os diversos tipos de mel, o mel de abelha da savana Amazônica apresenta características únicas devido à sua origem geográfica, flora local e processos de produção tradicionais (Farias et al., 2018), o que confere a este produto um valor especial tanto no mercado nacional quanto internacional.

A savana Amazônica é uma região de biodiversidade singular, abrigando uma variedade de espécies vegetais que influenciam diretamente a composição do mel produzido na região. Essa diversidade floral, composta por plantas nativas de alto valor nutricional e medicinal, impacta diretamente nas propriedades físico-químicas e bioativas do mel (Ustunol, Gandhi, 2001; Caldeira et al., 2018). Assim, o mel de abelha da savana Amazônica apresenta um perfil de compostos bioativos, como flavonóides e fenóis, distinto de outros tipos de mel (Martins, Petropoulos, Ferreira, 2016; Farias et

al., 2018;), tornando-o um ingrediente diferenciado no desenvolvimento de produtos alimentícios funcionais.

Neste contexto, a incorporação do mel de abelha da savana Amazônica no iogurte representa uma inovação promissora na indústria de alimentos saudáveis. O iogurte é amplamente consumido por suas qualidades nutricionais, sendo uma fonte rica em proteínas, cálcio e probióticos, que contribuem para a saúde digestiva (Camacho-Bernal et al., 2021). Ao associar o iogurte com mel da savana Amazônica, cria-se um produto que une as propriedades nutricionais e bioativos de ambos os ingredientes (Nascimento et al., 2018), resultando em uma combinação única e de alto valor agregado. O mel não só atua como um adoçante natural, reduzindo a necessidade de adição de açúcares refinados, mas também enriquece o iogurte com suas propriedades antioxidantes e anti-microbianas (Abdelmonem, Rasheed, Mohamed, 2012; Feitosa et al., 2020; Yücel, Sultanoğlu, 2013), contribuindo para a preservação do produto e para a saúde do consumidor.

O diferencial deste iogurte está, portanto, na adição do mel de abelha da savana Amazônica, que além de proporcionar um sabor delicado e aromático, oferece benefícios à saúde comprovados por estudos científicos. A atividade antioxidante do mel ajuda a combater o estresse oxidativa (Alvarez-Suarez et al., 2018; Nascimento et al., 2018), que está associado ao envelhecimento precoce e ao desenvolvimento de doenças crônicas (Perna et al., 2014; Martins, Petropoulos, Ferreira, 2016;). Além disso, o mel atua como um agente anti-microbiano natural, podendo auxiliar na preservação do equilíbrio da microbiota intestinal, um fator crucial para a imunidade e o bem-estar geral (Yücel, Sultanoğlu, 2013).

Portanto, o iogurte com mel de abelha da savana Amazônica vai além de uma simples combinação de ingredientes. Ele se destaca como um alimento funcional de grande valor, capaz de promover a saúde de maneira integrada, enquanto valoriza a biodiversidade e os recursos naturais da savana Amazônica. Este produto reflete uma

tendência crescente no mercado de alimentos saudáveis, que busca atender a consumidores cada vez mais conscientes sobre a importância de uma alimentação equilibrada, sustentável e benéfica para a saúde.

Considerando esses aspectos, este estudo teve como objetivo avaliar os efeitos da adição de mel produzido pela abelha *Apis mellifera* da savana Amazônica, em diferentes concentrações, sobre propriedades tecnológicas, atividade antioxidante, estrutural e sensoriais de iogurte durante armazenamento refrigerado.

2. Material e métodos

2.1. Obtenção do leite e ingredientes

Para a elaboração do iogurte foi utilizado o leite de vaca comercial com tratamento ultratérmico (UHT) obtido de estabelecimento comercial, com adição de 4% de leite de vaca em pó desnatado (Italac®, Goiás, Brazil). O leite de vaca utilizado na preparação dos iogurtes foi analisado quanto a sólidos não gordurosos, gordura, proteína, densidade, lactose, sais minerais, ponto de congelamento, água adicionada, pH e condutividade utilizando um Analisador de Leite portátil Master Classic, obtido de Ismart® (Santa Maria, São Paulo, Brazil), sendo realizada as análises em triplicata (Tabela 1).

Tabela 1. Parâmetros físico-químicos do leite de vaca utilizados como matéria-prima para elaboração de iogurte.

Parâmetros	Iogurte	EPM ¹
Gordura	3,0%	0,050
SNG	8,1%	0,150
Densidade	29,8%	0,150
Proteína	2,9%	0,151
Lactose	4,4%	0,050
Sais	0,6%	0,051
Água adicionada	0,0%	0,050
Ponto congelamento	-0,515 °C	0,000
pH	6,74	0,010
Condutividade	5,5	0,050

¹EPM: erro padrão da média

A cultura láctea liofilizada termofílica foi utilizado seguindo as indicações do fabricante, sendo composta por *Streptococcus Salivarius* subsp. *thermophilicus*, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *Bulgaricus* (Rica Nata®, Ricaferm YR03, Piracema, Minas Gerais, Brazil). O mel de abelhas *Apis mellifera* da savana foi adquirido da Associação setentrional de apicultura de Roraima, Boa Vista, Brazil, Unidade de beneficiamento de produtores de abelhas. A região apresenta uma grande variedade de espécies vegetais, primárias e secundárias, clima com as estações secas e úmidas bem definidas, com uma maior concentração de florada, logo após o período de chuvas, sendo caracterizada com um mel silvestre de excelente qualidade (Farias et al., 2018). O açúcar cristal foi adquirido em supermercado local (União®, Roraima, Boa Vista, Brazil).

2.2. Produção de iogurte

O leite de vaca comercial com Ultra-Tratamento Térmico (UHT) foi suplementado com 4% de leite de vaca desnatado em pó e após a mistura dos ingredientes foi realizada a pasteurização a 85 °C, 30 min e suplementado com 5% (p/v) de sacarose para o tratamento controle, sem adição de mel, de acordo com (Machado et al., 2017) e (Jiménez-Redondo et al., 2022). Em seguida, o leite foi resfriado a 43 °C, e as culturas iniciadora composta por *S. thermophilus* e *L. bulgaricus* foram inoculadas seguindo as recomendações do fabricante.

A fermentação foi realizada em incubadora com temperatura controlada de 43°, até o pH atingir 4.6 de acordo com (Jiménez-Redondo et al., 2022). Posteriormente, o iogurte foi resfriado a 4 °C e o coágulo quebrado por agitação manual utilizando bastão de vidro. Em seguida, mel de abelha *Apis mellifera* da savana Amazônica foi adicionado às diferentes formulações (p/v) sob condições assépticas, e a mistura foi homogeneizado suavemente de acordo com os tratamentos: H 8% (iogurte com adição de 8% de mel de abelhas *Apis mellifera*), H 12% (iogurte com adição de 12% de mel de abelhas *Apis*

melífera), H 16% (iogurte com adição de 16% de mel de abelhas *Apis melífera*) e H 20% (iogurte com adição de 20% de mel de abelhas *Apis melífera*). As concentrações foram definidas de acordo com estudos prévios realizados por (Machado et al., 2017) e (Varga, 2006). Uma formulação de iogurte sem incorporação de mel como ingrediente foi denominada como controle (CON). Os iogurtes foram envasados em frascos de polietileno de alta densidade e armazenados sob refrigeração ($4 \pm 2^\circ \text{C}$) até a realização das análises tecnológicas, físico-químicas e funcionais nos dias 1, 3, 7, 14, 21 e 28 de armazenamento refrigerado, enquanto as análises sensoriais e aceitabilidade dos consumidores foram realizadas apenas no 1º dia de armazenamento refrigerado.

2.3. Avaliação de cores do iogurte

A medição da cor instrumental foi realizada por meio de um colorímetro modelo CR-400 da Konika Minolta. A escala de cores ($L^*a^*b^*$) foi empregada com um iluminante (simulação da luz do dia) e ângulo de 108 graus. Os parâmetros L^* , a^* e b^* foram obtidos de acordo com os padrões da Comissão Internacional de Iluminação (CIE, 2004). Os valores correspondentes à luminosidade são representados por L , ao vermelho por $+a$, ao verde por $-a$, ao amarelo por $+b$ e ao azul por $-b$. Para a calibração do aparelho, foram utilizadas placas de referência do aparelho e calculados de acordo (Leite et al., 2022).

2.4. Avaliação de suscetibilidade de sinérese e determinação da capacidade de retenção de água (CRA) do iogurte

Para a determinação da sinérese, pesou-se 10 g de iogurte sobre o papel filtro Whatman número 1 (Whatman International Ltd., Maidstone, Reino Unido) em um funil de vidro, que foi arrumado no topo de um Erlenmeyer de boca estreita de 125 ml. O

Erlenmeyer de boca estreita foi então mantido a 4 °C por 4 horas em uma geladeira. Após 4 h de drenagem em geladeira, foi medido o volume de soro coletado em um béquer e foi calculado a sinérese de acordo com (Gölbaşı et al., 2023): Sinérese (%) = (Peso do soro de leite coletado após drenagem/Peso da amostra de iogurte) x 100.

A capacidade de retenção de água (CRA) dos iogurtes foi determinada de acordo com (Nazari; Zarringhalami; Asghari, 2023). Dez gramas de iogurte foram pesados em tubo Falcon (15 ml) e centrifugados a 6500 rpm a 4°C por 15 min. A camada de soro de leite foi removida e a leitura do peso registrada. A CRA dos iogurtes foi determinada usando a seguinte fórmula: $CRA (\%) = [(peso da amostra - peso do soro de leite) / peso da amostra] \times 100$

2.5. Parâmetros físico-químicos do iogurte

O conteúdo de sólido total das amostras e teor de cinzas dos iogurtes foram estimados de acordo com os métodos da *Association of Official Analytical Chemists* (AOAC, 2002).

Para medir o pH das amostras de iogurte (Controle, 8%, 12%, 16%, 20%) com mel da savana Amazônica, foi feita a leitura direta utilizando um medidor de pH digital da marca Testo 205 com eletrodo de vidro. Os tampões 7,00 e 4,00 foram utilizados para calibrar o dispositivo antes da análise.

Para acidez, foi pesado 10 g de cada amostra dos tratamentos (Controle, 8%, 12%, 16%, 20%) em um béquer de 50 mL. Adicionado com pipeta graduada aproximadamente 10 mL de água destilada e misturou com bastão de vidro. Depois titulou com uma solução de hidróxido de sódio 0,1 M, utilizando bureta de 25 mL. Para a titulação foi utilizado um medidor de pH de bancada. Onde introduziu os eletrodos de pH. Titulou, sob agitação de uma barra magnética (“peixinho”), com solução de hidróxido de sódio 0,1 M, até pH 8,3. Os valores foram obtidos na formulação: $V \times f \times$

$0,9/P = g$ de ácido láctico por cento m/v. Onde: $V = n^\circ$ de mL de solução de hidróxido de sódio 0,1 M gasto na titulação ; $P = n^\circ$ g ou mL da amostra; 0,9 = fator de conversão para o ácido láctico; $f =$ fator da solução de hidróxido de sódio 0,1 M (Pelaes Vital et al., 2015).

Para realizar a análise do extrato seco, foram pesados 2 gramas da amostra em cadinhos devidamente secos em mufla e tarados, depois foram postas em estufa a 105°C por 24 horas. Os valores foram obtidos na formulação: $100 \times P/A =$ resíduo seco por cento m/v. Onde P é igual ao número de gramas de resíduo seco e A é igual ao número de mL da amostra.

Para a análise do resíduo mineral, foram adicionados 2,00 g de iogurte em cadinhos previamente secos em mufla. As amostras foram carbonizadas em uma chapa aquecedora de 320°C , de forma gradual. Depois as amostras foram aquecida um forno mufla a 550°C , por 2 horas até o resíduo ficar branco acinzentado. Os valores foram obtidos na formulação: $100 \times P/A =$ Resíduo por incineração (cinzas) % m/v . Onde: $P = n^\circ$ de g de resíduo; $A = n^\circ$ de mL da amostra.

2.6. Atividade antioxidante

Para o extrato foi seguido a metodologia de (Zheng et al., 2022) com modificações. Amostra de iogurte foi misturada com etanol 1:1 p/v metanol para iogurte e foi centrifugada a 4°C e $11000 \times g$ por 30 min. O sobrenadante foi coletado, filtrado com papel filtro e armazenado a -20°C até a realização das análises para determinações de compostos fenólicos e atividade antioxidante.

2.6.1. Método DPPH e fenólicos totais

A atividade de eliminação de radicais DPPH foi medida de acordo com (Monteschio et al., 2021), com modificações. Foram preparadas soluções estoque com concentração de $0,5 \text{ g ml}^{-1}$ para os iogurtes com todas as concentrações de méis de Roraima (8%, 12%, 16%, 20%), assim como para o controle (8% de açúcar). Alíquotas

dos sobrenadantes dos iogurtes foram removidas e misturado com solução metanólica de DPPH (60 µM) e solução de DPPH e mantido em repouso por 30 minutos sem a interferência da luz e a partir daí a absorbância foi medida em 515 nm. Os resultados foram obtidos por meio de uma curva de calibração e expressos em Trolox equivalente (µMol TE). Dessa forma, a atividade antioxidante dos iogurtes será expressa considerando o percentual de inibição do radical DPPH, calculado conforme equação:
$$\text{Inibição (\%)} = [(\text{Absorbância branco} - \text{Absorbância amostra}) / \text{Absorbância branco}] \times 100.$$

Para a constituição das soluções contendo os compostos fenólicos, foram retirados 30µL de iogurtes das concentrações de 8%, 12%, 16% e 20%, em triplicatas e, em seguida foram adicionados 300 µL do reagente de Folin Ciocalteu, 2 mL de uma solução a 15% de carbonato de sódio (Na₂CO₃) e água destilada para aferir os balões volumétricos até volume final de 5 mL, seguindo o método proposto por (Affonso et al., 2022). com adaptações. As soluções foram transferidas para tubos de ensaio com capacidade de 15 mL e centrifugadas a 3400 RPM por 5 minutos, em seguida foram mantidas em repouso por duas horas a temperatura ambiente e ao abrigo da luz. A absorbância foi medida a 798 nm em espectrofotômetro UV-visível e os resultados obtidos a partir da curva de calibração com ácido gálico e expressos em mg de AGE (ácido gálico equivalente) por 100 g de amostra

2.7. Microestrutura

A microestrutura seguiu o procedimento descrito por (Vital et al., 2015). Amostras de iogurte foram congeladas, fixadas em nitrogênio líquido e liofilizadas. As amostras foram montadas em stubs de alumínio e revestidas com uma camada de ouro (revestimento Spotter, Baltec, SCD 050). As observações foram feitas usando um microscópio eletrônico de varredura (MEV).

2.8. Análise sensorial de iogurtes

Para a realização da análise sensorial foram utilizados provadores não treinados composta por alunos e funcionários da Universidade Federal de Roraima. A avaliação sensorial foi realizada em cabines individuais com condições de temperatura e iluminação controladas. Cada consumidor recebeu 25 mL de cada amostra de iogurte em um pequeno copo branco codificada com números de 3 dígitos, juntamente com um questionário, para identificar o perfil dos consumidores.

A aceitabilidade da aparência, cor, sabor, textura e aceitação geral foram avaliadas em uma escala hedônica não estruturada de nove pontos, (1 = desgostei muitíssimo; 5 = nem gostei/nem desgostei; 9 = gostei muitíssimo) de acordo com (Monteschio et al., 2021). A intenção de compra foi avaliada por meio de uma escala hedônica não estruturada de cinco pontos, variando de 5 (certamente compraria) a 1 (certamente não compraria) e para o teste de classificação de preferência, os painelistas foram solicitados a escolher a amostra mais e menos preferida com base ordenação de preferência de acordo com (Machado et al., 2017).

2.9. Análise estatística

As análises estatísticas foram realizadas usando o SPSS (versão 23.0; IBM SPSS Statistics, SPSS Inc., Chicago, IL, EUA) para Windows. Um delineamento fatorial totalmente randomizado foi implementado, com cinco tratamentos (CON, H8%, H12%, H16% e H20%) e seis dias de armazenamento (1, 3, 7, 14, 21 e 28 dias). O tratamento e o tempo de armazenamento foram considerados fatores fixos em um delineamento fatorial. Para aceitabilidade do consumidor, o tratamento foi o único efeito fixo avaliado e o consumidor foi considerado um efeito aleatório e a sessão um efeito de bloqueio. As

diferenças foram consideradas significativas em $P < 0,05$. O teste de Tukey foi realizado.

3. Resultados e discussões

3.1. Mensuração da cor

Os valores de cor (L^* , a^* e b^*) para as diferentes formulações de iogurte adoçadas com mel da abelha *Apis mellifera* da savana amazônica ao longo dos dias de armazenamento estão apresentados na Tabela 2. Observou-se que houve diferenças significativas ($P > 0,05$) entre os tratamentos e os dias de armazenamento para todos os parâmetros de cor avaliados.

Em relação à luminosidade (L^*), verificou-se que o valor diminuiu proporcionalmente com o aumento da quantidade de mel adicionado. Os maiores valores de luminosidade foram encontrados nos tratamentos CON e H 8%, em comparação ao tratamento H 20%. Esse comportamento pode ser explicado pela presença de compostos pigmentantes naturais no mel (Machado et al., 2017), que resultam em uma redução considerável da luminosidade à medida que a concentração de mel aumenta. Esse mesmo fenômeno foi observado por Sert, Akın e Dertli (2010) ao avaliarem o efeito da adição de mel de girassol (2%, 4% e 6% m/v) em iogurtes armazenados sob refrigeração. Çoşkun e Dirican (2019), ao estudarem o efeito do mel de pinheiro na qualidade de iogurte probiótico, constataram que o brilho diminuiu à medida que a proporção de mel aumentava (2%, 4% e 6%), resultado semelhante ao observado em nosso estudo.

Ao longo dos dias de armazenamento, observou-se um aumento nos valores de L^* ($P > 0,05$), indicando maior luminosidade. Valores mais altos de brilho indicam objetos mais claros, o que pode estar relacionado à cor branca característica do leite (Machado et al., 2017).

Quanto ao parâmetro a^* , foram encontradas diferenças significativas entre as formulações ($P > 0,05$), com um aumento nos valores de a^* conforme a concentração de mel de *Apis mellifera* da savana adicionada ao iogurte aumentou. O mesmo comportamento foi observado para o parâmetro b^* ($P > 0,05$), o que pode ser atribuído à tonalidade amarelada do mel. Durante o armazenamento refrigerado, o parâmetro a^* apresentou uma diminuição significativa ($P > 0,05$), enquanto o parâmetro b^* demonstrou um comportamento oposto, com aumento ao longo dos dias de armazenamento refrigerado ($P > 0,05$).

Resultados semelhantes foram observados por Jiménez-Redondo et al. (2022) ao avaliar iogurtes enriquecidos com diferentes tipos e concentrações de canela em pó durante o armazenamento refrigerado. Os autores atribuíram essas mudanças nas coordenadas de cor à possível desestabilização da estrutura do gel, resultando na liberação de soro de leite, que apresenta uma coloração esverdeada.

Machado et al. (2017), ao analisarem a inclusão de mel nas características de qualidade de iogurtes caprinos contendo o probiótico *Lactobacillus acidophilus*, observaram alterações semelhantes na cor dos iogurtes no final do período de armazenamento. Eles justificaram essas mudanças pela coloração do mel adicionado e pela possível presença de compostos formados pela reação de Maillard, o que também pode ter contribuído para as variações observadas em nosso estudo.

(Çoşkun e Dirican, 2019) ao avaliarem o efeito do mel de pinheiro na qualidade de iogurte probiótico, observaram que o brilho diminuiu com o aumento da proporção de mel (2%, 4% and 6%), o mesmo observado em nosso estudo.

Tabela 2. Evolução dos parâmetros de cor (L^* , a^* e b^*) de iogurtes com diferentes concentrações de mel de abelhas durante armazenamento refrigerado.

Item	Treatments					Storage						P < Value			
	CON ¹	H8% ²	H12% ³	H16% ⁴	H20% ⁵	1	3	7	14	21	28	SEM ⁶	T ⁷	D ⁸	TxD ⁹
L	70.91a	69.70a	68.56ab	68.28ab	65.75b	62.85B	62.17B	72.63A	70.04A	72.64A	71.32A	0.607	0.00	0.000	0.180
a*	2.06b	2.37a	2.37a	2.42a	2.44a	2.38A	2.37A	2.36AB	2.36AB	2.33AB	2.19B	0.023	0.00	0.019	0.092
b	4.96d	5.38c	5.63bc	5.85b	6.17a	4.91B	5.80A	5.87A	5.61A	5.66A	5.66A	0.059	0.00	0.000	0.916

As médias dos tratamentos com letras minúsculas diferentes na mesma linha são significativamente diferentes ($P < 0,05$). Médias de armazenamento com letras maiúsculas diferentes na mesma linha são significativamente diferentes ($P < 0,05$).¹CON- iogurte sem mel de abelha; ²H8% - iogurte contendo mel de abelha a 8% (v/v); ³H12% - iogurte contendo mel de abelha a 12% (v/v); ⁴H16% - iogurte contendo mel de abelha a 16% (v/v); ⁵H20% - iogurte contendo mel de abelha a 20% (v/v). ⁶SEM: Erro padrão das médias; ⁷T = Valor de P do efeito do tratamento; ⁸D = Valor de P do efeito dos dias de armazenamento; ⁹TxD = Valor de P da interação entre tratamentos e armazenamento.

3.2. Sinérese e Determinação da capacidade de retenção de água (WHC)

Os resultados da avaliação da sinérese são apresentados na Tabela 3.

O tratamento com 20% de mel (H20%) apresentou menor suscetibilidade à sinérese ($P>0,05$) em comparação aos iogurtes dos demais tratamentos. Esse resultado pode estar relacionado à elevada osmolaridade do mel utilizado na formulação do iogurte, o que atrai água para as micelas de caseína responsáveis pela formação da estrutura do iogurte, reduzindo a liberação de água para o meio (Machado et al., 2017).

Além disso, o mel é composto predominantemente pelos açúcares glicose e frutose, sendo a frutose, um monossacarídeo, o principal componente. A frutose possui alta capacidade de ligação com a água, o que pode interferir na sinérese ao reagir com amidos presentes na mistura (Sert et al., 2010).

A sinérese ocorre quando o gel de iogurte perde sua capacidade de reter a fase líquida, resultando no encolhimento da rede de proteínas e, conseqüentemente, na separação do soro (McCann; Fabre; Day, 2011; Vital et al., 2015). Ismail, Hamad e Elraghy (2018), ao analisarem uma mistura de leite de cabra, farinha de cevada, mel e probióticos na fabricação de laticínios funcionais, também observaram que a adição de mel reduziu significativamente a sinérese, o que corrobora os resultados deste estudo, onde a maior concentração de mel de *Apis mellifera* da savana levou à menor sinérese.

Nos últimos dias de armazenamento refrigerado (dias 21 e 28), a sinérese foi maior em comparação aos dias iniciais (dias 1 e 3) ($P>0,05$). Esse aumento de sinérese durante o armazenamento está associado ao rearranjo das proteínas do gel de iogurte, que ocorre ao longo do tempo (Everett; McLeod, 2005; Vital et al., 2015). A separação do soro, também chamada de whey-off, é a aparência de soro de leite na superfície de uma coalhada, sendo um defeito comum durante o armazenamento de produtos lácteos fermentados, como iogurtes (Benmeziane et al., 2021; Jørgensen et al., 2019).

Tabela 3. Efeito da inclusão de diferentes concentrações de mel na sinérese e capacidade de retenção de água (CRA) de iogurtes durante o armazenamento refrigerado.

Item	Tratamentos					Armazenamento						P < Valor			
	CON ¹	H8% ²	H12% ³	H16% ⁴	H20% ⁵	1	3	7	14	21	28	EPM ⁶	T ⁷	D ⁸	TxD ⁹
Sinerése (%)															
	25,19 ^a	25,56 ^a	25,53 ^a	24,26 ^a	16,09 ^b	22,41 ^B	22,76 ^{AB}	23,45 ^{AB}	23,37 ^{AB}	24,34 ^A	24,04 ^A	0,443	0,000	0,028	0,182
CRA (%)															
	51,31 ^e	55,64 ^d	58,68 ^c	64,09 ^b	78,82 ^a	64,32 ^A	62,78 ^{AB}	62,53 ^{AB}	61,30 ^B	61,27 ^B	58,04 ^C	1,077	0,000	0,000	0,014

As médias dos tratamentos com letras minúsculas diferentes na mesma linha são significativamente diferentes ($P < 0,05$). Médias de armazenamento com letras maiúsculas diferentes na mesma linha são significativamente diferentes ($P < 0,05$). ¹CON- iogurte sem mel de abelha; ²H8% - iogurte contendo mel de abelha a 8% (v/v); ³H12% - iogurte contendo mel de abelha a 12% (v/v); ⁴H16% - iogurte contendo mel de abelha a 16% (v/v); ⁵H20% - iogurte contendo mel de abelha a 20% (v/v). ⁶EPM: Erro padrão das médias; ⁷T = Valor de P do efeito do tratamento; ⁸D = Valor de P do efeito dos dias de armazenamento; ⁹TxD = Valor de P da interação entre tratamentos e armazenamento.

De acordo com Saleh et al. (2020), a separação do soro em leites fermentados durante o armazenamento pode ser causada por rearranjos na matriz molecular do gel ou por danos mecânicos à rede de caseína, o que está associado à fragilidade dos géis. Para evitar a sinérese, é possível aumentar o teor de sólidos totais do leite, submeter o leite a um tratamento térmico mais rigoroso, aumentar a pressão de homogeneização ou adicionar estabilizantes, como pectina, amidos, gomas ou concentrado de proteína de soro de leite, que interagem diretamente com a rede de caseína (Park et al., 2019; Saleh et al., 2020).

A capacidade de retenção de água dos iogurtes foi significativamente afetada pelos tratamentos e pelos dias de armazenamento ($P < 0,05$). A menor capacidade de retenção de água foi observada no tratamento controle (CON), com um aumento gradual conforme a concentração de mel aumentava. Além disso, a capacidade de retenção de água foi maior no 1º dia de armazenamento refrigerado em comparação ao 28º dia. Ao analisar os efeitos combinados de ambos os fatores (tratamentos e tempo de armazenamento), observou-se uma interação entre eles, conforme ilustrado na Figura 1.

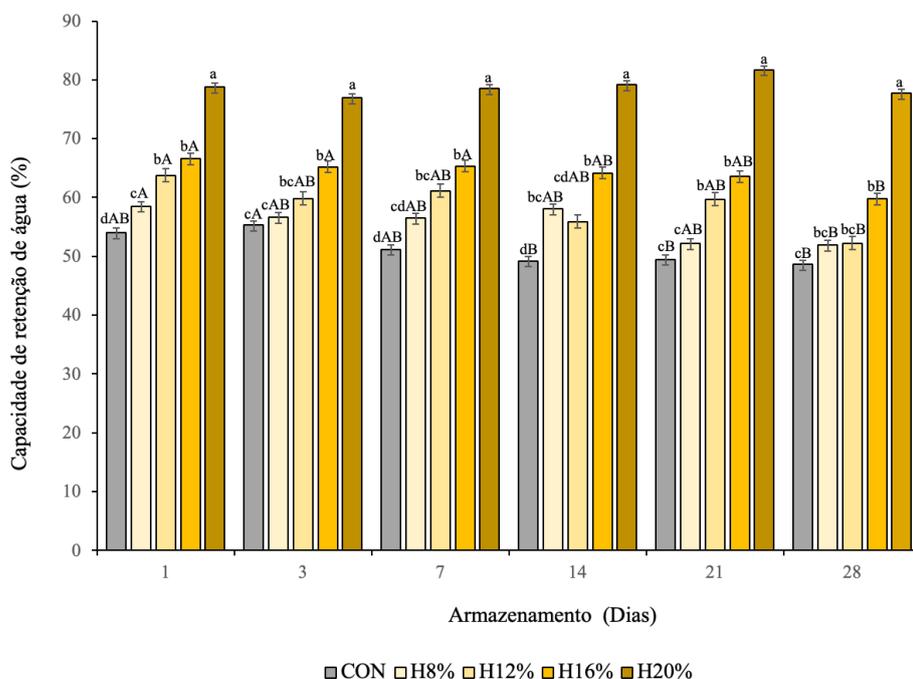


Figura 1. Evolução da capacidade de retenção de água em iogurtes com adição de mel durante armazenamento refrigerado. Interação entre tratamentos e dias de armazenamento para capacidade de retenção de água de iogurtes com mel durante armazenamento.

Letras minúsculas diferentes indicam diferenças significativas entre os tratamentos no mesmo dia de armazenamento ($P < 0,050$).¹CON – iogurte sem mel de abelha; ²H8% - iogurte contendo mel de abelha a 8% (v/v); ³H12% - iogurte contendo mel de abelha a 12% (v/v); ⁴H16% - iogurte contendo mel de abelha a 16% (v/v); ⁵H20% – iogurte contendo mel de abelha a 20% (v/v).

Em todos os dias de armazenamento, os tratamentos influenciaram significativamente ($P < 0,05$) a capacidade de retenção de água (CRA) dos iogurtes, como ilustrado na Figura 1. As menores perdas de água, indicadas pela maior capacidade de retenção de água, foram observadas nas amostras tratadas com 20% de mel (H 20%), em comparação ao tratamento controle (CON), que não recebeu adição de mel. A CRA aumentou progressivamente à medida que a concentração de mel nas formulações foi maior, com exceção do 14º dia de armazenamento, onde a CRA do tratamento H 12% foi inferior à do tratamento H 8%.

Esse comportamento da CRA provavelmente está relacionado à sinérese, uma vez que o aumento na liberação da fase líquida no iogurte foi acompanhado por uma menor capacidade de retenção de água nas diferentes amostras ao longo do tempo. Esse mesmo padrão foi observado em outros estudos que avaliaram a inclusão de mel em produtos lácteos (Ismail et al., 2018; Machado et al., 2017).

A capacidade de retenção de água é um indicador crucial da habilidade do iogurte em reter o soro dentro da estrutura do gel (Vénica et al., 2023). Ela é definida como a resistência à separação do soro quando submetido à centrifugação de alta velocidade (Lee; Lucey, 2010; Mohan et al., 2020). Diferenças significativas ($P < 0,05$) foram identificadas entre os períodos de armazenamento para os tratamentos CON, H 8%, H 12% e H 16%, com uma redução progressiva na CRA à medida que o tempo de armazenamento avançava. Esse fenômeno sugere uma estabilidade inicial da matriz proteica coagulada, que se degradou parcialmente com o passar do tempo (Mohan et al., 2020; Torrico et al., 2019). O tratamento controle, sem a adição de mel, apresentou uma CRA mais baixa, refletindo uma estrutura de gel mais fraca no iogurte.

Mohan et al. (2020), ao investigarem iogurtes com três diferentes concentrações de mel ao longo de 21 dias de armazenamento refrigerado, observaram que as amostras adoçadas com mel exibiram leituras de CRA comparativamente mais altas do que as do controle, variando entre 65% e 72%, com uma leve diminuição ao longo do período de armazenamento.

3.3. Parâmetros físico – químicos de iogurtes durante armazenamentorefrigerado

O resíduo mineral fixo nos iogurtes com diferentes concentrações de mel em sua formulação não apresentou variação significativa entre os tratamentos e ao longo dos dias de armazenamento refrigerado ($P > 0,05$) (Tabela 4).

No entanto, os valores de pH das amostras de iogurte mostraram diferenças ($P > 0,05$) tanto entre os tratamentos quanto ao longo do armazenamento. As formulações com maiores concentrações de mel (12%, 16% e 20%) apresentaram valores de pH menores em comparação ao tratamento controle (CON) e ao iogurte com 8% de mel. Essas variações no pH dos iogurtes contendo mel de *Apis mellifera* da savana Amazônica podem estar associadas à presença de compostos fermentáveis, como glicose e frutose, encontrados no mel (Çoşkun; Dirican, 2019), além da acidez natural do mel, que tem um pH de 3,64 devido à presença de ácidos orgânicos em sua composição (Chuttong et al., 2016; Machado et al., 2017).

O pH inicial das amostras de iogurte diminuiu continuamente até o 28º dia de armazenamento ($P > 0,05$). As amostras com diferentes concentrações de mel apresentaram valores de pH mais baixos, sendo a queda diretamente proporcional à quantidade de mel utilizada nas formulações. Esse comportamento pode ser explicado pelo efeito do mel, que parece ter estimulado o metabolismo do ácido láctico, intensificando a acidificação das amostras de iogurte. Estudos anteriores também relataram padrões semelhantes de diminuição do pH em iogurtes com adição de mel (Basuny et al., 2023). Em pesquisa realizada por (Ammar et al., 2015), os valores de pH de amostras de iogurte contendo mel e cultura ABT (*S. thermophilus*, *Lb. acidophilus*, *B. bifidum*) foram inferiores aos valores de pH de amostras contendo apenas cultura ABT no início e no final do armazenamento (15 dias), o mesmo observado em nosso estudo. A razão para isso pode ser um efeito prebiótico do mel (Çoşkun; Dirican, 2019).

Tabela 4. Parâmetros físico-químicos de iogurte contendo mel de abelha em diferentes concentrações durante 28 dias de armazenamento refrigerado.

Item	Tratamentos					Armazenamento						P < Valor			
	CON ¹	H8% ²	H12% ³	H16% ⁴	H20% ⁵	1	3	7	14	21	28	SEM ⁶	T ⁷	D ⁸	TxD ⁹
pH	4,55 ^a	4,49 ^b	4,45 ^c	4,44 ^c	4,42 ^c	4,55 ^A	4,52 ^{AB}	4,50 ^B	4,49 ^B	4,40 ^C	4,37 ^C	0,009	0,000	0,000	0,456
Titrateable acidity (g lactic acid/100 g)	1,00 ^{bc}	0,99 ^c	1,01 ^{bc}	1,02 ^b	1,07 ^a	0,82 ^D	1,03 ^C	1,03 ^C	1,06 ^B	1,07 ^{AB}	1,09 ^A	0,010	0,000	0,000	0,000
Total solids (g/100 g)	21,31 ^e	23,34 ^d	25,03 ^c	25,51 ^b	26,77 ^a	24,66 ^A	24,64 ^{AB}	24,33 ^{ABC}	24,30 ^C	24,31 ^{BC}	24,11 ^C	0,204	0,000	0,000	0,098
Residuo mineral fixo (g/100 g)	1,56	1,41	1,34	1,36	1,32	1,40	1,40	1,42	1,35	1,40	1,40	0,041	0,528	0,999	0,990

As médias dos tratamentos com letras minúsculas diferentes na mesma linha são significativamente diferentes ($P < 0,05$), Médias de armazenamento com letras maiúsculas diferentes na mesma linha são significativamente diferentes ($P < 0,05$), ¹CON- iogurte sem mel de abelha; ²H8% - iogurte contendo mel de abelha a 8% (v/v); ³H12% - iogurte contendo mel de abelha a 12% (v/v); ⁴H16% - iogurte contendo mel de abelha a 16% (v/v); ⁵H20% - iogurte contendo mel de abelha a 20% (v/v). ⁶SEM: Erro padrão das médias; ⁷T = Valor de P do efeito do tratamento; ⁸D = Valor de P do efeito dos dias de armazenamento; ⁹TxD = Valor de P da interação entre tratamentos e armazenamento.

Os teores de acidez total titulável dos iogurtes apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos e os dias de armazenamento ($p>0,05$), com médias de acidez titulável de 1,00; 0,99; 1,01; 1,02 e 1,07 g de ácido láctico por 100 g. Esses valores estão dentro dos limites estabelecidos pela legislação vigente, que varia de 0,6 a 1,5 g de ácido láctico (Brasil, 2007). Foi observada uma interação entre os efeitos dos tratamentos e o tempo de armazenamento, conforme ilustrado na Figura 2.

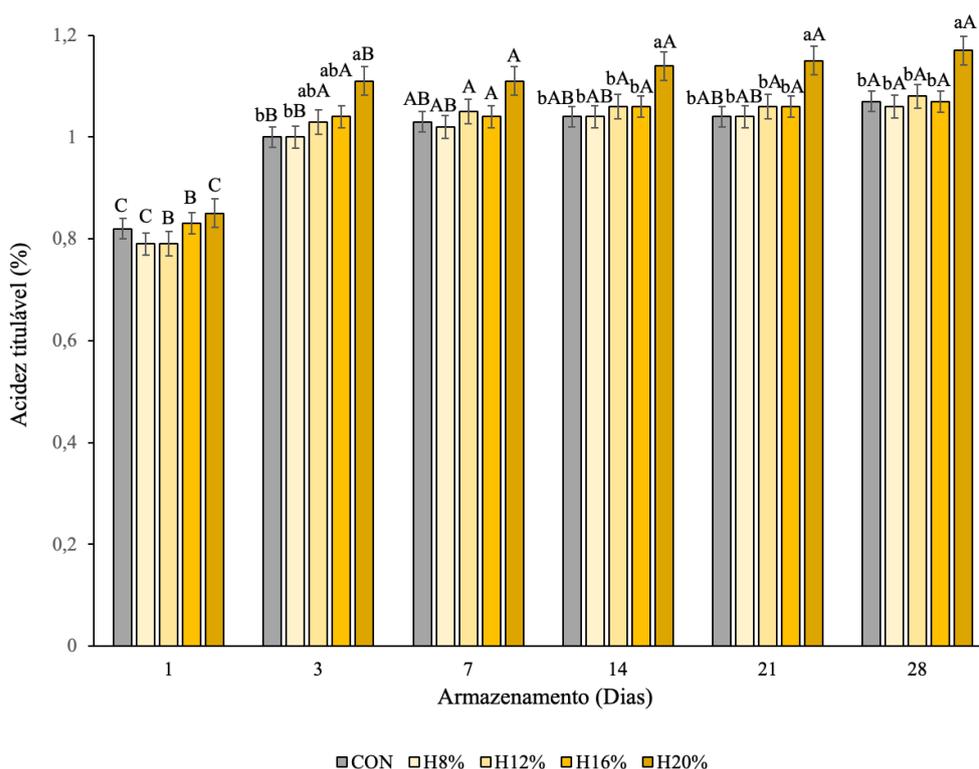


Figure 2. Evolução da acidez titulável em iogurtes com adição de mel durante armazenamento refrigerado. Interação entre tratamentos e dias de armazenamento para acidez titulável de iogurtes com mel durante armazenamento. Letras minúsculas diferentes indicam diferenças significativas entre os tratamentos no mesmo dia de armazenamento ($P < 0,050$).¹CON – iogurte sem mel de abelha; ²H8% - iogurte contendo mel de abelha a 8% (v/v); ³H12% - iogurte contendo mel de abelha a 12% (v/v); ⁴H16% - iogurte contendo mel de abelha a 16% (v/v); ⁵H20% – iogurte contendo mel de abelha a 20% (v/v).

No 3º dia de armazenamento, os iogurtes dos tratamentos CON e com 8% de adição de mel apresentaram menor nível de acidez (1,00 g de ácido láctico/100 g) em comparação com o tratamento com 20% de mel, que teve 1,11 g de ácido láctico/100 g. A partir do 14º dia de armazenamento, a acidez dos iogurtes com 20% de mel foi

superior à das demais formulações. Além disso, a acidez aumentou ao longo do período de armazenamento em todas as formulações avaliadas ($P > 0,05$).

Esse aumento da acidez nos iogurtes contendo mel pode estar relacionado à presença de oligossacarídeos prebióticos no mel, que, em quantidades pequenas, podem estimular o crescimento e/ou a atividade metabólica de bactérias lácticas, como relatado por Machado et al. (2017). O aumento da acidez durante o armazenamento pode também estar associado à liberação de água (sinérese) nas amostras, possivelmente devido à desnaturação das proteínas causada pela redução do pH até o ponto isoelétrico das proteínas, resultando na desestabilização das micelas de caseína e perda de líquido (Bezerra; Souza; Hoskin, 2012; Machado et al., 2017), um comportamento observado no nosso estudo em relação à sinérese e ao pH.

No estudo de Ammar et al. (2015), a acidez titulável dos iogurtes com mel de acácia foi maior no início e no final do período de armazenamento (15 dias) em comparação aos iogurtes sem adição de mel. Por outro lado, Moreira et al., (2014) observaram que a acidez total titulável dos iogurtes de maçã adoçados com mel foi de 0,68%. (Ranadheera et al., 2012) observou redução nos valores de pH durante o armazenamento, indicando aumento da acidez ao longo do tempo em iogurtes contendo adição de frutas em sua formulação.

O teor de sólidos totais das amostras de iogurte aumentou significativamente com a adição de mel ($P < 0,05$). O maior teor de sólidos totais foi observado no tratamento com 20% de mel (a maior concentração avaliada) (Tabela 4). O mel de abelha *Apis mellifera* é naturalmente rico em açúcares e outros compostos sólidos, como proteínas, sais minerais e vitaminas, o que pode ter contribuído para esse aumento (Abadio Finco; Moura; Silva, 2010; Feitosa et al., 2020). Similarmente, Sert et al. (2010) observaram que a adição de mel de girassol (2%, 4% e 6% p/v) aumentou o teor de sólidos totais em iogurtes durante o armazenamento refrigerado, e Ismail et al. (2018) encontraram que a adição de 4% de mel aumentou significativamente o teor de sólidos totais no leite de cabra.

Os teores de extrato seco total dos iogurtes mostraram diferença significativa ($p < 0,05$) durante o armazenamento refrigerado, com uma diminuição em relação ao início do período. Resultados semelhantes foram encontrados por Feitosa et al. (2020), que avaliaram a estabilidade físico-química de iogurtes adoçados com mel de abelha *Apis mellifera*.

3.4. Compostos fenólicos totais e atividade antioxidante de iogurte com mel

As atividades de eliminação do radical DPPH e dos compostos fenólicos totais dos iogurtes estão apresentadas na Tabela 5.

Os iogurtes com maiores concentrações de mel (16% e 20%) demonstraram atividades de eliminação do radical DPPH superiores em comparação aos iogurtes do tratamento CON (sem adição de mel) e àqueles com baixa adição de mel (8%) ($P < 0,05$). Isso pode ser atribuído ao fato de que o mel adicionado às formulações possui efeitos antimutagênicos, antibacterianos e antioxidantes (Coskun; Karabulut; Dirican, 2019; Erejuwa et al., 2010; Prokisch et al., 2022), devido à presença de compostos bioativos, principalmente polifenóis ou compostos fenólicos (Nascimento et al., 2018), que podem aumentar a atividade antioxidante do iogurte. Esses resultados sugerem que o mel pode ser utilizado para melhorar a capacidade antioxidante dos iogurtes, o que é vantajoso para sua aplicação industrial.

Tabela 5. Evolução da atividade antioxidante DPPH e compostos fenólicos totais de iogurtes contendo mel de abelha e, diferentes concentrações durante armazenamento refrigerado.

Item	Tratamentos					Armazenamento						P < Valor			
	CON ¹	H8% ²	H12% ³	H16% ⁴	H20% ⁵	1	3	7	14	21	28	EPM ⁶	T ⁷	D ⁸	TxD ⁹
DPPH (%)	42,04 ^b	42,93 ^b	47,39 ^{ab}	49,30 ^a	49,99 ^a	50,07 ^A	48,33 ^A	46,71 ^{AB}	46,41 ^{AB}	45,59 ^{AB}	40,40 ^B	0,748	0,000	0,004	0,983
Compostos fenólicos totais (mg GAE/100g⁻¹)	35,90 ^c	39,61 ^{bc}	40,02 ^{bc}	44,79 ^{ab}	47,42 ^a	66,52 ^A	38,57 ^B	36,12 ^{BC}	34,33 ^{BC}	32,10 ^C	33,12 ^C	1,742	0,000	0,000	0,957

As médias dos tratamentos com letras minúsculas diferentes na mesma linha são significativamente diferentes ($P < 0,05$). Médias de armazenamento com letras maiúsculas diferentes na mesma linha são significativamente diferentes ($P < 0,05$). ¹CON- iogurte sem mel de abelha; ²H8% - iogurte contendo mel de abelha a 8% (v/v); ³H12% - iogurte contendo mel de abelha a 12% (v/v); ⁴H16% - iogurte contendo mel de abelha a 16% (v/v); ⁵H20% - iogurte contendo mel de abelha a 20% (v/v). ⁶EPM: Erro padrão das médias; ⁷T = Valor de P do efeito do tratamento; ⁸D = Valor de P do efeito dos dias de armazenamento; ⁹TxD = Valor de P da interação entre tratamentos e armazenamento.

Além disso, foi observada uma diminuição na atividade de eliminação do radical DPPH durante o armazenamento refrigerado ($P < 0,05$). Essa redução pode ser atribuída ao aumento da interação entre proteínas do leite e polifenóis ou à degradação de compostos fenólicos com atividade antioxidante (Yildiz; Eyduran, 2009; Yuksel; Avci; Erdem, 2010; Abdeldaiem et al., 2023).

Estudo realizado por Kennas et al. (2020), ao avaliar a fortificação de iogurtes com diferentes proporções de pó de casca de romã e mel, mostrou maior potencial antioxidante (DPPH) nos iogurtes com maiores quantidades desses componentes (10% e 5%) em comparação ao tratamento controle (sem adição de pó de casca de romã e mel). Esse aumento da atividade antioxidante foi atribuído ao alto teor fenólico, concluindo que o iogurte liofilizado com pó de casca de romã e mel é uma rica fonte de antioxidantes naturais. O mesmo comportamento foi observado em nosso estudo, no qual as formulações com maiores concentrações de mel (16% e 20%) apresentaram maior atividade antioxidante.

No presente estudo, foi observado um efeito positivo no teor de compostos fenólicos totais (TPC) nos iogurtes fortificados com mel de abelhas da savana Amazônica em comparação ao controle (sem adição de mel) (Tabela 5). O TPC no iogurte com a maior concentração de mel (20%) foi de 47,42 mg GAE/100 g, valor superior ao do tratamento controle, que apresentou 35,90 mg GAE/100 g. Esses resultados podem ser atribuídos ao elevado teor de polifenóis no mel de abelhas *Apis mellifera* do Brasil, que varia de 26,0 a 100,0 mg GAE/100 g de mel, conforme observado por Nascimento et al. (2018) ao estudar os compostos fenólicos, capacidade antioxidante e propriedades físico-químicas dos méis brasileiros.

Também foi observada uma diminuição significativa ($P < 0,05$) no TPC com o avanço do período de armazenamento, o que pode ser explicado pela degradação de compostos fenólicos poliméricos devido à ação de bactérias do ácido láctico durante o armazenamento (Dalling, 1986; Abdeldaiem et al., 2023).

De forma semelhante, Kennas e Amellal-Chibane (2019) observaram que o iogurte fortificado com mel e casca de romã, contendo a maior proporção de mel (5%), apresentou

um TPC mais elevado em comparação ao iogurte controle. No mesmo estudo, também foi constatada uma diminuição significativa da atividade antioxidante dos iogurtes após 28 dias de armazenamento, em relação ao primeiro dia (D1), comportamento que também foi observado em nosso estudo.

3.5. Microestrutura

As microestruturas dos iogurtes foram observadas por microscopia eletrônica de varredura (Fig. 1). Todos os iogurtes apresentaram uma rede de proteínas com micelas de caseína interligadas zonas vazias intercaladas. Nos iogurtes CON (Fig. 3 A) e H8% (Fig. 3 B) foi observar uma estrutura de rede relativamente solta, com os aglomerados sobrepostos, enquanto os iogurtes H12%, H16% e H20% (Fig. 3 C, D e E) apresentaram uma rede de gel mais compacta, com uma superfície de rede mais homogênea e contínua.

Os espaços vazios observados no iogurte CON e H8% quase desapareceram quando concentrações de mel foram aumentadas (H12%, H16% e H20%). Pelaez Vital et al., (2015) relata que redes com espaços vazios podem propiciar a contração da rede de proteínas e conseqüente rearranjo estrutural durante o armazenamento, impactando diretamente na textura do produto. Superfícies mais homogêneas e compactas resultam em menor rearranjo de proteínas tornando o iogurte mais macio e menos suscetível à sinérese durante o armazenamento (Wang et al., 2023).

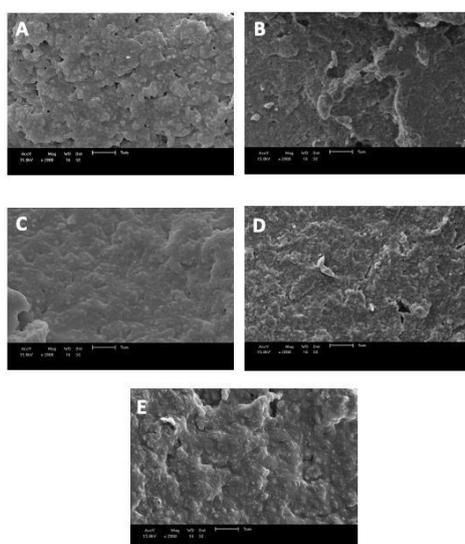


Figura 3. Imagens de microscopia eletrônica de varredura (MEV) de iogurte adicionado de mel. CON (A); H8% (B); H12% (C); H16% (D) E H20%(E).

3.6. Características sensoriais

As pontuações atribuídas pelos consumidores sobre o iogurte com diferentes concentrações de mel de abelhas *Apis mellifera* da savana para aceitação sensorial, intenção de compra e a distribuição das notas dispostas de acordo com a preferência geral são apresentadas na Tabela 6.

Tabela 6.

Aceitabilidade de iogurtes contendo mel de abelhas e, diferentes concentrações durante o armazenamento refrigerado (n = 134 consumidores).

Variável	CON ¹	H8% ²	H12% ³	H16% ⁴	H20% ⁵	EPM ⁶	P<
Cor	7,78	7,64	7,80	7,71	7,67	0,044	0,073
Aparência	7,50	7,59	7,66	7,63	7,62	0,046	0,098
Aroma	6,80 ^b	6,75 ^b	7,07 ^{ab}	7,02 ^{ab}	7,40 ^a	0,065	0,012
Sabor	7,27 ^a	5,03 ^c	6,62 ^b	7,44 ^a	7,66 ^a	0,080	0,000
Textura	7,28 ^{bc}	6,87 ^c	7,49 ^{ab}	7,56 ^{ab}	7,81 ^a	0,062	0,000
Geral	7,57 ^a	5,73 ^c	7,01 ^b	7,31 ^{ab}	7,66 ^a	0,069	0,000
I.C	3,87 ^{ab}	2,68 ^c	3,57 ^b	4,02 ^a	4,13 ^a	0,049	0,000
Preferência	3,32 ^a	1,99 ^c	2,70 ^b	3,40 ^a	3,50 ^a	0,055	0,000

Letras minúsculas diferentes na mesma linha são significativamente diferentes. ¹CON– iogurte sem mel de abelha; ²H8% - iogurte contendo mel de abelha a 8% (v/v); ³H12% - iogurte contendo mel de abelha a 12% (v/v); ⁴H16% - iogurte contendo mel de abelha a 16% (v/v); ⁵H20% - iogurte contendo mel de abelha a 20% (v/v). ⁶SEM: Erro padrão das médias.

Os consumidores não conseguiram identificar diferenças ($P < 0,05$) entre os tratamentos para a cor e aparência dos iogurtes (Tabela 6). O que pode estar relacionado com a cor do mel utilizada neste estudo que variou entre mel extra âmbar-claro e âmbar-claro, não influenciando nos parâmetros visuais.

Foram observadas diferenças ($P < 0,05$) entre os tratamentos para os parâmetros avaliados (aroma, sabor, textura, intenção de compra e preferência).

(Mohan et al., 2020) ao avaliar a cor de iogurtes com três diferentes tipos de mel e controles (sem açúcar e com adoçante) durante o período de armazenamento refrigerado também não encontraram diferença significativa e (Sert et al., 2010) não encontraram

diferença para aparência das amostras com adição de diferentes concentrações (2%, 4% and 6% p/v) de mel de girassol.

Para o aroma maiores pontuações ($P < 0,05$) foram atribuídas ao iogurte com a maior concentração de mel (H 20%) em comparação ao tratamento CON (sem adição de mel) e H 8% (menor concentração de mel avaliada). Comportamento parecido ao observado para textura, com maiores pontuações para o iogurte com maior concentração de mel (H 20%) em comparação a menor concentração (H 8%).

O sabor dos iogurtes dos tratamentos com as maiores concentrações de mel (H16% e H 20%) e do CON tiveram as maiores pontuações ($P < 0,05$) em comparação ao tratamento com a menor concentração de mel (H 8%).

(Sert et al., 2010) avaliando sensorialmente diferentes concentrações de mel de girassol (2 a 6%) em iogurtes observou que a consistência das amostras incorporadas ao mel foi superior à consistência do controle (sem adição de mel). Foram observados também que em termos de intensidade ótima de sabor e com consistência semelhante ao grupo com 6% de adição de mel, o nível ótimo de mel foi determinado como 4% de mel (as duas maiores concentrações de mel testadas), o que segundo os autores resultou em um iogurte mais doce de acordo com o sabor do mel eficaz.

(Ismail et al., 2018) observou na avaliação sensorial de leite fermentado com leite de cabra que nas amostras em que foi feita a combinação de farinha de cevada e mel, os índices de sabor melhoraram bastante. Como era de se esperar, a adição de agentes aromatizantes causou melhorias no sabor do leite fermentado.

Na aceitabilidade geral dos iogurtes as maiores pontuações ($P < 0,05$) foram observadas para os tratamentos com a maior concentração de mel (H 20%) e CON (sem adição de mel em sua formulação) em relação ao iogurte com a menor concentração de mel 8%).

De acordo com (Mohan et al., 2020) os maiores índices encontrados para aceitação geral de iogurtes adoçados com açúcar invertido e a mistura de dois diferentes tipos de mel de Manuka podem ser atribuídos à maior aceitação do consumidor quanto à sua percepção de doçura, o mesmo observado neste estudo.

Portanto, pode-se sugerir que as quantidades de mel de abelhas *Apis mellifera* da savana incorporadas nos iogurtes provavelmente influenciaram a intenção de compra das formulações de iogurte, pois H 16% e H 20% receberam as pontuações mais altas ($P < 0,05$) para intenção de compra em comparação ao iogurte com a menor concentração de mel (H 8%). Estas descobertas refletiram diretamente na análise de preferência das formulações de iogurte porque H 16% e H 20% foram novamente as formulações mais preferidas ($P < 0,05$), seguidos pelos tratamentos CON, H12 e o menos preferido o tratamento H 8%.

Curiosamente, os iogurtes do tratamento CON (sem adição de mel e adoçado com açúcar) foram bem aceitos pelos consumidores. Isto pode estar relacionado ao perfil do consumidor que gosta de um alimento mais doce e isso pode estar associado à doçura dominante do mel e do açúcar presente nas diferentes formulações.

Os adoçantes naturais são alternativas preferíveis às fontes artificiais ou refinadas para a indústria alimentar e os consumidores porque alguns deles fornecem outros nutrientes e fito-químicos biologicamente ativos (Edwards, Rossi, Corpe, Butterworth, & Ellis, 2016; Machado et al., 2017).

A substituição dos adoçantes tradicionais (sacarose e glicose) por adoçantes alternativos poderia atender à crescente demanda por produtos alimentícios mais naturais e com características sensoriais agradáveis, sendo o mel é um alimento funcional de grande importância para a saúde humana devido ao seu alto teor de atividade anti-microbiana e para diversos tratamentos médicos; em particular, diabetes mellitus (Prokisch et al., 2022b).

De acordo com (Macedo et al., 2014) ao avaliar a adição de polpa de caju sobre as qualidades sensoriais de iogurte integral adoçado com mel de abelha observou que quanto maior a quantidade de polpa de caju adicionada à formulação maiores foram as respostas de aceitação e de preferência entre os provadores.

4. Conclusão

A incorporação do mel produzido pelas abelhas *Apis mellifera* da savana Amazônica na elaboração de iogurte afetou positivamente as características de cor, capacidade de retenção de água e aumentou o teor de sólidos totais do produto, aumentando assim o seu valor alimentar total.

A adição de mel de abelha *Apis mellifera* da savana Amazônica influenciou diretamente a acidez do iogurte preparado ao longo do tempo, sem afetar negativamente a sua aceitação e preferência sensorial, sendo os iogurtes com maiores concentrações de mel (16 e 20%) as mais aceitas e que apresentaram maior atividade antioxidante. Além disso a maior concentração de mel apresentou maior estabilidade da sinérese e maior efeito positivo nos compostos fenólicos totais no iogurte.

Por fim, os resultados deste estudo apresentaram uma incorporação bem-sucedida do mel produzido por abelhas *Apis mellifera* da savana Amazônica como ingredientes na elaboração de iogurte com adicionado valor de mercado devido, aumentando tanto o valor funcional para a saúde como a aceitação dos iogurtes pelo consumidor, podendo ser desenvolvido como um alimento funcional eficaz, com potenciais aspectos benéficos à saúde.

Referências bibliográficas

- Abadio Finco, F. D. B., Moura, L. L., & Silva, I. G. (2010). Propriedades físicas e químicas do mel de *Apis mellifera* L. *Food Science and Technology*, 30.
- Abdeldaiem, A. M., Ali, A. H., Shah, N., Ayyash, M., & Mousa, A. H. (2023). Physicochemical analysis, rheological properties, and sensory evaluation of yogurt drink supplemented with roasted barley powder. *LWT*, 173, 114319. doi: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.114319>
- Abdelmonem, A. M., Rasheed, S. M., & Mohamed, A. (2012). Bee-honey and yogurt: a novel mixture for treating patients with vulvovaginal candidiasis during pregnancy. *Arch Gynecol Obstet*, 286(1), 109-114. doi: 10.1007/s00404-012-2242-5
- Affonso, S., Santos, D., Neves, L., Oliveira, D., Uchoa, S., Cardoso, A., & Sousa, L. (2022). Nutritional composition and antioxidant compounds of coconut candy with added açaí pulp. *Revista Agro@ambiente On-line* 16. doi: 10.18227/1982-8470ragro.v16i0.7191
- Alvarez-Suarez, J. M., Giampieri, F., Brenciani, A., Mazzoni, L., Gasparri, M., González-Paramás, A. M., . . . Battino, M. (2018). *Apis mellifera* vs *Melipona beecheii* Cuban polifloral honeys: A comparison based on their physicochemical parameters, chemical composition and biological properties. *LWT*, 87, 272-279. doi: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.08.079>
- Ammar, E.-T. M. A., Ismail, M. M., Khalil, A. E.-W. E., Eid, M. Z. J. T. J. o. M., Biotechnology, & Sciences, F. (2015). IMPACT OF FORTIFICATION WITH HONEY ON SOME PROPERTIES OF BIO-YOGHURT. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, 4, 503-508. doi: <https://doi.org/10.15414/jmbfs.2015.4.6.503-508>
- *AOAC. (2002). *Official methods of analysis of AOAC International* (17. ed., current through revision ed.). Gaithersburg, Md.: AOAC International. *É uma referência-chave por conter métodos padronizados para determinação de compostos bioativos e antioxidantes, garantindo que os resultados da pesquisa sejam comparáveis a estudos internacionais.
- Banwo, K., Olojede, A. O., Adesulu-Dahunsi, A. T., Verma, D. K., Thakur, M., Tripathy, S., . . . Utama, G. L. (2021). Functional importance of bioactive compounds of foods with Potential Health Benefits: A review on recent trends. *Food Bioscience*, 43, 101320. doi: <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2021.101320>
- Basuny, A. M., AbdelAziz, K. R., Bikheet, M. M., Shaban, M. M., & AboelAnin, M. A. (2023). Enhancing The Nutritional Value and Chemical Composition of Functional Yogurt Drink by Adding Bee Honey and Spirulina Powder %J *Journal of Agricultural Chemistry and Biotechnology*. 14(4), 23-30. doi: 10.21608/jacb.2023.200159.1045
- Benmeziiane, F., Raigar, R. K., Ayat, N. E.-H., Aoufi, D., Djermoune-Arkoub, L., & Chala, A. (2021). Lentil (*Lens culinaris*) flour addition to yogurt: Impact on physicochemical, microbiological and sensory attributes during refrigeration storage and microstructure changes. *LWT*, 140, 110793. doi: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.110793>
- Bezerra, M., Souza, D., & Hoskin, R. (2012). Acidification kinetics, physicochemical properties and sensory attributes of yoghurts prepared from mixtures of goat and buffalo milks. *International Journal of Dairy Technology*, 65. doi: 10.1111/j.1471-0307.2012.00845.x
- *Brasil. (2007). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regulamento

técnico de identidade e qualidade de leites fermentados (Instrução Normativa nº 46, de 23 de outubro de 2007). *Diário oficial [da] pública Federativa do Brasil*. *É uma referência-chave por determinar os padrões exigidos para produtos fermentados.

- Caldeira, L. A., Alves, É. E., Ribeiro, A. d. M. F., Rocha Júnior, V. R., Antunes, A. B., Reis, A. F. d., . . . Martinez, R. I. E. (2018). Viability of probiotic bacteria in bioyogurt with the addition of honey from Jataí and Africanized bees. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 53.
- Camacho-Bernal, G. I., Cruz-Cansino, N. d. S., Ramírez-Moreno, E., Delgado-Olivares, L., Zafra-Rojas, Q. Y., Castañeda-Ovando, A., & Suárez-Jacobo, Á. (2021). Addition of Bee Products in Diverse Food Sources: Functional and Physicochemical Properties. *11(17)*, 8156.
- Chuttong, B., Chanbang, Y., Sringarm, K., & Burgett, M. (2016). Physicochemical profiles of stingless bee (Apidae: Meliponini) honey from South East Asia (Thailand). *Food Chemistry*, 192, 149-155. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.06.089>
- Çoşkun, F., & Dirican, L. (2019). Effects of pine honey on the physicochemical, microbiological and sensory properties of probiotic yoghurt. *Food Science and Technology*, 39. doi: 10.1590/fst.24818
- Coskun, F., & Karabulut Dirican, L. (2019). Effects of pine honey on the physicochemical, microbiological and sensory properties of probiotic yoghurt. *Food Science and Technology*, 39.
- Dalling, M. J. (1986). *PLANT PROTEOLYTIC ENZYMES*: CRC-Press.
- Edwards, C. H., Rossi, M., Corpe, C. P., Butterworth, P. J., & Ellis, P. R. (2016). The role of sugars and sweeteners in food, diet and health: Alternatives for the future. *Trends in Food Science & Technology*, 56, 158-166. doi: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2016.07.008>
- Erejuwa, O. O., Gurtu, S., Sulaiman, S. A., Ab Wahab, M. S., Sirajudeen, K. N., & Salleh, M. S. (2010). Hypoglycemic and antioxidant effects of honey supplementation in streptozotocin-induced diabetic rats. *International Journal for Vitamin and Nutrition Research*, 80(1), 74-82. doi: 10.1024/0300-9831/a000008
- Everett, D. W., & McLeod, R. E. (2005). Interactions of polysaccharide stabilisers with casein aggregates in stirred skim-milk yoghurt. *International Dairy Journal*, 15(11), 1175-1183. doi: <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2004.12.004>
- Farias, L. R., Mendes, T. M. F. d. F., Panero, F. d. S., & Satelles, J. L. J. P. T. Q. (2018). Caracterização físico - químicas de méis de abelhas de alguns municípios do estado de Roraima. *15(29)*.
- Feitosa, V. B. D., Oliveira, E. N. A. d., Souza, R. L. A. d., Feitosa, B. F., & Feitosa, R. M. (2020). Estabilidade físico-química de iogurtes adoçados com mel de abelha *<i>Apis mellifera</i>* L. *Ciência Animal Brasileira*, 21.
- Gölbaşı, G., Akin, N., Konak Göktepe, Ç., & Demirci, T. (2023). Monitoring the changes in physicochemical, sensory properties and microbiota of village-type homemade yoghurts along three consecutive back-slopping procedures. *International Dairy Journal*, 143, 105663. doi: <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2023.105663>
- Ismail, M. M., Hamad, M. F., & Elraghy, E. M. (2018). Using Goat's Milk, Barley Flour, Honey, and Probiotic to Manufacture of Functional Dairy Product. *Probiotics Antimicrob Proteins*, 10(4), 677-691. doi: 10.1007/s12602-017-9316-4
- *ISO 11869. (1997). *Yogurt e Determination of titratable acidity e Potentiometric method.* * é uma referência chave porque trata de um método fundamental para a análise da acidez em iogurtes e outros produtos fermentados, sendo um parâmetro crítico na qualidade, estabilidade e segurança desses alimentos.

- *Jiménez-Redondo, N., Vargas, A. E., Teruel-Andreu, C., Lipan, L., Muelas, R., Hernández-García, F., . . . Cano-Lamadrid, M. (2022). Evaluation of cinnammon (Cinnamomum cassia and Cinnamomum verum) enriched yoghurt during refrigerated storage. *LWT*, *159*, 113240. doi: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.113240>. *É uma referência-chave por conter a metodologia de elaboração do iogurte.
- Jørgensen, C. E., Abrahamsen, R. K., Rukke, E.-O., Hoffmann, T. K., Johansen, A.-G., & Skeie, S. B. (2019). Processing of high-protein yoghurt – A review. *International Dairy Journal*, *88*, 42-59. doi: <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2018.08.002>
- Kennas, A., & Amellal-Chibane, H. (2019). Sensory acceptance, quality characteristics and antioxidant activity of yoghurt fortified with honey and pomegranate peel. *Annals: Food Science & Technology*, *20*(2), 240.
- Kennas, A., Amellal-Chibane, H., Kessal, F., & Halladj, F. (2020). Effect of pomegranate peel and honey fortification on physicochemical, physical, microbiological and antioxidant properties of yoghurt powder. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, *19*(1), 99-108. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jssas.2018.07.001>
- Lee, W. J., & Lucey, J. A. (2010). Formation and Physical Properties of Yogurt. *Asian-Australas J Anim Sci*, *23*(9), 1127-1136. doi: 10.5713/ajas.2010.r.05
- Leite, S. M. B., da Silva Assunção, E. M., Alves, A., de Souza Maciel, E., de Moraes Pinto, L. A., Kaneko, I. N., . . . Monteschio, J. O. (2022). Incorporation of copaiba and oregano essential oils on the shelf life of fresh ground beef patties under display: Evaluation of their impact on quality parameters and sensory attributes. *PLoS One*, *17*(8), e0272852. doi: 10.1371/journal.pone.0272852
- Macedo, M., Carvalho Menezes Salierno, C., Viana Freire portela, J., Arcanjo, S., Moura, M., & Oliveira, A. (2014). Efeito da adição de polpa de caju sobre as qualidades sensoriais de iogurte integral adoçado com mel de abelha. *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes*, *69*, 7. doi: 10.14295/2238-6416.v69i1.301
- *Machado, T. A. D. G., de Oliveira, M. E. G., Campos, M. I. F., de Assis, P. O. A., de Souza, E. L., Madruga, M. S., . . . Queiroga, R. d. C. R. d. E. (2017). Impact of honey on quality characteristics of goat yogurt containing probiotic *Lactobacillus acidophilus*. *LWT*, *80*, 221-229. doi: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.02.013>. *É uma referência-chave por conter dados para comparação dos resultados.
- Martins, N., Petropoulos, S., & Ferreira, I. C. F. R. (2016). Chemical composition and bioactive compounds of garlic (*Allium sativum* L.) as affected by pre- and post-harvest conditions: A review. *Food Chemistry*, *211*, 41-50. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.05.029>
- McCann, T. H., Fabre, F., & Day, L. (2011). Microstructure, rheology and storage stability of low-fat yoghurt structured by carrot cell wall particles. *Food Research International*, *44*(4), 884-892. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.01.045>
- Mohan, A., Hadi, J., Gutierrez-Maddox, N., Li, Y., Leung, I. K. H., Gao, Y., . . . Quek, S. Y. (2020). Sensory, Microbiological and Physicochemical Characterisation of Functional Manuka Honey Yogurts Containing Probiotic *Lactobacillus reuteri* DPC16. *Foods*, *9*(1). doi: 10.3390/foods9010106
- Monteschio, J. d. O., de Vargas Junior, F. M., Alves da Silva, A. L., das Chagas, R. A., Fernandes, T., Leonardo, A. P., . . . Muir, J. P. (2021). Effect of copaiba essential oil (*Copaifera officinalis* L.) as a natural preservative on the oxidation and shelf life of sheep burgers. *PLOS ONE*, *16*(3), e0248499. doi: 10.1371/journal.pone.0248499
- Moreira, I. d. S., Castro, D. S. d., Feitosa, M. K. d. S. B., Nunes, J. S., & Santos, F. M. d.

- (2014). Elaboração e avaliação da qualidade de iogurtes de maçã adoçados com sacarose e com mel. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, 9(1), 10 - 14.
- Nascimento, K. S. d., Sattler, J. A. G., Macedo, L. F. L., Gonzalez, C. V. S., Melo, I. L. P. d., Araujo, E. d. S., . . . Almeida-Muradian, L. B. d. (2018). Phenolic compounds, antioxidant capacity and physicochemical properties of Brazilian *Apis mellifera* honeys. *LWT - Food Science and Technology*, 91, 85-94. doi: 10.1016/j.lwt.2018.01.016
- Nazari, A., Zarringhalami, S., & Asghari, B. (2023). Influence of germinated black cumin (*Nigella sativa* L.) seeds extract on the physicochemical, antioxidant, antidiabetic, and sensory properties of yogurt. *Food Bioscience*, 53, 102437. doi: <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2023.102437>
- Park, Y. W., Oglesby, J., Hayek, S. A., Aljaloud, S. O., Gyawali, R., & Ibrahim, S. A. (2019). Impact of Different Gums on Textural and Microbial Properties of Goat Milk Yogurts during Refrigerated Storage. *Foods*, 8(5). doi: 10.3390/foods8050169
- Pelaes Vital, A. C., Goto, P. A., Hanai, L. N., Gomes-da-Costa, S. M., de Abreu Filho, B. A., Nakamura, C. V., & Matumoto-Pintro, P. T. (2015). Microbiological, functional and rheological properties of low fat yogurt supplemented with *Pleurotus ostreatus* aqueous extract. *LWT - Food Science and Technology*, 64(2), 1028-1035. doi: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.07.003>
- Pelaes Vital, A. C., P. A. Goto, L. N. Hanai, S. M. Gomes-da-Costa, B. A. de Abreu Filho, C. V. Nakamura, and P. T. Matumoto-Pintro. 2015. Microbiological, functional and rheological properties of low fat yogurt supplemented with *Pleurotus ostreatus* aqueous extract. *LWT* 64:1028–1035.
- Perna, A., Intaglietta, I., Simonetti, A., & Gambacorta, E. (2014). Antioxidant activity of yogurt made from milk characterized by different casein haplotypes and fortified with chestnut and sulla honeys. *J Dairy Sci*, 97(11), 6662-6670. doi: 10.3168/jds.2013-7843
- Prokisch, J., El-Ramady, H., Daróczy, L., Nagy, É., Badgar, K., Kiss, A., . . . Oláh, C. (2022a). Functional Yogurt Fortified with Honey Produced by Feeding Bees Natural Plant Extracts for Controlling Human Blood Sugar Level. *Plants*, 11(11), 1391. doi: <https://doi.org/10.3390/plants11111391>
- Prokisch, J., El-Ramady, H., Daróczy, L., Nagy, É., Badgar, K., Kiss, A., . . . Oláh, C. (2022b). Functional Yogurt Fortified with Honey Produced by Feeding Bees Natural Plant Extracts for Controlling Human Blood Sugar Level. *11*(11), 1391.
- Ranadheera, C. S., Evans, C. A., Adams, M. C., & Baines, S. K. (2012). Probiotic viability and physico-chemical and sensory properties of plain and stirred fruit yogurts made from goat's milk. *Food Chemistry*, 135(3), 1411-1418. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.06.025>
- Saleh, A., Mohamed, A. A., Alamri, M. S., Hussain, S., Qasem, A. A., Ibraheem, M. A., & Shahzad, S. A. (2020). Nonfat Set Yogurt: Effect of Okra Gum and Various Starches on the Rheological, Sensory, and Storage Qualities and Wheying-Off. *Journal of Chemistry*, 2020, 5091970. doi: 10.1155/2020/5091970
- Santos, D. D. C., Moreira, A. D. S., De Oliveira, E. N. A., & Dos Santos, Y. M. G. (2014). Elaboaração de bebida tipo néctar de graviola adoçada com mel de *Apis mellifera*. *Revista Caatinga*, 27(4), 216-225.
- Sert, D., Akin, N., & Dertli, E. (2010). Effects of sunflower honey on the physicochemical, microbiological and sensory characteristics in set type yoghurt during refrigerated storage. *International Journal of Dairy Technology*, 64, 99-107. doi: 10.1111/j.1471-0307.2010.00635.x

- Torrice, D. D., Tam, J., Fuentes, S., Gonzalez Viejo, C., & Dunshea, F. R. (2019). D-Tagatose as a Sucrose Substitute and Its Effect on the Physico-Chemical Properties and Acceptability of Strawberry-Flavored Yogurt. *Foods*, 8(7). doi: 10.3390/foods8070256
- Ustunol, Z., & Gandhi, H. (2001). Growth and viability of commercial Bifidobacterium spp. in honey-sweetened skim milk. *J Food Prot*, 64(11), 1775-1779. doi: 10.4315/0362-028x-64.11.1775
- Varga, L. (2006). Effect of acacia (Robinia pseudo-acacia L.) honey on the characteristic microflora of yogurt during refrigerated storage. *Int J Food Microbiol*, 108(2), 272-275. doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2005.11.014
- Vénica, C. I., Wolf, I. V., Spotti, M. J., Capra, M. L., Mercanti, D. J., & Perotti, M. C. (2023). Impact of protein-providing milk ingredients on volatile compounds, microstructure, microbiology and physicochemical characteristics of yogurts. *Food Bioscience*, 53, 102588. doi: <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2023.102588>
- Vital, A. C., Goto, P., Hanai, L., Gomes-da-Costa, S., Filho, B., Nakamura, C., & Matumoto-Pintro, P. (2015). Microbiological, functional and rheological properties of low fat yogurt supplemented with *Pleurotus ostreatus* aqueous extract. *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie*, 64, 1028-1035. doi: 10.1016/j.lwt.2015.07.003
- Yildiz, Ö., & Eyduran, S. P. (2009). Functional components of berry fruits and their usage in food technologies. *African Journal of Agricultural Research*, 4, 422-426. doi: <https://doi.org/10.5897/AJAR.9000360>
- Yücel, Y., & Sultanoğlu, P. (2013). Characterization of Hatay honeys according to their multi-element analysis using ICP-OES combined with chemometrics. *Food Chem*, 140(1-2), 231-237. doi: 10.1016/j.foodchem.2013.02.046
- Yuksel, Z., Avci, E., & Erdem, Y. K. (2010). Characterization of binding interactions between green tea flavanoids and milk proteins. *Food Chemistry*, 121(2), 450-456. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.12.064>
- Zheng, S., He, Z., He, L., Li, C., Tao, H., Wang, X., & Zeng, X. (2022). Influence of adding Perilla seed oil on potato blueberry yogurt quality during storage at 4 °C. *LWT*, 168, 113921. doi: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.113921>
- Wang, C., E. Wang, Y. Bai, Y. Lu, and H. Qi. 2023. Encapsulated fucoxanthin improves the structure and functional properties of fermented yogurt during cold storage. *Food Chem* 419.

5. NORMAS PARA SUBMISSÃO DE ANÁLISE DE MANUSCRITO NA REVISTA LWT - FOODSCIENCE AND TECHNOLOGY

Disponível no link: <https://www.sciencedirect.com/journal/lwt/publish/guide-for-authors>

Sobre o periódico

Objetivos e escopo

Ciência e Tecnologia de Alimentos

Anúncio : A partir de janeiro de 2022, a *LWT* se tornará um periódico de acesso aberto. Os autores que publicarem na *LWT* poderão tornar seu trabalho imediatamente, permanentemente e livremente acessível. A *LWT* continua com os mesmos objetivos e escopo, equipe editorial, sistema de submissão e rigorosa revisão por pares. Os autores da *LWT* pagarão uma taxa de publicação de artigo (APC), terão uma escolha de opções de licença e manterão os direitos autorais de seu trabalho publicado. A APC será solicitada após a revisão por pares e aceitação. O pagamento da APC será exigido para todos os artigos aceitos enviados após 01 de outubro de 2021.

Observação : os autores que enviaram seu artigo até **30 de setembro de 2021** terão seu artigo aceito publicado na *LWT* sem nenhum custo. Os autores que enviarem seu artigo após essa data serão solicitados a pagar a APC.

LWT - Food Science and Technology é um periódico internacional que publica artigos inovadores nas áreas de química de alimentos , bioquímica , microbiologia , tecnologia e nutrição . O trabalho descrito deve ser inovador na abordagem ou nos métodos usados. A significância dos resultados para a comunidade científica ou para a indústria alimentícia também deve ser especificada. Contribuições escritas em inglês são bem-vindas na forma de artigos de revisão, revisões curtas, artigos de pesquisa e notas de pesquisa. Artigos que apresentem ensaios em animais e culturas de células estão fora do escopo do periódico e não serão considerados para publicação.

A cobertura do banco de dados inclui Current Contents, Cambridge Scientific Abstracts, Biological Abstracts, IFIS, Chemical Abstracts, Dairy Science Abstracts, Food Science and Technology Abstracts e AGRICOLA.

Benefícios para autores

Também oferecemos muitos benefícios para autores, como PDFs gratuitos, uma política liberal de direitos autorais, descontos especiais em publicações da Elsevier e muito mais. Clique aqui para obter mais informações sobre nossos serviços para autores .

Por favor, veja nosso Guia para Autores para informações sobre envio de artigos. Se você precisar de mais informações ou ajuda, por favor, visite nosso Centro de Suporte

Tipos de artigos

Três tipos de artigos revisados por pares serão publicados:

Artigos de revisão . Essas revisões concisas devem apresentar um aspecto focado de um tópico de interesse atual ou de um campo emergente. Elas não pretendem ser pesquisas bibliográficas abrangentes cobrindo todos os aspectos do tópico, mas devem incluir todas as principais descobertas e reunir relatórios de várias fontes. Elas devem ter como objetivo fornecer avaliações equilibradas e objetivas, dando a devida referência ao trabalho publicado relevante, e não apenas apresentar os preconceitos de autores individuais ou resumir apenas o trabalho realizado pelos autores ou por aqueles com quem os autores concordam. Especulações indevidas também devem ser evitadas. Essas revisões receberão prioridade na publicação.

As revisões podem abordar questões pertinentes em ciência de alimentos, tecnologia, processamento, aspectos nutricionais de alimentos crus e processados e podem incluir nutracêuticos, alimentos funcionais, uso de "ômicas" na qualidade dos alimentos, processamento e preservação de alimentos e produção de alimentos.

Os tópicos a serem abordados devem estar na vanguarda da ciência, bem pensados, sucintos, focados e claros. Idealmente, a revisão deve fornecer uma visão do estado da arte e sugerir possíveis necessidades e tendências futuras.

Todos os artigos serão submetidos ao processo de revisão por pares.

Envie um resumo da revisão proposta ao Editor Chefe (Professor Rakesh Singh), rsingh@uga.edu para consideração antes de preparar o manuscrito completo. O resumo do trabalho proposto deve incluir o seguinte:

a. O resumo deve identificar a necessidade do artigo proposto, o público-alvo e cinco

palavras-chave.

b. Título (120 caracteres ou menos)

c. Resumo curto (≤ 300 palavras).

d. Identifique o endereço e as informações de contato do autor de contato. As informações de contato devem incluir o nome do autor, endereço postal, número de telefone, número de fax e e-mail.

e. Tempo previsto necessário para concluir o trabalho proposto após a aprovação do resumo inicial.

Preparação do manuscrito

a. Todas as linhas e páginas devem ser numeradas continuamente.

b. Todo o texto deve ter espaçamento duplo.

c. Comprimento total do manuscrito ≤ 5.000 palavras (parte do texto).

d. Número total de tabelas ≤ 5 .

e. Número total de figuras ≤ 5 .

f. Número máximo de referências (incluindo aquelas citadas em tabelas e figuras) não deve exceder 50.

g. Na lista de referências, identifique cinco (5) referências-chave (indicadas por um * na frente da referência na seção de referências). Em duas a três frases, explique por que essa referência é uma referência-chave.

Artigos de pesquisa. Relatórios de pesquisa original, completa e cientificamente sólida, que contribua com novos conhecimentos para seu campo. O artigo deve ser organizado conforme descrito na Estrutura do Artigo abaixo. Os artigos não devem exceder 5500 palavras (aproximadamente 18 páginas digitadas com espaçamento duplo), incluindo resumo, mas sem tabelas, figuras, as legendas correspondentes e referências. Todas as linhas e páginas devem ser numeradas continuamente.

6 CONCLUSÃO

Os resultados da pesquisa realizada na produção do iogurte enriquecido com mel de abelha *Apis mellífera* da savana Amazônica, possibilitaram concluir que:

1 - Os resultados encontrados nas análises físico-químico e microbiológica do mel usado no iogurte estão em consonância com a legislação que estabelecem o controle de qualidade para méis;

2 - Os parâmetros físico-químico analisados no iogurte enriquecido com mel abelha *Apis mellífera* da savana Amazônica estiveram em conformidade com a legislação em até 28 dias de armazenamento refrigerado;

3 - Os parâmetros tecnológico analisados influenciam diretamente nas características físicas do iogurte produzido, demonstrando que quanto maior percentual de mel adicionado, menos brilhos o iogurte emite, maior a capacidade de retenção de água e menor a sinérese;

4 - Os parâmetros das propriedades funcionais analisadas demonstraram que o iogurte com 20% de mel possui maior atividade antioxidante e maior quantidade de compostos fenólicos;

5 - A análise sensorial revelou que o iogurte produzido contendo 20% de mel foi o mais aceitado pelos consumidores, enquanto o iogurte produzido contendo 8% de mel foi o mais rejeitado pelos consumidores.

6 - Os resultados obtidos na aplicação do questionário do consumidor demonstraram que o consumo do iogurte ainda é diminuto, sendo consumido uma vez por mês, sendo o atributo de maior escolha o sabor e o preço.

Faz-se necessário a continuidade de outras pesquisas envolvendo a produção de iogurte enriquecido com mel, bem como iogurte enriquecido com outras substâncias, principalmente frutos e produtos da savana Amazônica, acompanhados de análises físico-químicas, tecnológicas, microbiológicas e sensoriais que garantem a qualidade do produto aos consumidores.

REFERÊNCIAS

- BARBOSA, A. M.; LOPES, G. N.; BARBOSA, J. B. F. Análise Econômica da Apicultura no Estado de Roraima. **REVISTA AGRO@ MBIENTE ON-LINE**, Boa Vista, v. 1, n. 1, p. 53-58, jul. 2007.
- BARBOSA, R. I.; MIRANDA, I. S. Fitofisionomias e diversidade vegetal das savanas de Roraima. **Savanas de Roraima: Etnoecologia, Biodiversidade e Potencialidades Agrossilvipastoris**, FEMACT, Boa Vista, p. 61-77, fev. 2005.
- FEITOSA, V. B. D. et al. Estabilidade físico-química de iogurtes adoçados com mel de abelha *Apis mellifera* L. **Ciência animal brasileira**, Pau de Ferros, v. 21, p. e-50923, mar. 2020.
- JÚNIOR, A. L. M. et al. Caracterização físico-química e palinológica de mel de *Apis mellifera*, obtido a partir de florada de canola, de municípios do Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Científica Intelletto**, Passo Fundo, v. 7, n. 1, p. 108-126, mai. 2022.
- MACEDO, L. N. et al. Prebiotic effect of honey on growth and viability of *Bifidobacterium spp.* and *Lactobacillus spp.* in milk. **Food Science and Technology**, Rio de Janeiro, v. 28, n. 4, p. 935-942, dez. 2008.
- MOREIRA, I. D. S. et al. Elaboração e avaliação da qualidade de iogurtes de maçã adoçados com sacarose e com mel. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v. 9, n. 1, p. 10-14, mar. 2014.
- NAMI, Y. et al. Anti-oral cancer properties of potential probiotic lactobacilli isolated from traditional milk, cheese, and yogurt. **Scientific Reports**, Kermanshah, v. 14, n. 1, p. 1-15, mar. 2024.
- RIBEIRO, R.; STARIKOFF, K. R. Evaluation of physical-chemical and microbiological quality of marketed honey. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v. 18, n. 1, p. 111-118, jan. 2019.
- SILVA, D. J. S. et al. Propriedades físico-químicas de méis de abelha no Brasil: uma revisão. **Editora Licuri**, Campina Grande, p. 130-142, mai. 2024.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE RORAIMA, UFRR. **Resolução nº 008/2017 – CEPE que aprova as Normas para Apresentação dos Trabalhos Técnico Científicos da UFRR**. Disponível em: <https://ufrr.br/bibliotecas/destaques/124-manual-de-normas> Acesso em 01 de ago. de 2022.

ANEXO A

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado a participar da pesquisa “**Iogurte enriquecido com mel de abelhas *Apis mellifera* de Roraima**” sob a responsabilidade da pesquisadora: Jéssica de oliveira Monteschio e sua participação não é obrigatória. A qualquer momento você pode desistir de participar e poderá sair da pesquisa sem nenhum prejuízo para você ou para o pesquisador.

O senhor (a) está sendo convidado (a) a participar, como voluntário (a), de uma pesquisa sobre análise sensorial de iogurte enriquecido com mel de abelhas de Roraima. Este documento irá lhe fornecer **informações importantes** sobre o estudo. Por favor, leia atentamente o conteúdo abaixo e esclareça suas dúvidas junto à equipe para decidir se deseja ou não participar do mesmo. No caso de aceitar fazer parte do estudo, assine este documento. Caso não queira participar não será penalizado em nenhum sentido. O critério utilizado para a seleção/recrutamento dos participantes está de acordo com as características demográficas brasileiras, quanto a idade e sexo (IBGE, 2022), sendo convidados para participarem da pesquisa pessoas de ambos os sexos, sendo excluídos menores de 18 anos, pois são classificados como grupo vulneráveis, sem autonomia de decidir sua participação em uma pesquisa.

O experimento tem como objetivo os atributos sensoriais (aparência, cor, aroma, textura, sabor e aceitação global) do iogurte enriquecido com mel de abelhas e seu efeito como fonte de antioxidante natural e suas propriedades terapêuticas, com atividades fitoterápicas, anti-inflamatórias e antimicrobianas. Serão oferecidas amostras com 25 ml de diferentes formulações, em copos de plásticos de 50 ml, previamente armazenadas sob refrigeração ($4 \pm 2^{\circ}\text{C}$).

Os dados serão coletados na Universidade Federal de Roraima – UFRR, Campus Cauamé, localizado no município de Boa Vista, Roraima, sendo que as amostras serão produzidas no laboratório de Tecnologia de Produtos de Origem Animal do curso de Zootecnia. Para isto a sua participação é muito importante, e ela se daria da seguinte forma você avaliará as amostras da esquerda para a direita com a opção de repetir a avaliação das amostras já avaliadas, se necessário. Você deverá marcar os números das amostras na ficha, nos quadros a direita e a esquerda, atribuir notas de acordo com a escala apresentada na própria ficha, que varia de ‘desgostei muitíssimo’ até ‘gostei muitíssimo’.

As informações desta pesquisa serão confidenciais e garantimos que somente o pesquisador saberá sobre sua participação.

Você receberá uma via deste termo com o telefone e o endereço institucional do pesquisador principal e do CEP e poderá tirar suas dúvidas sobre o projeto e sua participação, agora ou a qualquer momento. Você poderá entrar em contato conosco, sempre que achar necessário, através do telefone do pesquisador responsável, **Jéssica de Oliveira Monteschio**, número (95) 99124-2545, caso tenha alguma dúvida.

Declaro que entendi os objetivos, riscos e benefícios de minha participação na pesquisa e concordo em participar.

Raynara Ellen da Silva Macedo
Thais Drieli S. de Oliveira
Cláudia Santos de Castro
Evatan Ferreira Lima
Jamanda Carvalho
Luciana Magalhães Lima da Silva
Nathally Victória A. dos Santos
Wagner Guilherme Loureiro Santana
Mateus Lima Ramos
Liliana Fernanda Silva Teixeira
André Luiz Baptista Galvão
Aldhazy E. Spanhuel
Raizane Gonçalves Mendonça
Isabelle Cruz Amixos de Silva
Thelma Ribeiro Gomes
Estalio Wafane
Roberta Tereza Santana da Silva
Caroline Vitória Uchôa de Oliveira

Rafael Vidya Moreira dos Santos

Jessica Elaine da Silva Gonzaga

Sandra Carlos Pimenta Franklin

Meire Joisy Almeida Pennington

Yandemir Helanildo Paes

Roberto Carlos Costa Lima Regener

Marinela Cruz Cavalho de Oliveira

Luzinete Vilanova dos Silos Gomes.

JOSE DOS SANTOS DIAS

Eliane Jéssica Ruzer

Angello Gabriel Marques Braga dos Santos

Gabriella Silva Ferveiro

Vitória Cardina da Silva Campos

Maria Guilherme Alexandre Bandeira.

Jômo Cere de Melo e Silva.

Ingrid Marianny B. dos Santos

Sandy Sandra da S. de Souza

Jamilly Kelly Teodoro Dias

Rosiele Lopes Machado.

Rebekka Brassington Nogueira

~~Aracelis~~

~~Jhú Banneto~~

Yasiana Bezerra Silva

Olga Herculanio de Jesus Maria

Sonia Nataly Lopes Dias

Rogério Batista da Silva

Neuza de Rosario Silva.

~~André Luiz Pereira~~

Ketty Almeida de Oliveira

Medei Maria Loucas.
Spina Maria Souza Dias
Fioma Sora Souza de S.
Larissa Ricardo Bezerra Amorim
Adrieli Cunha Gomes.
Anny Karayne Batista Lemos
Isabela Filizola Mendes
Eduardo Johnson Lopes Santos
Maria Eduarda Gardinha da Silva
Camila Pereira
João Victor Mangabeira Vieira
Vinicius Paulino Cosmo de Oliveira
Ronaldo Sérgio Alves do Silo Filho
João Victor Ferreira Lessa
Luiz Henrique Nemes de Souza Cruz
Rodrigo de Barros FELTIAN
Cléia Mendonça de Moraes.
Ana Graciela Silveira Arruda
Luiz Carlos Figueiredo de Aguiar
João Victor Vianna de Vasconcelos.
Renilde Kellen Petronio de
Bianca Cristina Lima de Sousa
Ricardo Bardalos Fozant
Cáimã Repare do Nascimento
João Luiz Lopes Monteiro Neto
Luiz Fernando Silva Drexler
Ana Vitória Pires dos Santos
Olívia de S. Silva
Helenoju N. Peixoto

Ana Louiza Santos Oliveira

João Teodoro de Paula

Yanka Mariana Coutinho

Raquel Barbosa Gonçalves

Rebeca Franca Auzier

Adria Kemilly Costa Maria

Glauber Fereira Barreto

Mauro Aguiar

Eduar Silvio M. Jr

Gessica Mota Brancatini

Dilson Nereias de S. Prill

Wismith Silva de Andrade

Keila Dutra Jacó

Karellyne B. dos Santos

Emanuelli Maria Thomaz Barbosa

Raquel Maria dos Vêros

Yuri Rafael Marinho de Lima

Kaio Alexandre Felipe Cruz

Nataly Nadya S. Lima

Adriel dos Santos Monteleone

Annetta Genomina C. do Silva

Natalia Silvio Nunes

Rui Lima Pinheiro Vieira

Sara Caroline Prill Gomes Dias

Giselle Reis do Silva

Katherine Silva de A. Marques

Victoria Regina M. Rebelo

Martins A. C. Gomes

Faúme Furtado de Sousa

Fernestocles O. Moura

Mylenno Ferreira

João Marcos da S.

Stephany Rayane Lima Martins

Jhessica Wiede Dos Reis Bruno

Histonlem Pietro de Andrade Guimarães

MARIA VITÓRIA ARAUJO

Wellington Francisco de Souza Xavier

Evermilla Jels.

Laura Vitória Alves Miranda

Aurimo Gabriel Souza Silva

Ana Juliana José Pereira

Leovane dos Santos Pereira

Shayra Ranyda Viana de Souza

Wilson Sales

Dourdes Jasp

Kyza Rebouças Soares

Vafmir Pereira da Cunha

Souto do n. a. Maíel

Toff

ar

Termo de consentimento

- 1- ANA BEATRIZ DE ALMEIDA LIMA
- 2- Alessandra Esquivel Bressani
- 3- João Maurício H. Lima
- 4- Enzo Hazafh Bente de Melo
- 5- Bruna Carolina Santana de Almeida
- 6- Marcus Vinícius de Jesus Santos
- 7- Maria Joana dos Santos Barbosa
- 8- Bruno Santos Lima
- 9- Juliana Kozzmi
- 10 - Thainá Aparecida de R. Garcia
- 11 - Bruna Gabriela Martins Nankoc
- 12 - Luísa Vitória
- 13 - Luiza Gabriel Pereira Costa
- 14 - Mendonça Mariana Oliveira Pessoa Sousa
- 15 - Adrielle Ferreira de Cabral
- 16 - Jana Vitória Roposo de S. Guerra
- 17 - Ana Gabriela Faccio
- 18 - Dondra Komda Ruteira Smith
- 19 - Thais Araújo da Silva
- 20 - Lauren Peixoto