

ELABORAÇÃO DE IOGURTE DE UMBU COM ADIÇÃO DE MUCILAGEM DE PALMA E DIFERENTES TIPOS DE AÇÚCARES

Preparation of umbu yogurt with added palm mucilage and different types of sugars

Bianca Cotrim SANTOS^{1*}, Juliano Geraldo AMARAL², Bruna de Andrade Braga MENDES³, Márcia Elena ZANUTO⁴, Cassiara Camelo Eloi de SOUZA⁵

RESUMO: O uso da mucilagem de palma como aditivo natural em iogurtes, como substituto do amido, pode ser uma alternativa saudável, econômica e sustentável. Iogurtes podem receber a adição de polpas de frutas em seu processamento, sendo aqueles adicionados com frutos in natura, uma alternativa saudável aos iogurtes ultraprocessados. Sendo assim, o presente trabalho teve como objetivo desenvolver e caracterizar formulações de iogurte saborizado com polpa de umbu e adicionado de mucilagem de palma e diferentes tipos de açúcar (demerara, açúcar de coco e néctar de coco). As polpas de umbu foram preparadas no período de safra e congeladas até o momento do processamento e análises. Realizou-se análises físico-químicas, determinação dos compostos bioativos, da capacidade antioxidante e reologia da polpa de umbu e formulações. Nas análises físico-químicas da polpa de umbu os valores foram: pH (2,60), acidez (0,67 g ácido cítrico/100g), açúcares redutores (8,58%), antocianinas (0,07 mg.100g⁻¹), flavonoides (0,70 mg.100g⁻¹), clorofila (1,33 mg.100g⁻¹), carotenoides (0,04 mg.100g⁻¹), compostos fenólicos (368,30 mg EAG.100g⁻¹), ácido ascórbico (6,72 mg.100g⁻¹) e atividade antioxidante (72,9 %). Nas análises físico-químicas das formulações, os valores encontrados variaram entre: pH (3,0-3,2), acidez (0,44-0,50 g ácido cítrico/100g), açúcares redutores (11,75-13%), lipídios (1,21-1,46%), clorofila (2,50-3,83 mg/100g), compostos fenólicos (137,86-245,75 mg EAG/100g) e capacidade antioxidante (70,10-75,47%). Verificou-se que a polpa de umbu e formulações de iogurte apresentaram-se como fluidos não newtonianos com comportamento pseudoplástico. Conclui-se que a mucilagem de palma tem uso potencial como espessante em formulações lácteas e dentre os fitoquímicos, os compostos fenólicos e a atividade antioxidante destacaram-se nos iogurtes produzidos.

Palavras-chave: Fitoquímicos. Reologia. Aditivos naturais. Produto lácteo.

ABSTRACT: The use of palm mucilage a natural additive in yogurt, a substitute for starch, can be a healthy, economical and sustainable alternative. Yogurts can receive the addition of fruit pulps in their processing and the addition of fresh fruit, a healthy alternative to ultra-processed yogurts. Therefore, the present study aimed to develop and characterize yogurt formulations flavored with umbu pulp and added with palm mucilage and different types of sugar (demerara, coconut sugar and coconut nectar). The umbu pulps were prepared during the harvest period and frozen until processing and analysis. Physical-chemical analyzes, determination of bioactive compounds, antioxidant capacity and rheology of umbu pulp and formulations were carried out. In the physical-chemical analyzes of the umbu pulp, the values were: pH (2.60), acidity (0.67 g citric acid / 100g), reducing sugars (8.58%), anthocyanins (0.07 mg.100g⁻¹), flavonoids (0.70 mg.100g⁻¹), chlorophyll (1.33 mg.100g⁻¹), carotenoids (0.04 mg.100g⁻¹), phenolic compounds (368.30 mg EAG.100g⁻¹), ascorbic acid (6.72 mg.100g⁻¹) and antioxidant activity (72.9%). In the physical-chemical analyzes of the formulations, the values found varied between: pH (3.0-3.2), acidity (0.44-0.50 g citric acid / 100g), reducing sugars (11.75-13%), lipids (1.21-1.46%), chlorophyll (2.50-3.83 mg / 100g), phenolic compounds (137.86-245.75 mg EAG / 100g) and antioxidant capacity (70.10 -75.47%). It was found that the umbu pulp and yogurt formulations were presented as non-Newtonian fluids with pseudoplastic behavior. It is concluded that palm mucilage has potential use as a thickener in dairy formulations and among phytochemicals, phenolic compounds and antioxidant activity stood out in the produced yogurts.

Key words: Phytochemicals. Rheology. Natural additives. Dairy product.

*Autor para correspondência

Recebido para publicação em 20/04/2021, aprovado em 05/06/2021

¹Mestranda em Biociências pela Universidade Federal da Bahia. Instituição: Universidade Federal da Bahia (UFBA) - Campus Anísio Teixeira. Endereço: Rua Hormindo Barros, 58, Quadra 17, Lote 58. Bairro Candeias, Vitória da Conquista -BA, 45029-094. Fone: (77) 99196-6648. E-mail: biacotrim@gmail.com

²Doutor em Ciências Farmacêuticas pela Universidade de São Paulo, Universidade Federal da Bahia (UFBA) - Campus Anísio Teixeira, Vitória da Conquista, Bahia, (77) 991992966, amaraljg@yahoo.com.br

³Doutoranda em Engenharia e Ciência de Alimentos pela Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB). Instituição: Universidade Federal da Bahia (UFBA) -Campus Anísio Teixeira. Endereço: Rua Hormindo Barros, 58, Quadra 17, Lote 58. Bairro Candeias, Vitória da Conquista -BA, 45029-094. E-mail: brunabragamendes@hotmail.com

⁴Doutora em Ciência dos Alimentos pela Universidade de São Paulo. Instituição: Universidade Federal da Bahia (UFBA) -Campus Anísio Teixeira. Endereço: Rua Hormindo Barros, 58, Quadra 17, Lote 58. Bairro Candeias, Vitória da Conquista -BA, 45029-094. E-mail: mzanutto@hotmail.com

⁵Doutora em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Federal da Paraíba. Instituição: Universidade Federal da Bahia (UFBA) -Campus Anísio Teixeira. Endereço: Rua Hormindo Barros, 58, Quadra 17, Lote 58. Bairro Candeias, Vitória da Conquista -BA, 45029-094. E-mail: cassiara@ufba.br

INTRODUÇÃO

O iogurte, pertence à classe de leites fermentados e é definido como o produto cuja fermentação se realiza com cultivos proto-simbióticos de *Streptococcus thermophilus* e *Lactobacillus bulgaricus* (LOPES et al., 2019). O processo de produção é de acordo ao país de origem do produto, sendo predominante o processo de fermentação, que resulta na produção de ácido láctico e desestabilização do sistema proteico (SERT et al., 2017), podendo existir o processo de adição de frutas no intuito de melhorar a qualidade sensorial de forma a aumentar o consumo (PÁDUA et al., 2017).

O consumo de iogurte tem aumentado nos últimos anos em todo o mundo, não apenas por sua textura e sabor, mas também por ser considerado um alimento promotor de saúde, uma ótima fonte de proteína, cálcio, fósforo, riboflavina, tiamina, vitamina B12, folato, niacina, magnésio e zinco (DAS et al., 2019; MACORI E COTTER, 2018).

A qualidade do produto final é de grande importância na sua aceitação e esta é influenciada principalmente por sua consistência e sua viscosidade. Geralmente, para se aumentar a viscosidade do iogurte, a prática utilizada nas indústrias é o aumento do teor de sólidos pela adição de leite, ou soro de leite, em pó. Porém, também podem ser adicionados espessantes com este fim, deixando uma textura mais firme, diminuindo a sinérese e aumentando a aceitabilidade do iogurte (MATHIAS et al., 2013).

A mucilagem da palma tem a capacidade de reter grandes quantidades de água, o que lhe confere propriedades tecnológicas para aplicação na indústria como geleificante. Na indústria alimentar pode ser utilizada como agente espessante e base de formulações de soluções de revestimentos comestíveis. Como não interfere na qualidade físico-química e sensorial dos produtos, pode ser aplicada como filme comestível a frutos perecíveis ou minimamente processados, para aumentar o período de conservação e manter alguns atributos de qualidade. Trata-se de um recurso natural, biodegradável e de baixo custo (SAPATA et al., 2018).

Díaz et al. (2017), em uma revisão sobre os benefícios das espécies de *Opuntia* contra diferentes doenças crônicas, como doenças cardiovasculares, diabetes, obesidade, câncer, entre outros, encontraram que a ingestão constante de produtos derivados de *Opuntia* pode aumentar o HDL e reduzir os níveis de colesterol LDL e estresse, melhorar o status redox em humanos saudáveis, as respostas anti hiperglicêmicas e anti hiperinsulinêmicas, suprimir o acúmulo de lipídios ou inibir a adipogênese; mostra atividade citotóxica contra diferentes linhagens celulares de câncer, e em camundongos, produtos de *Opuntia* poderiam suprimir o crescimento do tumor (RODRÍGUEZ et al., 2015).

Alguns estudos relatados por Monrroy et al. (2017) mostraram o uso potencial da mucilagem de *Opuntia* sp. como estabilizador, agente aromatizante, substituto de gordura e revestimento comestível para prolongar a vida útil da fruta. Outro estudo realizado por Ventura-Aguilar et al. (2017) relatou que o consumo de mucilagem promove benefícios à saúde tais como redução dos níveis de colesterol e melhora o controle da glicemia, efeitos altamente correlacionados com a viscosidade.

Além disso, vários nutrientes potencialmente ativos e com propriedades funcionais faz dos frutos e cladódios (raquetes jovens) das cactáceas, perfeitos candidatos para elaboração de alimentos saudáveis e suplementos dietéticos.

(PINTO, 2018; PONTES et al., 2018). Já estão disponíveis no mercado global, grande variedade de alimentos funcionais, nutraceuticos e cosméticos, elaborados com matérias primas providas de cactáceas, consideradas fontes promissoras para as indústrias alimentícia, cosmética e farmacêutica (NAZARENO et al., 2016).

O umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Câmara) é uma planta nativa da região Semiárida do Nordeste do Brasil, que produz frutos do tipo drupa, esféricos ou ovais, com 4 cm de diâmetro, casca de média espessura, bastante lisa, cor esverdeada e amarelo pálido quando maduro. Os frutos são muito apreciados devido ao excepcional sabor e odor (sabor agridoce) e apresentam alto teor de compostos fenólicos garantindo que a dieta tenha um bom suprimento dos compostos antioxidantes (DE LIMA, 2018).

Segundo o IBGE (2017), a maior produção está na região Nordeste, sendo o estado da Bahia o que detém 89,8% da produção nacional. O fruto do umbuzeiro é rico em vitamina C, possui excelente sabor e aroma, boa aparência e qualidade nutritiva, podendo ser consumido in natura ou preparado na forma de polpa, suco, refrescos, doce, umbuzada, sorvetes, xarope de umbu, pasta concentrada, umbuzeitona, batida e umbu cristalizado (COSTA et al., 2015).

Deste modo, o objetivo do presente estudo foi desenvolver e caracterizar formulações de iogurte saborizado com polpa de umbu utilizando a mucilagem dos cladódios de palma (*Opuntia ficus-indica* L. Miller) como espessante e adoçado com três tipos de açúcar.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida no Instituto Multidisciplinar em Saúde, Campus Anísio Teixeira, Universidade Federal da Bahia, no município de Vitória da Conquista, BA.

Colheita da palma e origem do umbu

Os cladódios de palma foram selecionados de acordo com o tamanho, não ultrapassando 22 cm, colhidos durante o período da manhã na zona rural de Vitória da Conquista – BA. Depois foram sanitizados em água clorada a 200 ppm durante 10 minutos, secos e direcionados para o procedimento de extração. Os umbus foram adquiridos na Central de Abastecimento de Vitória da Conquista – CEASA, sendo igualmente sanitizados.

Preparo do iogurte

Para o desenvolvimento das formulações de iogurte foram utilizados os ingredientes descritos na Tabela 1. Todos foram obtidos no comércio local da cidade de Vitória da Conquista-BA. A preparação ocorreu a partir do aquecimento do leite, até atingir 40 °C. Após isto, foi adicionado o iogurte natural e mantido em repouso para fermentação por 10 horas.

Tabela 1. Matérias primas utilizadas para elaboração do iogurte natural.

Ingredientes	Quantidades
Leite UHT integral	1000 mL
Iogurte natural integral	270 mL

Extração de mucilagem da palma

A extração prévia de mucilagem da palma (*Opuntia ficus-indica* Miller), seguiu a metodologia adaptada de Farias et al.,

(2015), onde o cladódio foi fracionado em pequenos pedaços, seguida de trituração em liquidificador industrial e posteriormente filtrado para a obtenção da mucilagem.

Preparo das polpas de umbu

Os umbus foram descascados manualmente e tiveram suas polpas trituradas, as quais foram acondicionadas em porções de cerca de 200 g em embalagens plásticas e congeladas (-20°C) para posterior utilização.

Preparo da amostra

O iogurte foi saborizado com polpa de umbu não pasteurizada, sendo adicionado nas preparações 5% de mucilagem de palma (*Opuntia ficus-indica* Miller) e diferentes tipos de açúcares, como descritos na Tabela 2 e visualizados na Figura 1.

Tabela 2. Definições das formulações de iogurte natural saborizado com polpa de umbu.

Formulações	Especificações
Formulação A	100 g de polpa + 50 ml de iogurte + 7,5 ml de mucilagem + 10 g de néctar de coco
Formulação B	100 g de polpa + 50 ml de iogurte + 7,5 ml de mucilagem + 10 g de açúcar demerara
Formulação C	100 g de polpa + 50 ml de iogurte + 7,5 ml de mucilagem + 10 g de açúcar de coco

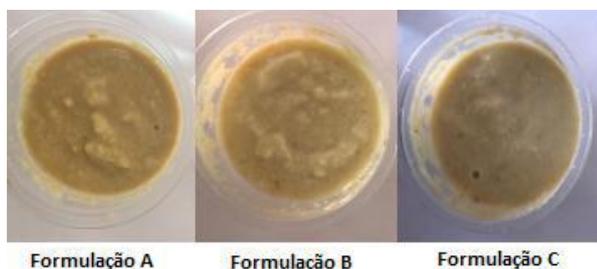


Figura 1: Iogurte natural saborizado com polpa de umbu adicionado com mucilagem de palma (*Opuntia ficus-indica* Miller). (Fonte: acervo pessoal)

Avaliações físico-químicas

Sólidos solúveis totais (SST): foi realizada por meio de refratometria, utilizando refratômetro Abbe de bancada, expressando-se o resultado em % (IAL, 2008).

Acidez titulável (AT - g ácido cítrico. 100g⁻¹): foi determinada por titulometria com hidróxido de sódio 0,1 M utilizando-se fenolftaleína a 1% como indicador (IAL, 2008);

Ratio: foi calculado a partir da relação SST/ATT.

pH: foi realizada com um Potenciômetro digital (IAL, 2008);

Resíduo mineral fixo (cinzas) e umidade: foram realizados pelo método descrito nas normas do Instituto Adolfo Lutz (2008).

Açúcares redutores: foi determinado pelo método titulométrico de *Fehling* conforme a metodologia do IAL (2008).

Lipídios totais: foi realizada por extração a frio de acordo com método de Folch et al. (1957).

Compostos bioativos

Clorofila total: Foram determinados conforme metodologia de Bruinsma (1963). A extração foi realizada em acetona 80% e leitura da absorbância em comprimento de onda de 652 nm.

Carotenoides totais: foi realizada pelo método de Higby (1962), envolvendo a maceração em acetona a 80%, seguida da extração em hexano PA e leitura da absorbância a 450 nm.

Flavonoides amarelos: seguiu a metodologia de Francis (1982), utilizando a solução extratora (etanol PA: HCl 1,5 M - 85:15) e leitura em espectrofotômetro a 374 nm.

Antocianinas totais: foi determinado segundo Francis (1982), utilizando a solução extratora (etanol PA: HCl 1,5 M - 85:15) e realizada a leitura da absorbância a um comprimento de onda de 535 nm.

Ácido ascórbico: obedeceu ao método de Strohecker e Henning (1967), por titulometria utilizando-se solução de DFI (2,6 dicloro-fenolindofenol 0,002%).

Compostos fenólicos totais: foi determinado baseado na reação com o reagente Folin-Ciocalteu conforme método adaptado de Singleton e Rossi (1965), utilizando a solução extratora (álcool etílico 70%) e realizando a leitura da absorbância a 765 nm. Sendo o resultado expresso a partir do cálculo do Equivalente de Ácido Gálico (EAG) em 100 g de amostra (mg EAG.100 g⁻¹).

Capacidade antioxidante: foi determinada pelo método de Brand-Williams (1995), utilizando a solução extratora (álcool etílico 70%) seguida da análise pelo método do sequestro do radical DPPH (2,2-difenil-1-picril-hidrazil) e leitura da absorbância a 515 nm. Para o cálculo utilizou-se o controle negativo (metanol puro). Os resultados foram expressos em porcentagem (%).

Caracterização reológica

O perfil reológico das amostras foi caracterizado utilizando reômetro Brookfield, modelo LVDV-III ULTRA com adaptador para pequenas amostras, acoplado a um computador com Software Rheocal V3.2 Build a 25°C. As medições foram realizadas em Spindles e velocidades de rampa escolhidas de forma que o torque do reômetro se mantivesse entre 10-80%, foram utilizadas velocidades progressivamente maiores para obtenção da curva ascendente e velocidades progressivamente menores, no retorno, para obtenção da curva descendente.

A partir dos resultados, foram calculados os valores de índice de fluxo e de consistência de acordo com a Lei da Potência.

Análises estatística

Os dados foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA) e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$) utilizando-se o *software* RStudio (CORE TEAM, 2018). Foi aplicada análise de regressão local LOESS (*Locally Estimated Scatterplot Smoothing*) para prever a dependência da tensão de cisalhamento e da viscosidade sob a taxa de cisalhamento.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Caracterização físico-química, teor dos compostos bioativos e capacidade antioxidante da polpa de umbu

Na Tabela 3 estão apresentados os resultados da caracterização físico-química, do teor de compostos bioativos e atividade antioxidante da polpa de umbu.

As médias obtidas para pH, acidez, sólidos solúveis e açúcar redutor foram respectivamente 2,60, 0,67 g ácido cítrico.100 g⁻¹, 8,58 °Brix e 9,85%. Os valores de acidez e sólidos solúveis demonstraram propriedades adequadas para o consumo in natura bem como para o processamento. A indústria de alimentos utiliza o efeito do pH sobre os microrganismos para a preservação dos alimentos, sendo o pH ≤ 4,5 muito importante (SILVA et al., 2015).

Os teores de fenólicos totais, antocianinas totais e flavonoides amarelos na polpa de umbu estudada foram, respectivamente 368,30 mg EAG.100 g⁻¹, 0,07 mg.100g⁻¹ e 0,70 mg.100 g⁻¹. Vários fatores influenciam no teor de compostos fenólicos (antocianinas e flavonoides) em frutos, tais como: grau de maturação, espécie, técnicas de cultivo, origem geográfica, estágio de crescimento, condições de colheita e processo de armazenamento dos frutos, o que justifica as diferenças observadas (PALIOTO et al., 2015). Vários efeitos benéficos à saúde têm sido atribuídos aos compostos fenólicos presentes nas frutas, vegetais, chás e vinhos, devido às propriedades funcionais desses resíduos que são capazes de agir sobre o metabolismo e fisiologia humana.

Os carotenoides fazem parte de um grupo de pigmentos naturais que estão presentes nos frutos e produtos hortícolas e que são responsáveis pelas cores de amarelo a vermelho. Vale lembrar, que os vegetais verdes também são excelentes fontes de carotenoides, porém os pigmentos vermelhos, amarelos e laranjas são mascarados pela clorofila. O nosso corpo não é capaz de sintetizar carotenoides e sua presença no organismo é resultado da ingestão de carotenos através da dieta. Têm elevada importância na saúde humana porque os estudos epidemiológicos têm associado o consumo dos alimentos que os contêm a inúmeros benefícios para a saúde, como a redução do risco de doenças cardiovasculares, catarata e degeneração macular. Além disso, alguns carotenoides, principalmente o β-caroteno transformam-se no organismo humano em vitamina

A, de elevada importância para os grupos populacionais que por diversas razões não ingerem alimentos de origem animal (ALMEIDA et al., 2017). O teor de carotenoides totais do presente estudo (0,04 mg.100 g⁻¹) foi superior ao encontrado por Neto et al. (2020) em frutos verdes de uvaieira (*Eugenia pyriformis Cambess*).

O teor de vitamina C (6,72 mg.100 g⁻¹) foi inferior ao encontrado por Oliveira et al. (2018) nos frutos de umbu no ponto de colheita (10,90 mg.100 g⁻¹). Segundo Liang et al. (2017), as variações são encontradas de acordo com as fases de desenvolvimento do fruto, diminuindo, aumentando ou havendo picos na concentração de ácido ascórbico, relacionados diretamente com a expressão de genes que podem sintetizar como degradar a molécula, ativando e desativando enzimas responsáveis por esses processos.

Quanto à capacidade antioxidante, foi observado, nível elevado de sequestro do radical DPPH (72,90%), sendo superior aos dados reportados por Costa et al. (2015) em resíduos de umbu (34,42%). Sendo assim, a variação observada pode ser atribuída às condições climáticas, variabilidade genética da planta e à metodologia utilizada.

A busca por alimentos funcionais tem aumentado cada vez mais, tornando mais constante o consumo de frutas em sua forma in natura e processada. Fang, Meng e Min (2018) afirmaram que o consumo de frutas, por apresentarem uma capacidade antioxidante considerável, está relacionada com a prevenção de processos inflamatórios podendo reduzir o risco de doenças crônicas. Isso se deve à capacidade antioxidante, que absorve radicais livres inibindo ou até interrompendo a cadeia de propagação das reações oxidativas (JIAO et al., 2018).

Os dados obtidos mostraram que a polpa fresca de umbu apresenta caráter ácido, alto teor de fenólicos e elevada capacidade antioxidante tornando positivo a sua utilização no desenvolvimento de novos produtos na indústria alimentícia.

Tabela 3 – Caracterização físico-química, compostos bioativos e atividade antioxidante da polpa de umbu (*Spondias tuberosa*).

Características (b.u)	Média/DP*
pH	2,60±0,03
Acidez titulável (g ácido cítrico.100 g ⁻¹)	0,67±0,02
Sólidos solúveis totais (%)	8,58±0,29
Ratio	12,82±0,59
Açúcares redutores (%)	9,85±0,21
Antocianinas totais (mg.100g ⁻¹)	0,07±0,01
Flavonoides amarelos (mg.100g ⁻¹)	0,70±0,11
Clorofila total (mg.100g ⁻¹)	1,33±0,01
Carotenoides totais (mg.100g ⁻¹)	0,04±0,00
Compostos fenólicos totais (mg EAG.100g ⁻¹)	368,30±24,98
Ácido ascórbico (mg.100g ⁻¹)	6,72±0,53
Atividade antioxidante total (%)	72,90±0,70

*DP: Desvio padrão; b.u: base úmida; EAG: Equivalente de ácido gálico.

Caracterização físico-química das formulações de iogurte de polpa de umbu

A Tabela 4 apresenta os resultados da caracterização físico-química das formulações de iogurte. Em relação ao pH, SST, ratio, umidade e açúcares redutores houve diferença significativa (p<0,05) entre as formulações.

Os resultados médios para pH variaram de 3,00 a 3,20, sendo próximos aos encontrados por Kowaleski et al. (2020) que reportaram pH de 3,70 na formulação de iogurte funcional com morango. É sabido que a redução do pH resulta em uma melhor durabilidade do produto final e a legislação brasileira não estabelece limites para pH em iogurtes (BRASIL, 2007). Vale ressaltar que a adição da polpa de umbu também pode ter

contribuído para redução do pH. Existe padrão para a acidez titulável no Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leites Fermentados (BRASIL, 2007), podendo variar entre 0,6 a 1,5 g de ácido láctico para 100 g do produto. Quando avaliado este parâmetro, não existiu diferença ($p > 0,05$) entre as formulações com valores médios de 0,48 g ácido cítrico.100 g⁻¹, estando de acordo com o que é preconizado. Estes valores também foram similares aos resultados encontrados por Kowaleski et al. (2020) na formulação de iogurte funcional sabor morango (0,78 g ácido cítrico. 100 g⁻¹).

Os sólidos solúveis totais (SST) indicam a quantidade de sólidos dissolvidos na água, tais como açúcar, sais, proteínas e ácidos (BRASIL, 2008). Os valores de SST apresentaram média de 12,50 °Brix entre as formulações. Estes resultados foram semelhantes aos encontrados por Melo *et al.* (2018) em bebidas lácteas com polpa de morango “tipo integral” (9,11 – 13,90 °Brix).

Com relação ao percentual de umidade, a formulação A (85,97%) diferiu ($p < 0,05$) das outras duas amostras. Tais achados foram semelhantes aos encontrados por Da Silva et al. (2017) na formulação de iogurte preparada sem a adição de prebióticos (84,21%). O teor de cinzas fornece a quantidade total de minerais dentro de um alimento (PERRING, L., & TSCHOPP, A., 2018) e os resultados no presente estudo foram semelhantes entre as formulações, tendo uma média de 0,21%. Tais resultados foram inferiores ao encontrado por Da Silva et al. (2017) na formulação de iogurte (0,74%).

Quanto ao teor de lipídios, os resultados foram similares entre as formulações, tendo uma média de 1,31%, sendo inferiores aos reportados por Santana et al. (2015), na formulação de iogurte preparada com 40% de polpa de pitaita (2,38%). Sendo assim, as formulações analisadas podem ser classificadas como produtos com baixo teor de gordura por apresentarem menos de 3% de gordura (BRASIL, 2012) e estão de acordo com a legislação para leites fermentados (BRASIL, 2007).

Quando comparado o açúcar branco com os demais tipos, sua principal diferença é que ele passa pelo processo de clarificação, sendo assim, se justifica a coloração amarronzada do açúcar demerara e de coco (SILVA et al., 2018). O açúcar demerara apresenta maiores níveis nutricionais quando comparado com o branco por passar por refinamento menos agressivo e ser submetido a uma menor quantidade de aditivos químicos, possuindo nutrientes como cálcio (Ca), fósforo (P), potássio (K), magnésio (Mg), além das vitaminas B e C. (AREZES et al., 2016; ASIKIN et al., 2014). Já o açúcar de coco pode ser oferecido na forma cristalizada ou líquida como o néctar por exemplo, sendo sua coloração marrom, similar à do açúcar mascavo (RIBEIRO et al., 2020).

A busca constante por produtos alimentícios saudáveis, nutritivos e de grande aproveitamento tem crescido, sendo assim, muitos estudos têm dado ênfase ao valor nutricional dos ingredientes lácteos. Um importante ingrediente funcional com emprego potencial em produtos lácteos são as substâncias prebióticas e probióticas (CHAMPAGNE et al., 2018).

Tabela 4 – Caracterização físico-química das formulações de iogurte de polpa de umbu (*Spondias tuberosa*).

Características	Formulações			Média Geral
	A	B	C	
pH	3,20±0,02 a	3,00±0,01 b	3,15±0,04 a	3,12±0,10
Acidez titulável (g ácido cítrico.100 g ⁻¹)	0,50±0,03 a	0,44±0,03 a	0,49±0,02 a	0,48±0,03
Sólidos solúveis totais (%)	11,75±0,0 c	12,75±0,00 b	13,00±0,00 a	12,50±0,66
Ratio	23,40±1,450 b	29,29±2,01 a	26,55±0,92 ab	26,41±2,95
Umidade (%)	85,97±0,14 a	84,80±0,13 b	85,05±0,08 b	85,27±0,62
Cinzas (%)	0,21±0,06 a	0,19±0,01 a	0,23±0,03 a	0,21±0,02
Açúcares redutores (%)	12,73±0,25 a	12,47±0,33 ab	11,89±0,16 b	12,36±0,43
Lipídios totais (%)	1,21±0,22 a	1,25±0,27 a	1,46±0,19 a	1,31±0,13

Médias seguidas de letra diferente na linha apresentam diferença significativa de acordo com o teste Tukey ($P \leq 0,05$).

Caracterização dos compostos bioativos e capacidade antioxidante das formulações de iogurte de polpa de umbu

Na Tabela 5 estão apresentados os resultados do teor de compostos bioativos e da capacidade antioxidante das formulações de iogurte. Verificou-se diferença significativa ($p < 0,05$) para antocianinas totais, clorofila total, compostos fenólicos e atividade antioxidante entre as formulações estudadas. Quanto aos parâmetros analisados, a formulação A (néctar de coco) teve maior teor de antocianinas totais e flavonoides amarelos; a formulação B (açúcar demerara) teve maior teor de clorofila e a formulação C (açúcar de coco) apresentou maior teor de vitamina C, capacidade antioxidante e fenólicos totais. Por se tratar de amostras semelhantes quanto à concentração de iogurte, mucilagem e polpa, as diferenças são justificadas pelas características dos açúcares utilizados.

Os compostos fenólicos atuam como agentes antipatogênicos e contribuem na cor, aroma e estabilidade oxidativa dos alimentos (MOUSSI et al., 2015). O teor de compostos fenólicos totais (CFT) apresentou diferença ($p < 0,05$) entre todas as formulações desenvolvidas, oscilando de 137,86 – 245,75 mg EAG.100g⁻¹, mostrando que o CFT dos iogurtes alterou devido à especificidade do tipo de açúcar utilizado em cada formulação sendo mais elevado quando foi adicionado o açúcar de coco.

Os iogurtes disponíveis no mercado na maioria das vezes apresentam baixa quantidade de antioxidantes naturais e compostos fenólicos (ÇAM; IÇYER; ERDOGAN, 2014) sendo assim necessário, a adição de alimentos fonte desses compostos.

Segundo Fazilah et al. (2018), a adição de polifenóis ao iogurte é uma maneira conveniente de promoção da saúde e um influenciador dos efeitos probióticos das culturas iniciais, sendo assim benéfica a saborização com a polpa de umbu. É importante destacar que o conteúdo fenólico presente no umbu também é proveniente dos açúcares adicionados que contribuem para aumentar a ingestão de antioxidantes na dieta humana.

Quanto ao teor de ácido ascórbico, os resultados foram similares entre as formulações com níveis mais elevados na

formulação C (3,38 mg.100g⁻¹). As formulações do presente estudo apresentam resultados superiores ao estudo de Abreu et al. (2019) que analisaram iogurte de leite de vaca (0,96 mg.100g⁻¹) e cabra (1,08 mg.100g⁻¹) com 25% de polpa de goiaba. Essa diferença pode ser devido ao tipo de fruto, exposição à temperatura e à luz, além do mais, a formulação do presente estudo apresenta a mucilagem de palma como espessante.

Tabela 5 – Caracterização dos compostos bioativos e capacidade antioxidante das formulações de iogurte de polpa de umbu (*Spondias tuberosa*).

Características	Formulações			Média Geral
	A	B	C	
Compostos fenólicos totais (mg EAG.100g ⁻¹)	155,89±1,92 b	137,86±2,00 c	245,75±3,99 a	179,83±57,79
Antocianinas totais (mg.100g ⁻¹)	0,28±0,03 a	0,10±0,01 b	0,26±0,02 a	0,21±0,10
Flavonoides amarelos (mg.100g ⁻¹)	1,16±0,06 a	1,13±0,02 a	1,15±0,06 a	1,15±0,02
Clorofila total (mg.100g ⁻¹)	3,30±0,10 a	3,83±0,06 a	2,50±0,11 b	3,21±0,67
Carotenoides totais (mg.100g ⁻¹)	0,03±0,01 a	0,04±0,00 a	0,04±0,00 a	0,04±0,01
Ácido ascórbico (mg.100g ⁻¹)	3,07±0,53 a	3,07±0,53 a	3,38±0,53 a	3,17±0,18
Atividade antioxidante total (%)	70,10±0,80 b	75,17±0,78 a	75,47±0,55 a	73,58±1,02

Médias seguidas de letra diferente na linha apresentam diferença significativa de acordo com o teste Tukey (P ≤ 0,05). EAG = Equivalente de ácido gálico.

Caracterização reológica da polpa de umbu e das formulações de iogurte

Estudos reológicos geralmente envolvem relações entre taxa de cisalhamento e tensão de cisalhamento. Nas Figuras 2 e 3 estão apresentadas as curvas de padrão reológico da polpa e dos iogurtes. Observou-se que tanto a polpa quanto as diferentes formulações apresentaram variações na tensão de cisalhamento à medida que a taxa de cisalhamento aumentava. As curvas não apresentaram comportamento linear, indicando que as amostras se apresentam como fluidos não-newtonianos.

Na indústria alimentícia, utilizam-se espessantes com o objetivo de aumentar a viscosidade do produto. Os principais espessantes utilizados pela indústria são o amido, a pectina e a gelatina. No presente estudo, foi usado um espessante natural, a mucilagem da palma, no intuito de produzir um alimento saudável e com ausência de aditivos sintéticos. Foi observado que após 24 h da adição da mucilagem nas formulações, a textura ficou mais viscosa e não foi observado sinérese.

Nas Figura 2 e 3 também estão apresentadas as curvas de ajuste dos dados experimentais da viscosidade (B) em função da taxa de cisalhamento. É notado que as amostras de polpa de umbu e iogurte analisadas apresentaram comportamento de fluido não newtoniano, uma vez que houve diminuição da viscosidade aparente em função do aumento da taxa de cisalhamento aplicada (KHUBBER et al., 2020) indicando comportamento pseudoplástico.

Na figura 3 verifica-se que os valores de R² foram muito elevados indicando um ótimo ajuste do modelo às curvas estabelecidas. A amostra da formulação C apresentou os maiores valores de viscosidade (viscosidade média 1.425 cP). Em seguida, os maiores valores obtidos foram para formulação B (viscosidade média 1.210 cP), polpa de umbu (viscosidade média 985 cP) e, por último, a formulação A (viscosidade média 931 cP). O presente estudo, teve valores superiores de viscosidade quando comparado com os achados de Mathias et al. (2013), que ao analisar três amostras de iogurtes comerciais, obteve valores médios variando entre 144,7 – 286,3 mPas.

Vale ressaltar que em virtude da adição da polpa de umbu no estágio de maturação verde bem como a característica do açúcar de coco, observou-se nas formulações, a presença de material particulado, o que pode ter influenciado no comportamento reológico das amostras analisadas.

Por ter um valor nutricional de destaque, o leite e seus derivados vem sendo cada vez mais consumidos. Dentre seus benefícios, temos o auxílio na absorção, digestão e restauração da microbiota intestinal, além de serem boas fontes de proteínas, lipídeos, ferro, cálcio, fósforo, entre outros minerais (FERREIRA et al., 2016). A adição de frutas contribui para o enriquecimento nutricional do produto final, visto que em sua maioria são ricas em antioxidantes podendo prevenir doenças crônicas e outras patologias quando o consumo é regular (RIBEIRO et al., 2016).

Figura 2. Curva de fluxo (A) e de viscosidade (B) das amostras da polpa de umbu (*Spondias tuberosa*).

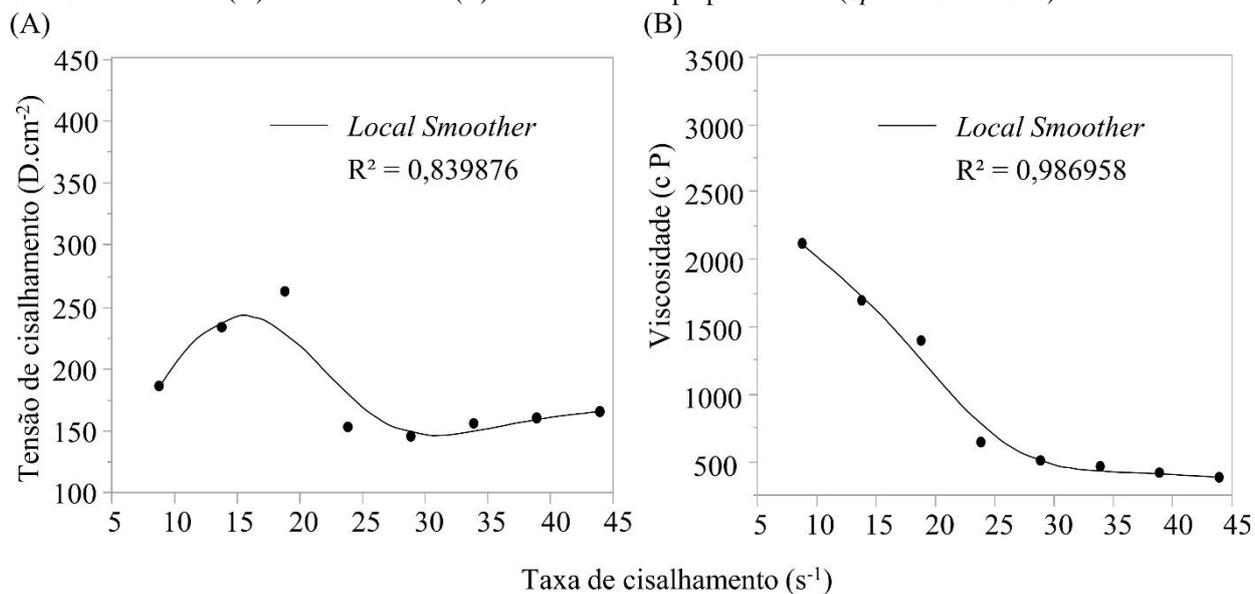
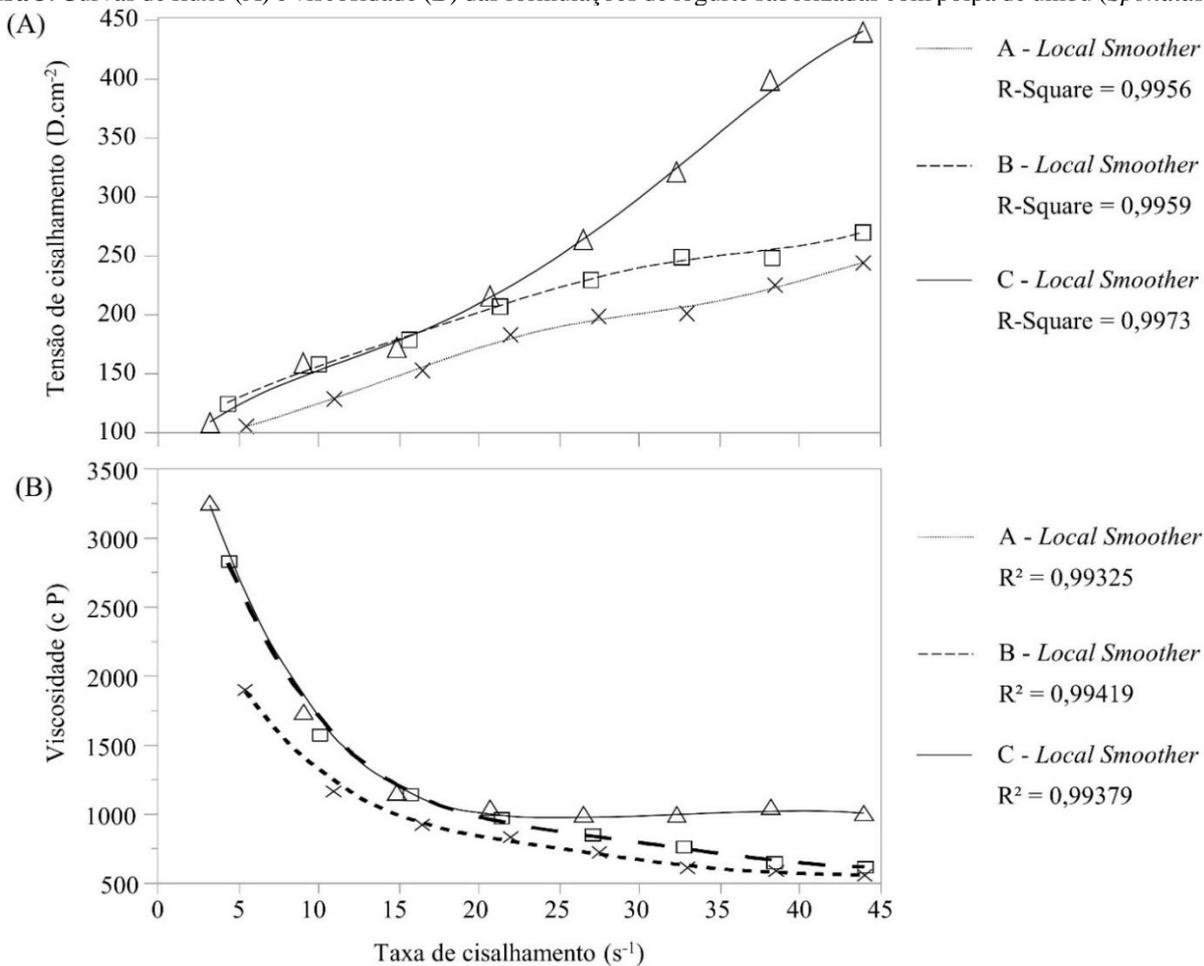


Figura 3. Curvas de fluxo (A) e viscosidade (B) das formulações de iogurte saborizadas com polpa de umbu (*Spondias tuberosa*).



CONCLUSÕES

Os resultados apontam que a mucilagem extraída dos cladódios da palma poderá ser utilizada como espessante em

formulações de iogurte. Dentre os compostos bioativos analisados, o teor de fenólicos totais destacou-se entre as formulações acompanhadas da alta capacidade antioxidante, agregando valor e potencial funcional e tecnológico aos

iogurtes desenvolvidos. Portanto, a elaboração de iogurte com polpa de umbu, mucilagem de palma e diferentes tipos de açúcares mostrou-se uma alternativa inovadora, com excelentes propriedades nutritivas e funcionais, além de valorizar as espécies do Semiárido nordestino.

REFERÊNCIAS

- ABREU, A. K. F., DE SOUSA, K. D. S. M., CARDOSO, R. C., DE ARAÚJO, H. R. R., COELHO, B. E. S., & SILVA, V. P. Elaboração de iogurte probiótico de leite de cabra adicionado de polpa de goiaba. *Revista Brasileira de Meio Ambiente*, v. 6, n. 1, 2019.
- ALMEIDA, ANA; SERRA, CELESTE; DIAS, M. GRAÇA. Efeito da sazonalidade no teor de carotenoides em frutos e produtos hortícolas consumidos em Portugal. *Boletim Epidemiológico Observações*, v. 6, n. 20, p. 33-36, 2017.
- AREZES, P. M.; BAPTISTA, J. S.; BARROSO, M. P.; CARNEIRO, P.; CORDEIRO, P.; COSTA, N.; MELO, R. B.; MIGUEL, A. S.; PERESTRELO, G. *Occupational Safety and Hygiene IV*, 1a., ed., Taylor & Francis Group: London, 2016.
- ASIKIN, Y., KAMIYA, A., MIZU, M., TAKARA, K., TAMAKI, H., & WADA, K. Changes in the physicochemical characteristics, including flavour components and Maillard reaction products, of non-centrifugal cane brown sugar during storage. *Food Chemistry*, v. 149, p. 170-177, 2014.
- BRAND-WILLIAMS, W. et al. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *Lebensmittel-Wissenschaft + Technologie*, v. 28, n.1, p. 25-30, 1995.
- BRASIL. Instituto Adolfo Lutz - IAL. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz: Métodos Químicos e Físicos para Análise de Alimentos. 4. ed. São Paulo: IAL, 2008.
- BRASIL. Ministério da saúde. RDC nº 54 de 12 de novembro de 2012. Regulamento técnico sobre informação nutricional complementar. Diário oficial da união: Brasília, 13 de novembro de 2012.
- BRASIL. Resolução nº 46 de 23 de outubro de 2007. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leites Fermentados. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, MAPA, 2007.
- BRUINSMA, J. The quantitative analysis of chlorophylls a and b in plant extracts. *Photochemistry and photobiology*, elmsford, v.2, p.241-249, 1963.
- CHAMPAGNE, C. P.; DA CRUZ, A. G.; DAGA, M. Strategies to improve the functionality of probiotics in supplements and foods. *Curr. Opin. Food Science.*, n.22, p.160-166, 2018.
- CORE TEAM, R. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2018.
- COSTA, F. I. B., PORFIRIO, M. C. P., OLIVEIRA, J. B., SANTANA, G. A., LAGE, R. S., SILVA, M. V. S. Avaliação fitoquímica e screening da capacidade antioxidante de resíduos de umbu. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, Campina Grande, v.17, n.4, p.341-348, 2015.
- COSTA, F.R.B.; SILVA, M.M.A.; ARAÚJO, V.S. Uso sustentável do umbuzeiro: estratégia de convivência com o semiárido. Campina Grande: INSA, 15p.: il. 2015.
- ÇAM, M.; İÇYER, N. C.; ERDOĞAN, F. Pomegranate peel phenolics: Microencapsulation, storage stability and potential ingredient for functional food development. *LWT - Food Science and Technology*, v. 55, p. 117–123, 2014.
- DA SILVA, Á. G. F., BESSA, M. M., & DA SILVA, J. R. Elaboração e caracterização físico-química e sensorial de iogurte light prebiótico adoçado com mel. *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes*, 72(2), 74-84, 2017.
- DAS, KUNAL; CHOUDHARY, RUPLAL; THOMPSON-WITRICK, KATHERINE A. Effects of new technology on the current manufacturing process of yogurt-to increase the overall marketability of yogurt. *LWT*, v. 108, p. 69-80, 2019.
- DE LIMA, M. A. C., SILVA, S. D. M., & DE OLIVEIRA, V. R. Umbu—*Spondias tuberosa*. In *Exotic Fruits* (pp. 427-433). Academic Press, 2018.
- DÍAZ, M. D. S. S., DE LA ROSA, A. P. B., HÉLIÈS-TOUSSAINT, C., GUÉRAUD, F., & NÈGRE-SALVAYRE, A. *Opuntia* spp.: characterization and benefits in chronic diseases. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2017.
- FANG, L.; MENG, W.; MIN, W. Phenolic compounds and antioxidant activities of flowers, leaves and fruits of five crabapple cultivars (*Malus Mill.* species). *Scientia Horticulturae*, v. 235, p. 460-467, 2018.
- FARIAS, P. M., de LIMA, L. V., LIMA, J., & TORRES, L. D. V. Estudo e otimização do processo de extração da mucilagem de palma forrageira. *Higiene alimentar*, v. 29 – ns 242/243, 2015.
- FAZILAH, N. F., ARIFF, A. B., KHAYAT, M. E., RIOS-SOLIS, L., & HALIM, M. Influence of probiotics, prebiotics, synbiotics and bioactive phytochemicals on the formulation of functional yogurt. *Journal of Functional Foods*, v. 48, p. 387-399, 2018.
- FRANCIS, F.J. Analysis of anthocyanins. In: MARKAKIS, P. *Anthocyanins as food colors*. London: Academic Press, 1982. p.181-206.
- FERREIRA, M. A. C; FREIRE, L. A. S; BARBOSA, T. A; SIQUEIRA, A, P. S. Desperdício de iogurte por embalagens. *Revista de Agricultura Neotropical*, v. 3, n. 3, pp. 24-27, 2016.
- FOLCH, J.; LEES, M.; SLOANE-STANLEY, G. H. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *Journal Biological Chemistry*, v. 226, n. 1, p. 497-509, 1957.
- HIGBY, W.K. A simplified method for determination of some the carotenoid distribution in natural and carotene-fortified orange juice. *Journal of Food Science*, Chicago, v. 27, n. p. 42-49, 1962.

- INSTITUTO ADOLFO LUTZ (IAL). Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. 3. ed. São Paulo, v. 1, 2008, 533 p.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Levantamento sistemático da produção agrícola – março 2017. Rio de Janeiro: IBGE, 2017.
- JIAO, Y. KILMARTIN, P. A., FAN, M., & QUEK, S. Y. Assessment of phenolic contributors to antioxidant activity of new kiwifruit cultivars using cyclic voltammetry combined with HPLC. *Food Chemistry*, v. 268, p. 77-85, 2018.
- KHUBBER, S., CHATURVEDI, K., THAKUR, N., SHARMA, N., & YADAV, S. K. Low-methoxyl pectin stabilizes low-fat set yoghurt and improves their physicochemical properties, rheology, microstructure and sensory liking. *Food Hydrocolloids*, p. 106240, 2020.
- KOWALESKI, J., QUAST, L. B., STEFFENS, J., LOVATO, F., DOS SANTOS, L. R., DA SILVA, S. Z., & FELICETTI, M. A. Functional yogurt with strawberries and chia seeds. *Food Bioscience*, p. 100726, 2020.
- LIANG, D., T. ZHU, Z. NI, L. LIN, Y. TANG, Z. WANG, L. WANG, E H. XIA. Ascorbic acid metabolism during sweet cherry (*Prunus avium*) fruit development. *PloS One*, v. 12, n. 2, p. e0172818, 2017.
- LOPES, R. P., MOTA, M. J., PINTO, C. A., SOUSA, S., DA SILVA, J. A. L., GOMES, A. M., SARAIVA, J. A. Physicochemical and microbial changes in yogurts produced under different pressure and temperature conditions. *LWT*, 99, 423-430, 2019.
- MACORI, GUERRINO; COTTER, PAUL D. Novel insights into the microbiology of fermented dairy foods. *Current opinion in biotechnology*, v. 49, p. 172-178, 2018.
- MATHIAS, T. R. D. S., ANDRADE, K. C. S., ROSA, C. L. D. S., & SILVA, B. A. Avaliação do comportamento reológico de diferentes iogurtes comerciais. *Brazilian Journal of Food Technology*, v. 16, n. 1, p. 12-20, 2013.
- MELO, E. K. G., GONÇALVES, D. A., KERCHE, D., DE SOUSA COELHO, H. D., DE ÁVILA OLIVEIRA, C. R., & BOAS, M. B. V. Controle de temperatura e parâmetros físico-químicos de bebidas lácteas industrializadas. *Revista do Instituto de Ciências da Saúde*, 2018.
- MONRROY M., E. GARCÍA, K. RÍOS, J.R. GARCÍA. Extraction and physicochemical characterization of mucilage from *Opuntia cochenillifera* (L.) Miller. *Journal of Chemistry*, 2017.
- MOUSSI, K., NAYAK, B., PERKINS, L. B., DAHMOUNE, F., MADANI, K., & CHIBANE, M. HPLC-DAD profile of phenolic compounds and antioxidant activity of leaves extract of *Rhamnus alaternus* L. *Industrial Crops and Products*, v. 74, p. 858–866, 2015.
- NAZARENO, M. A. Las cactáceas son fuentes de fitoquímicos de interés industrial. 2016.
- NETO, J. R. C.; DE MELO SILVA, S.; DANTAS, R. L. Atributos de qualidade, compostos bioativos e atividade antioxidante de frutos de uvaieira durante a maturação. *Agrarian*, v. 13, n. 49, p. 269-308, 2020.
- OLIVEIRA CAMPOS, C., LOPES, C., MONTEIRO, G. C., & LIMA, G. P. P. Caracterização de umbu (*Spondia tuberosa*) durante seu desenvolvimento. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 19(2), 2018.
- PÁDUA, H. C., DA SILVA, M. A. P., SOUZA, D. G., MOURA, L. C., PLÁCIDO, G. R., COUTO, G. V. L., & CALIARI, M. Iogurte sabor banana (*Musa AAB*, subgrupo prata) enriquecido com farinha da casca de jabuticaba (*Myrciaria jabuticaba* (Vell.) Berg.). *Global Science and Technology*, v. 10, n. 1, 2017.
- PALIOTO, G.F.; SILVA, C.F.G.; MENDES, M.P.; ALMEIDA, V.V.; ROCHA, C.L.M.S.C.; TONIN, L.T.D. Composição centesimal, compostos bioativos e atividade antioxidante de frutos de *Morinda citrifolia* Linn (noni) cultivados no Paraná. *Revista Brasileira de Plantas Medicinai*s, 2015, 17, 1, 59-66.
- PERRING, L., & TSCHOPP, A. Determination of ash content of milk-based powders by Energy Dispersive X-ray Fluorescence. *Microchemical Journal*, v. 145, p. 162-167, 2018.
- PINTO, S. M. Avaliação dos aspectos físico e químicos de brotos de palma (*Opuntia* sp.) para o consumo humano. *Journal of Biology & Pharmacy and Agricultural Management*, v. 15, n. 1, 2018.
- PONTES, E. D. S., DE ARAÚJO, M. G. G., DA SILVA, C. P., DE SOUSA, J. T. A., DOS ANJOS DANTAS, E. N., DA SILVA, E. B., & VIERA, V. B. o Potencial Funcional da Palma Forrageira. *International Journal of Nutrology*, v. 11, n. S 01, p. Trab579, 2018.
- RIBEIRO, L. R.; MATIAS, T. G.; MARTINS, E. M. F.; MARTINS, M. L.; MARTINS, A. D. O.; BITTENCOURT, F.; CAMPOS, R. C. A. B. Desenvolvimento e caracterização de iogurte adicionado de geleia da casca de jabuticaba e de cultura probiótica. *Revista Higiene Alimentar*, v. 30, nn. 262/263, pp. 136-141, 2016.
- RIBEIRO, T. R., PIROLLA, N. F. F., & NASCIMENTO-JÚNIOR, N. M. Adoçantes Artificiais e Naturais: Propriedades Químicas e Biológicas, Processos de Obtenção e Potenciais Efeitos Nocivos. *Revista Virtual de Química*, v. 12, n. 5, 2020.
- RODRÍGUEZ-RODRÍGUEZ, N. TORRES, J.A. GUTIÉRREZ-URIBE, L.G. NORIEGA, I. TORRE-VILLALVAZO, A.M. LEAL-DÍAZ, M. ANTUNESRICARDO, C. MÁRQUEZ-MOTA, G. ORDAZ, R.A. CHAVEZ-SANTOSCOY, S.O. SERNASALDIVAR, A.R. TOVAR. The effect of isorhamnetin glycosides extracted from *Opuntia ficus-indica* in a mouse model of diet induced obesity. *Food & Function*. 6(3), 805–815, 2015.
- SANTANA, A., BACHIEGA, P., ASSIS, R. Q., RIOS, A., & SOUZA, E. Perfil físico-químico e nutricional de iogurte à base de pitáia (*Hylocereus undatus*), enriquecido com quinoa (*Chenopodium quinoa*) e sucralose. *Revista Brasileira de*

- Produtos Agroindustriais, Campinas, v. 17, n. 3, p. 285-292, 2015.
- SAPATA, M. M., FERREIRA, A., & OLIVEIRA, M. M. Cladódios de figueira-da-índia para a indústria alimentar, 2018.
- SERT, DURMUŞ; MERCAN, EMIN; DERTLI, ENES. Characterization of lactic acid bacteria from yogurt-like product fermented with pine cone and determination of their role on physicochemical, textural and microbiological properties of product. LWT, v. 78, p. 70-76, 2017.
- SILVA, C. C., ASSUNÇÃO, L. F., & SOUSA FILHO, J. W. Determinação da inversão de sacarose em caldo de cana-de-açúcar submetido a tratamento por irradiação micro-ondas para produção de açúcar. Revista Brasileira de Ciência, Tecnologia e Inovação, v. 2, n. 1, p. 6-12, 2018.
- SILVA, M. I., MARTINS, J. N., DE ARAÚJO ALVES, J. E., & DA COSTA, F. F. P. Caracterização físico-química da polpa de umbu em camada de espuma. Revista Semiárido De Visu, v. 3, n. 2, p. 82-91, 2015.
- SINGLETON, V. L.; ROSSI, J. A. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. American Journal of Enology and Viticulture, Davis, v. 16, n. 3, p. 144-168, 1965.
- STROHECKER, R.; HENINING, H. M. Análises de vitaminas: métodos comprovados, p. 42, 1967.
- VENTURA-AGUILAR, ROSA ISELA A* ELSA BOSQUEZ-MOLINA, B SILVIA BAUTISTA-BAÑOSC AND FERNANDO RIVERA-CABRERAJ. Journal of the Science of Food and Agriculture; 97: 5065–5073, 2017.