



DESENVOLVIMENTO DE SMOOTHIE DE SKYR COM MUCILAGEM DE PALMA (*OPUNTIA FICUS-INDICA* (L.) MILLER) E SABORIZADO COM POLPA DE UMBU (*SPONDIAS TUBEROSA*).

Development of Skyr smoothie with palm mucilage (Opuntia ficus-indica (L.) Miller) and flavored with umbu pulp (Spondias tuberosa).

Milena Ribeiro MARINHO^{1*}; Juliano Geraldo AMARAL²; Anderson Santos SOUZA³; Márcia Elena ZANUTO⁴; Cassiara Camelo Eloi de SOUZA⁵.

RESUMO: O crescente aumento das doenças crônicas não transmissíveis tem estimulado a procura do consumidor por alimentos funcionais. Portanto, este estudo teve como objetivo a preparação e caracterização de smoothies, utilizando o iogurte Skyr, a mucilagem de palma como espessante e a polpa de umbu para sua saborização. Foram elaboradas quatro formulações distintas de acordo com o processamento do Skyr (dessorado ou sem dessorar) e tipo de açúcar (açúcar de coco ou demerara). As formulações foram submetidas à caracterização química, determinação do teor de constituintes bioativos, atividade antioxidante e análise reológica. Dentre os resultados obtidos, destacaram-se na polpa de umbu valores elevados de ácido ascórbico (11,59 mg.100 g⁻¹), compostos fenólicos (56,70 mg.EAG.100 g⁻¹), atividade antioxidante total (59,85%) e baixo teor lipídico (0,31 mg.100 g⁻¹). Os smoothies apresentaram acidez titulável e pH compatíveis com os exigidos pela legislação brasileira para iogurtes, baixo teor lipídico (1,16-3,03%), ácido ascórbico variando entre 5,82-10,36 mg.100 g⁻¹ e os níveis de fenólicos totais, flavonoides amarelos e antocianinas foram maiores na formulação com Skyr dessorado e açúcar de coco. A atividade antioxidante oscilou de 12,06 a 28,09% para os diferentes smoothies. A mucilagem de palma promoveu efeito espessante e estabilizante nas formulações. Tanto a polpa quanto os smoothies apresentaram um comportamento reológico não-newtoniano. Portanto, os smoothies podem ser considerados como alimentos funcionais evidenciando-se que a utilização do umbu e a palma constituem-se como uma opção interessante para a inovação tecnológica na área alimentícia além de colaborar com uma alimentação saudável.

Palavras-chave: Caatinga; Inovação; Viscosidade; Saúde.

ABSTRACT: The growing increase in chronic non-communicable diseases has stimulated consumer demand for functional foods. Therefore, this study aimed to prepare and characterize smoothies, using Skyr yogurt, palm mucilage as a thickener and umbu pulp for flavoring. Four different formulations were elaborated according to the Skyr processing (desorbed or without desorption) and type of sugar (coconut sugar or demerara). The formulations were subjected to chemical characterization, determination of the content of bioactive constituents, antioxidant activity and rheological analysis. Among the results obtained stood out in the umbu pulp high values of ascorbic acid (11.59 mg.100 g⁻¹), phenolic compounds (56.70 mg.EAG.100 g⁻¹), total antioxidant activity (59.85%), and low lipid content (0.31 mg.100 g⁻¹). The smoothies showed titratable acidity and pH compatible with those required by Brazilian legislation for yogurt, low lipid content (1.16-3.03%), ascorbic acid ranging from 5.82-10.36 mg.100 g⁻¹ and the levels of total phenolics, yellow flavonoids and anthocyanins were higher in the formulation with desorbed Skyr and coconut sugar. The antioxidant activity ranged from 12.06 to 28.09% for the different smoothies. Palm mucilage promoted a thickening and stabilizing effect in formulations. Both the pulp and the smoothies showed a non-Newtonian rheological behavior. Therefore, smoothies can be considered as functional foods, showing that the use of umbu and palm are an interesting option for technological innovation in the food area, in addition to collaborating with a healthy diet.

Key words: Caatinga; Innovation; Viscosity; Health

*Autor para correspondência

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

¹Graduanda em nutrição, Universidade Federal da Bahia (UFBA) - Campus Anísio Teixeira, Vitória da Conquista, Bahia, (77) 988521531, milenaribeiro_mila@hotmail.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 ;

³Doutor em Química pela Universidade Federal da Bahia, Universidade Federal da Bahia (UFBA) - Campus Anísio Teixeira, Vitória da Conquista, Bahia, (77) 98807-2829, andsouza@ufba.br;

⁴Doutora em Ciência dos Alimentos pela Universidade de São Paulo, Universidade Federal da Bahia (UFBA) - Campus Anísio Teixeira, Vitória da Conquista, Bahia, (77) 999306932, mzanutto@hotmail.com;

⁵Doutora em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Federal da Paraíba, Universidade Federal da Bahia (UFBA) - Campus Anísio Teixeira, Vitória da Conquista, Bahia, (77) 988591577, cassiara@ufba.br;

INTRODUÇÃO

Smoothies são uma das muitas maneiras pelas quais os consumidores podem incluir frutas e legumes em suas dietas, sendo caracterizados como bebidas compostas de uma mistura de vegetais, que podem ser adicionados ou não de leite ou iogurte. São considerados como uma bebida saudável, cremosa e uma boa fonte de energia, vitaminas e minerais (CASTILLEG0 et al., 2016; MOURA et al., 2017).

O *Skyr* é um iogurte concentrado, originário da Islândia, produzido desde a Idade Média (REYKDAL et al., 2011), cuja fermentação do leite ocorre pelo *start* tradicional *Streptococcus thermophilus* e *Lactobacillus bulgaricus*, conduzida a 20-30°C com produção de ácido láctico (MACORI; COTTER, 2018). É espesso e cremoso, com sabor suave, porém um pouco ácido. Este fermentado lácteo apresenta elevado teor de proteínas e reduzido teor de lactose (diminuição de 20 a 30%), podendo ser melhor aceito por pessoas intolerantes à lactose (SILVEIRA et al., 2016)

Devido ao sabor ácido que o iogurte natural apresenta, ele pode ser acrescido de açúcares naturais, edulcorantes artificiais, frutas ou polpa, a fim de melhorar a aceitabilidade do consumidor, aumentando o seu valor nutricional (MACEDO et al., 2014).

As frutas são uma fonte de compostos antioxidantes, como fenólicos, vitaminas, carotenoides e minerais, que contribuem para o seu potencial quimiopreventivo (OMENA et al., 2012). O alto consumo de frutas e vegetais promove a saúde e está associado ao risco reduzido de doenças degenerativas (MILLER et al., 2017).

Dentre as espécies nativas do Brasil, destaca-se o umbu (*Spondias tuberosa*), que é uma fruta carnuda com sabor agridoce e casca fina. O umbuzeiro desempenha um papel importante no Nordeste do Brasil, principalmente como recurso nutricional e comercial para agricultura familiar. O fruto é rico em vitamina C, minerais e compostos bioativos (LAGO et al., 2016; RIBEIRO et al., 2019).

Outra espécie de grande importância e adaptada às condições do Semiárido brasileiro é a *Opuntia ficus-indica* (L.) *Miller* pertencente à família Cactaceae (HAN; FELKER, 1997). Os cladódios desta cactácea são considerados uma rica fonte de compostos antioxidantes (TOIT et al., 2018). Monroy et al. (2017) mostraram que a aplicação da mucilagem de *Opuntia spp.* em alimentos atua como espessante, estabilizante, agente aromatizante, substituto de gordura e revestimento comestível, prolongando a vida útil do produto. Além de seus atributos funcionais, nos últimos anos têm sido evidenciado o papel dos hidrocolóides como fibra alimentar (VIEBKE et al., 2014).

A maioria dos hidrocolóides utilizados para fins industriais no Brasil devem ser importados para satisfazer a demanda interna (CUNHA, 2009). Deste modo, existe uma grande oportunidade em investigar plantas que oferecem altas perspectivas de extração de polissacarídeos, transformando a biodiversidade brasileira e gerando possibilidades de exploração econômica (DICK et al., 2019).

Nesse contexto, a produção de uma bebida láctea fermentada de umbu, utilizando o iogurte *Skyr*, a mucilagem de palma como espessante e açúcares com menor índice glicêmico, é uma oportunidade de agregar valor a essas fontes vegetais, inovando no desenvolvimento de novos produtos.

Além do potencial funcional das matérias primas, que são ricas em compostos bioativos, a utilização de um espessante natural deve ser destacada, por demonstrar o potencial tecnológico desses alimentos e promover a redução do consumo de aditivos artificiais.

Portanto, o objetivo deste estudo foi elaborar e caracterizar diferentes formulações de *smoothies* saborizados com polpa de umbu produzido a partir do *Skyr* dessorado e sem dessorar, adoçado com dois tipos de açúcares diferentes (açúcar demerara e de coco) e utilizando a mucilagem da palma (*Opuntia ficus-indica* (L.) *Miller*) como um espessante natural.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido no Instituto Multidisciplinar de Saúde, *Campus* Anísio Teixeira - Universidade Federal da Bahia, no município de Vitória da Conquista, BA.

Preparo das amostras

Após a coleta dos cladódios de palma e frutos de umbu, estes foram levados ao Laboratório de Bromatologia e selecionados apenas aqueles que apresentassem consistência firme e livres de defeitos e/ou fermentos, sendo então, lavados e sanitizados em hipoclorito de sódio (200 ppm), por imersão durante 10 minutos. Após esta etapa, os cladódios foram direcionados para extração de mucilagem e os frutos de umbu foram despulpados. Uma porção da polpa do umbu foi acondicionada em sacos plásticos escuros e armazenada em freezer (-20°C) até o momento das análises.

Extração de mucilagem da palma

A extração de mucilagem da palma seguiu a metodologia adaptada de Farias et al. (2015), onde o cladódio foi triturado em liquidificador industrial, adicionando água destilada (1:1) e posteriormente filtrado para a obtenção da mucilagem.

Iogurte concentrado tipo *Skyr*

Para o processamento do iogurte tipo *Skyr*, o leite pasteurizado integral foi aquecido a 45°C e adicionado o *Skyr* desidratado obtido comercialmente. A fermentação foi conduzida por 12 horas e, após a coagulação, foi realizada a dessoragem sob refrigeração à temperatura de 5 °C por 5 horas.

Elaboração do smoothie de *Skyr* com mucilagem de palma e polpa de umbu

A Figura 1 representa as etapas de processamento para a elaboração dos smoothies. Foram elaborados quatro tipos de smoothies com polpa de umbu (*Spondias tuberosa*) em função do açúcar e processo de dessoragem conforme a Tabela 1, sendo F1 o smoothie com *Skyr* dessorado e adoçado com demerara, F2 feito com *Skyr* sem dessorar e adoçado com demerara, F3 elaborado com *Skyr* dessorado e adoçado com açúcar de coco e F4 sem dessorar e com açúcar de coco.

Figura 1. Fluxograma das etapas de processamento dos smoothies.

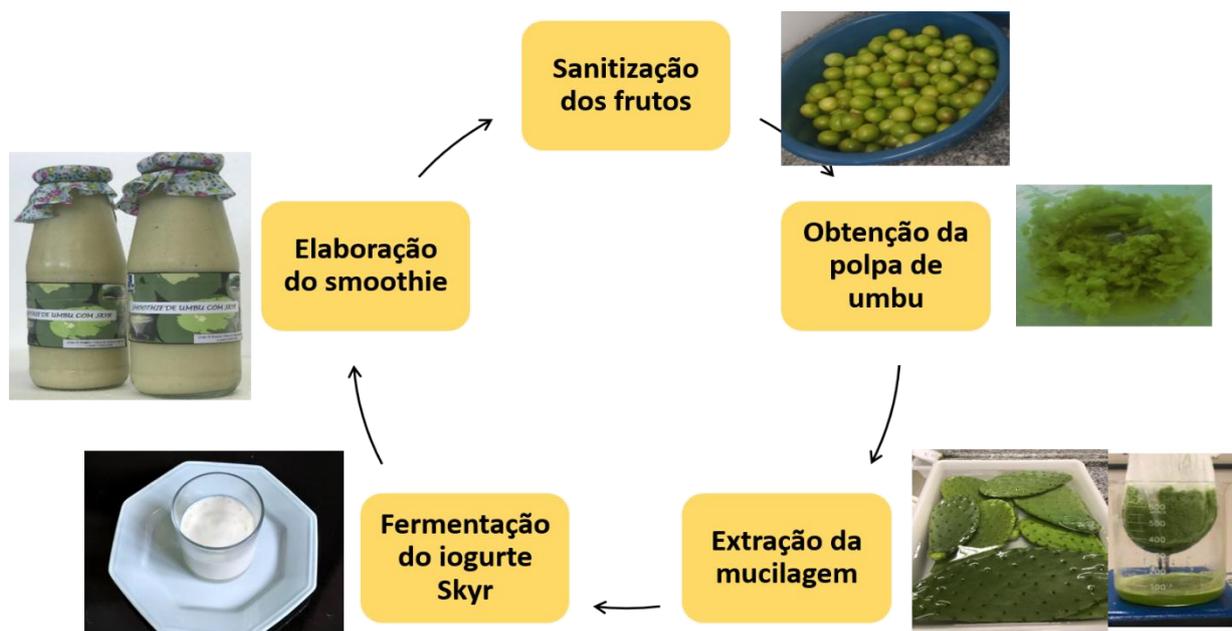


Tabela 1. Desenvolvimento dos smoothies da polpa de umbu (*Spondias tuberosa*) em função do açúcar e processo de dessoragem.

Ingredientes	F1	F2	F3	F4
Skyr	65%	65%	65%	65%
Processamento	Dessorado	sem dessorar	Dessorado	sem dessorar
Mucilagem da palma	5%	5%	5%	5%
Polpa de umbu	30%	30%	30%	30%
Açúcar	Demerara	Demerara	coco	coco

Análises físico-químicas da polpa de umbu e do smoothie

As análises físico-químicas realizadas compreenderam a determinação da acidez titulável (AT) em ácido cítrico, do potencial hidrogeniônico (pH) e do teor de sólidos solúveis totais (SST) realizado por meio de refratometria, utilizando refratômetro Abbe de bancada (IAL, 2008).

As análises químicas foram constituídas pela determinação de umidade por aquecimento direto a 105 °C, do teor de cinzas por incineração a 550°C, de açúcares redutores pelo método de Fehling (IAL, 2008) e de lipídios totais por extração a frio, de acordo com método de Folch et al. (1957).

Análise do teor de compostos bioativos e da atividade antioxidante da polpa de umbu e dos smoothies

Os compostos bioativos foram determinados ao abrigo da luz. A determinação de Compostos Fenólicos Totais (CFT) seguiu a metodologia ISO (2005), utilizando solução de Folin-Ciocalteu a 10% e carbonato de sódio a 7,5%, confrontando

com uma curva padrão de ácido gálico. A leitura foi realizada em espectrofotômetro a 765 nm.

O teor de 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. O teor de antocianinas totais foi determinado segundo Lees e Francis (1972), utilizando a solução extratora (etanol PA: HCl 1,5 M - 85:15) e leitura da absorbância em comprimento de onda de 535 nm.

A determinação de 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 em comprimento de onda de 450 nm. O teor de clorofila total foi determinado segundo Bruinsma (1963), com extração em acetona 80% e leitura em espectrofotômetro a 652 nm. A determinação de ácido ascórbico foi realizada por titulação, de acordo com a metodologia descrita por Strohecker e Henning (1967) utilizando-se solução de DFI (2,6 dicloro-fenolindofenol) a 0,002%. A capacidade antioxidante foi avaliada por meio da extração dos compostos em etanol a 70%,

seguida da análise pelo método do sequestro do radical DPPH (2,2-difenil-1-picril-hidrazil), utilizando como controle negativo o metanol e procedendo-se a leitura em espectrofotômetro em comprimento de onda de 515 nm (BRAND-WILIAMS et al., 1995).

Análise 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% e 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 t ($P \leq 0,05$) 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

Na Tabela 2 estão apresentados os resultados da caracterização físico-química, do teor de compostos bioativos e da capacidade antioxidante da polpa de umbu.

Tabela 2. Caracterização físico-química, compostos bioativos e capacidade antioxidante da polpa de umbu (*Spondias tuberosa*).

Parâmetros	Média±*DP
Umidade (%)	87,67±0,58
Cinzas (%)	0,12±0,01
Ph	2,52±0,05
Sólidos solúveis totais (%)	8,75±0,25
Acidez titulável (g. ácido cítrico.100 g ⁻¹)	0,74±0,04
Ratio	11,82±0,94
Açúcares redutores (%)	9,33±0,61
Lipídios totais (%)	0,31±0,14
Compostos fenólicos totais (mg EAG.100 g ⁻¹)	56,70±2,52
Flavonoides amarelos (mg.100 g ⁻¹)	0,53±0,03
Antocianinas totais (mg.100 g ⁻¹)	0,26±0,02
Ácido ascórbico (mg.100 g ⁻¹)	11,59±0,64
Clorofila total (mg.100 g ⁻¹)	0,15±0,05
Carotenoides totais (mg.100 g ⁻¹)	0,61±0,10
Atividade antioxidante total (%)	59,85±1,32

EAG: equivalente de ácido gálico; *DP: Desvio-padrão

O nível médio de umidade da polpa de umbu do presente estudo (87,67%) foi próximo ao reportado por Fraga (2016) que encontrou o valor de 91,78% para a polpa do fruto. Devido à alta atividade de água do umbu, verifica-se a necessidade de especial atenção quanto ao seu manuseio, transporte e processamento por facilitar a sua perecibilidade (SILVA, M. I. et al., 2017).

Quanto à análise de cinzas, a concentração encontrada foi de 0,12%, sendo inferior ao descrito por Silva et al. (2015) que fez a caracterização físico-química da polpa de umbu maduro da região de Pernambuco e reportou o valor de 0,37%. Dentre os fatores que podem ter influenciado os resultados, destacam-se a região e composição do solo onde foram cultivados os frutos, além do estágio de maturação. Os minerais como micronutrientes são necessários para a manutenção das funções metabólicas normais no corpo humano sendo vitais para a saúde dos ossos, dentes e partes estruturais das enzimas (NOSRATPOUR et al., 2018).

Segundo os Padrões de Identidade e Qualidade (PIQ) publicados na Instrução Normativa N° 37 do Ministério da

Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2018), a polpa de umbu deve apresentar pH mínimo de 2,4 e acidez titulável acima de 0,14 g. ácido cítrico.100 g⁻¹. Foram detectados no atual estudo níveis médios de pH de 2,52 e acidez de 0,74 g ácido cítrico.100 g⁻¹, portanto, em conformidade com o padrão exigido. O pH da polpa mostrou-se mais ácido quando comparado ao estudo de Santos et al. (2017) que analisou as características físico-químicas de polpa de umbu em diferentes graus de maturação e identificou pH de 2,79 a 3,04.

O teor médio de SST foi de 8,75% e ratio de 11,82, valores que refletem as propriedades químicas e sensoriais de sua polpa. Para açúcares redutores, Bastos et al. (2016) encontraram em polpa comercial do fruto, 4,96%, valor inferior ao analisado no presente estudo (9,33%).

O umbu é apreciado na região Norte e Nordeste do Brasil, principalmente por ser refrescante e apresentar um sabor ácido. A combinação de açúcares, acidez e compostos fenólicos na polpa resulta em sabor exótico ao fruto (LIMA et al., 2018). Além disso, o umbu é um fruto com baixo teor lipídico sendo encontrado no presente estudo (0,31%), inferior ao reportado por Silvino et al. (2017) que detectaram 1,35% em polpa de cajá (*Spondias mombin* L.).

O umbuzeiro é uma espécie endêmica da Caatinga e apresenta grande importância econômica, na medida em que constitui uma fonte de rendimento alternativa para a população especialmente nos períodos de seca, seu fruto apresenta um grande rendimento da polpa que pode se alterar de acordo a região de cultivo, variando entre 59,18 à 71,97% para frutos coletados nos municípios de Vitória da Conquista-BA. O umbu pode ser utilizado tanto para consumo *in natura* ou na forma de sucos, refrescos, doce, umbuzada, dentre outros (COSTA et al., 2015; DUTRA et al., 2017).

Os compostos bioativos são substâncias derivadas do metabolismo secundário dos vegetais e possuem alto potencial antioxidante, sendo capazes de prevenir e inibir a ação dos radicais livres no organismo humano sendo assim, apresentam papéis na redução do risco do câncer e doenças cardiovasculares. Entre o grupo mais abundante de metabólitos estão os polifenóis ou compostos fenólicos que possuem numerosos efeitos biológicos (sequestro de radicais livres, inibição da proliferação celular, bem como seu potencial como agente antibiótico, antialérgico e anti-inflamatório) (CUNHA et al., 2016).

O valor encontrado para compostos fenólicos totais da polpa foi equivalente a 56,70 mg EAG.100 g⁻¹, resultado superior ao reportado por Omena et al. (2012) que analisaram atividade antioxidante, anti-acetilcolinesterase e citotóxica de extratos etanólicos de casca, polpa e sementes de frutas exóticas brasileiras e detectaram 40,40 mg EAG.100 g⁻¹ para a polpa de umbu.

Vários fatores influenciam no teor de compostos fenólicos 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 possivelmente justifica as diferenças observadas na concentração destes compostos nos frutos analisados (PALIOTO et al., 2015).

Na polpa de umbu foram detectados 0,53 mg.100 g⁻¹ de flavonoides amarelos, valor inferior ao encontrado por Santos et al. (2018) que analisaram o teor de bioativos em base úmida dos frutos de *Spondias tuberosa* e *S. mombin*, nativos de Alagoas e os teores de flavonoides totais foram equivalentes a 1,86 mg.100 g⁻¹ para os frutos de umbu e 9,50 mg.100 g⁻¹ para os frutos de cajá. Em relação ao teor de antocianinas totais no presente estudo foi encontrado um valor médio de 0,26 mg.100 g⁻¹, valor inferior ao reportado por Santos et al. (2018) que verificaram 1,51 mg.100 g⁻¹ para o umbu e 1,66 mg.100 g⁻¹ para o cajá.

O nível médio de vitamina C foi de 11,59 mg.100 g⁻¹, superior ao estudo de Bastos et al. (2016) que obtiveram 3,36 mg.100 g⁻¹ na polpa de umbu concentrada e próximo ao investigado por Neris et al. (2017) em siriguela (*Spondias purpurea* L.), colhidas na zona urbana de Barra do Bugres/MT (11,92 mg.100 g⁻¹). O ácido ascórbico possui funções biológicas e metabólicas importantes na resposta imunitária do organismo, na redução do envelhecimento cutâneo e na absorção do ferro (ALENCAR et al., 2019).

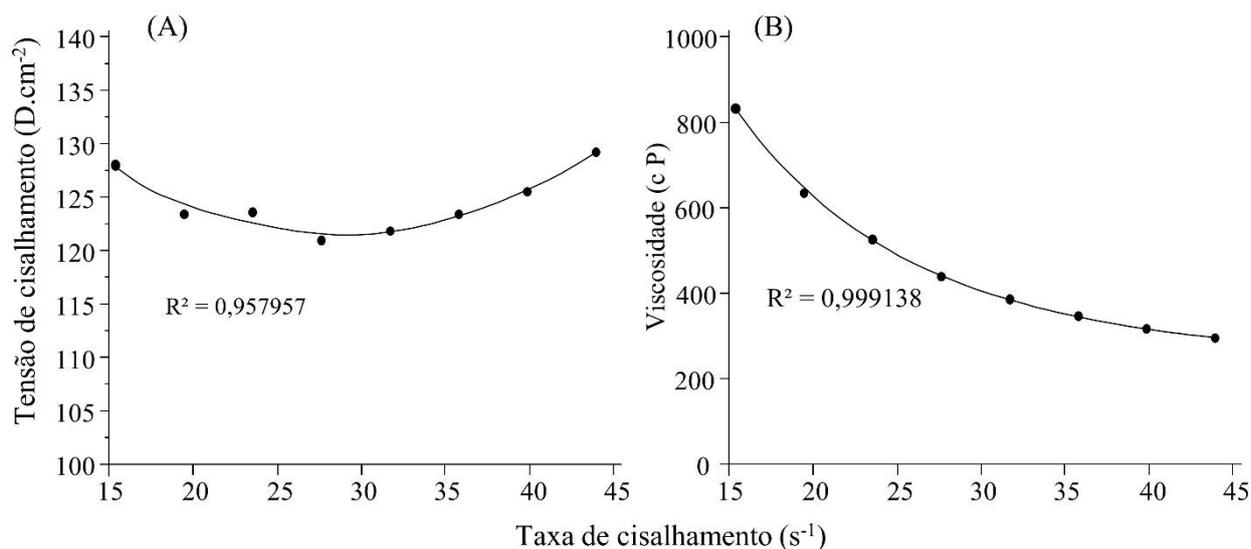
O valor de clorofila encontrado (0,15 mg.100 g⁻¹) foi inferior ao de Santos (2018) que analisou cinco diferentes tipos de genótipos de umbu e os valores de clorofila variaram de 0,27 a 0,48 mg.100 g⁻¹. No umbu, os pigmentos responsáveis pela cor são, a princípio, clorofila e carotenoides. A clorofila é a fonte reserva de energia utilizada a partir da colheita dos frutos no estágio de maturação fisiológica e cuja degradação contribui para que sejam atingidas as características adequadas para o consumo. A partir do início da maturação, há degradação das clorofilas, processo que avança até a senescência, enquanto os carotenoides vão tornando-se predominantes na casca (LIMA; CASTRICINI, 2019).

Os valores médios encontrados para carotenoides totais foram de 0,61 mg.100 g⁻¹, superior ao reportado por Neto et al. (2018) que analisaram o cajá-manga colhido em diferentes municípios da Paraíba (0,14 a 0,34 mg.100 g⁻¹). Carotenoides são pigmentos antioxidantes devido à sua capacidade de extinguir o oxigênio singlete, de ser oxidado, de ser isomerizado e eliminar os radicais livres, o que desempenha um papel crucial na etiologia de várias doenças (GAMMONE et al., 2015).

Em relação à atividade antioxidante total, esta apresentou o resultado de 59,85%, superior ao encontrado na polpa do umbu descrita por Omena et al. (2012) que foi equivalente a 16,10%. Os fitoquímicos antioxidantes podem ser encontrados em muitos alimentos e plantas medicamentosas, desempenham um papel importante na prevenção e tratamento de doenças crônicas e possuem ação anticâncer, antienvhecimento e protetora para doenças cardiovasculares, diabetes mellitus, obesidade e doenças neurodegenerativas (ZHANG et al., 2015).

A Figura 2 representa as curvas de fluxo do padrão reológico da polpa de umbu *in natura*. Em relação aos parâmetros reológicos, de acordo com a lei da potência verificou-se coeficientes de determinação altos ($R^2 > 0,95$ para a curva de fluxo e $R^2 > 0,99$ para a curva de viscosidade). Tais valores próximos de 1 mostram que o modelo de análise se ajustou à amostra.

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



Pode-se observar que não existe uma relação linear entre a tensão de cisalhamento e a taxa de cisalhamento da polpa indicando o comportamento não-Newtoniano do produto. O fluido é caracterizado como pseudoplástico, pois sua tenacidade é independente do tempo e possui como característica o fato da viscosidade diminuir com o aumento da taxa de cisalhamento.

A análise dos parâmetros reológicos no decorrer do tempo e a variação da taxa de cisalhamento são

imprescindíveis para a fixação de parâmetros de projeto de processo, para o monitoramento e controle das operações unitárias que envolvem a sua fabricação e para o controle de qualidade do produto final (PELEGRINE et al., 2015).

Na Tabela 3 estão presentes os resultados das análises físico-químicas dos diferentes tipos de formulação dos smoothies da polpa de umbu. Em relação à acidez titulável, SST, açúcares redutores e lipídios totais houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre os processos de dessoragem.

Tabela 3. Caracterização físico-química das formulações dos smoothies da polpa de umbu (*Spondias tuberosa*) em função do açúcar e processo de dessoragem.

Parâmetros	Dessoragem	Coco	Demerara	Média geral
Acidez titulável (g.100 g ⁻¹)	Sem	0,90 Ab	0,85 Bb	0,87
	Com	1,04 Aa	1,03 Aa	1,04
	Média geral	0,97	0,94	
pH	Sem	3,15	2,88	3,01 b
	Com	3,61	3,46	3,53 a
	Média geral	3,38 A	3,17 B	
Sólidos solúveis totais (%)	Sem	6,67 Ab	7,00 Ab	6,83
	Com	15,67 Aa	11,92 Ba	13,79
	Média geral	11,17	9,46	
Umidade (%)	Sem	83,67	85,00	84,33 a
	Com	82,33	82,00	82,17 b
	Média geral	83,00	83,50	
Cinzas (%)	Sem	0,43	0,40	0,42 a
	Com	0,23	0,15	0,19 b
	Média geral	0,33	0,28	
Açúcares redutores (%)	Sem	22,68 Aa	16,71 Ba	19,69
	Com	9,71 Bb	11,23 Ab	10,47
	Média geral	16,19	13,97	
Lipídios totais (%)	Sem	1,16 Ab	1,25 Ab	1,20
	Com	3,03 Aa	2,22 Ba	2,62
	Média geral	2,10	1,73	

Médias seguidas de letra diferente, minúscula na coluna e maiúscula na linha, indicam diferença estatística de acordo com o teste t ($P \leq 0,05$).

Verificou-se diferença significativa ($p < 0,05$) para acidez titulável em relação ao tipo de açúcar apenas nas formulações com *Skyr* sem dessorar. O smoothie com *Skyr* dessorado e com açúcar de coco foi o que apresentou a maior quantidade de ácido cítrico por grama (1,04), porém os valores foram inferiores aos encontrados no trabalho de Santos et al. (2020) que analisaram as características de um iogurte natural com adição de 20% de extrato de beterraba e 1% de suco de limão e encontraram 1,35% de acidez, porém utilizando o ácido láctico como equivalente e pH mais básico para o produto.

O pH das formulações de smoothie do presente estudo oscilou de 2,88 a 3,61, valores próximos aos encontrados por Bessa (2019) que estudou as características físico-químicas em três formulações diferentes de um iogurte elaborado com polpa de tamarindo, com e sem o acréscimo de prebióticos. Assim como o umbu, a tamarindo é uma fruta que apresenta características ácidas e não é comum a produção de derivados lácteos usando seu fruto, o que pode ser considerado uma inovação tecnológica. Foi verificado que os valores de pH variaram entre 3,79 a 3,85 nos iogurtes de tamarindo, porém não apresentaram diferenças significativas, sendo assim, a adição de fibras não interferiu nos valores de pH.

Nos smoothies, os valores médios do teor de SST variaram entre 6,83% (sem dessorar) a 13,79% (dessorado), dados superiores aos descritos por Mendes et al. (2019) que encontraram 8,37% de SST para o iogurte natural utilizado como controle em sua pesquisa. Tal diferença pode ser explicada pela concentração dos componentes dos smoothies sendo as formulações dessoradas e com coco, as que apresentaram um teor mais elevado de sólidos solúveis totais em relação às demais.

Apesar da legislação brasileira não possuir padrões definidos para os teores de umidade em iogurtes, os valores foram similares aos reportados por Silva, A. G. F. et al. (2017) que analisaram as características de iogurte *light* prebiótico adoçado com mel e percebeu que os valores variaram entre 82,84 a 84,21% de acordo com o tipo de fibra adicionada à formulação. No presente estudo, os resultados oscilaram de 82,00 a 85,00%. Apesar de não haver diferença significativa ($p > 0,05$) entre as formulações, os smoothies sem dessorar apresentaram valores médios mais elevados (84,33%).

Em relação ao teor de cinzas, os resultados foram maiores para as formulações com açúcar de coco e com *Skyr* sem dessorar, o que pode ser devido à grande quantidade de minerais presentes no soro do leite. Os valores variaram entre 0,15 a 0,43% e foram inferiores aos dados obtidos por Sousa (2019) para iogurtes elaborados com polpa de manga e dois diferentes tipos de leite, em que o teor de cinzas variou de 0,60 a 0,64%.

Para açúcares redutores, houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre os tipos de açúcar e o processo de dessoragem. É importante ressaltar que ambos os smoothies produzidos com *Skyr* sem dessorar apresentaram níveis médios superiores (19,69%) aos produtos elaborados com o *Skyr* sem dessorar. Este resultado foi superior ao estudo de Oriente et al. (2019) que encontraram 10,08% em iogurte formulado com leite bovino e saborizado com ameixa. Os valores médios de açúcares redutores foram bastante distintos entre as

formulações, sendo menor no coco dessorado (9,71%) e maior no coco sem dessorar (22,68%). Durante o processo de dessoragem, ocorre a redução do soro do leite, carregando também a lactose. Este processo pode justificar o fato das formulações com *Skyr* sem dessorar apresentarem níveis mais altos de açúcares redutores.

O açúcar de coco é feito pela evaporação da seiva do coqueiro, é um açúcar/adoçante cristalino, rico em nutrientes e que possui uma aparência, sabor e dissolução quase exatamente como o açúcar tradicional, mas é completamente natural, não refinado e tem um sabor único (ABDULLAH et al., 2014).

Asghar et al. (2020) analisaram as propriedades nutricionais e atividade antioxidante da seiva do coqueiro e compararam com os sucos da palma e cana-de-açúcar. Os resultados mostraram que a seiva do coco continha grande quantidade de cinzas (0,27%), baixo valor de SST (12,14 ° Brix) e um pH de 5,52, indicando que seiva do coco tem grande quantidade de minerais e possui menor acidez e teor de açúcar em relação aos sucos da palma e cana-de-açúcar. A seiva do coco também contém maior concentração de frutose e glicose com menor concentração de sacarose em comparação com os sucos de palma e cana-de-açúcar, além de uma quantidade mais elevada de vitaminas (C, B1, B3, B4 e B10).

Considerando a composição e potencial do açúcar de coco, sua utilização como substituto funcional do açúcar oriundo da cana (*Saccharum officinarum*), colabora com a oferta ao mercado brasileiro de um alimento promotor do bem estar e da saúde humana.

O teor médio de lipídios totais dos smoothies variou de 1,20 a 2,62%, inferindo-se que as formulações dessoradas devido à concentração de seus componentes, apresentaram valores mais elevados para tal macronutriente. Houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre as formulações dessoradas e o tipo de açúcar utilizado, sendo que as formulações com açúcar de coco apresentaram níveis médios mais elevados (2,10%). No estudo de Ramos et al. (2019) que analisaram o padrão físico-químico de iogurte saborizado com cajá, o nível médio de lipídios foi de 2,63%. De acordo com a Instrução Normativa, nº 46 de 23 de outubro de 2007 (BRASIL, 2007), os iogurtes são classificados em: “com creme” – aqueles cuja base láctea tenha um conteúdo de matéria gorda mínima de 6,0 g.100 g⁻¹; integrais aqueles cuja base láctea tenha um conteúdo de matéria gorda mínima de 3,0 g.100 g⁻¹; parcialmente desnatado – aqueles cuja base láctea tenha um conteúdo de matéria gorda máxima de 2,9 g.100 g⁻¹; desnatado – aqueles cuja base láctea tenha um conteúdo de matéria gorda máxima de 0,5 g.100 g⁻¹. Sendo assim, os smoothies com *Skyr* apesar da sua composição ter um baixo nível de gordura comparado aos iogurtes tradicionais, poderiam ser classificados como um produto parcialmente desnatado.

A Tabela 4 representa a quantificação dos compostos bioativos e a atividade antioxidante das diferentes formulações de smoothies de polpa de umbu (*Spondias tuberosa*).

Tabela 4. Compostos bioativos e atividade antioxidante das formulações dos smoothies da polpa de umbu (*Spondias tuberosa*) em função do açúcar e processo de dessoragem.

Parâmetros	Dessoragem	Coco	Demerara	Média geral
Compostos fenólicos totais (mg EAG.100 g ⁻¹)	Não	44,46	39,82	42,14
	Sim	50,14	37,76	43,95
	Média geral	47,30 A	38,79 B	
Flavonoides amarelos (mg.100 g ⁻¹)	Não	2,33 Ab	0,83 Ba	1,58
	Sim	3,67 Aa	1,07 Ba	2,37
	Média geral	3,00	0,95	
Antocianinas totais (mg.100 g ⁻¹)	Não	0,36	0,20	0,28 b
	Sim	0,47	0,22	0,35 a
	Média geral	0,42 A	0,21 B	
Ácido ascórbico (mg.100 g ⁻¹)	Não	7,59 Aa	5,82 Ab	6,70
	Sim	8,27 Ba	10,36 Aa	9,32
	Média geral	7,93	8,09	
Clorofila total (mg.100 g ⁻¹)	Não	1,05 Aa	0,96 Aa	1,01
	Sim	1,01 Aa	0,02 Bb	0,51
	Média geral	1,03	0,49	
Carotenoides totais (mg.100 g ⁻¹)	Não	0,58	0,59	0,59
	Sim	0,57	0,45	0,51
	Média geral	0,58	0,52	
Atividade antioxidante total (%)	Não	28,09	21,31	24,70 a
	Sim	15,02	12,06	13,54 b
	Média geral	21,55 A	16,68 B	

Médias seguidas de letra diferente, minúscula na coluna e maiúscula na linha, indicam diferença estatística de acordo com o teste t ($P \leq 0,05$). EAG = Equivalente de ácido gálico.

Em relação aos compostos fenólicos, antocianinas totais, carotenoides totais e atividade antioxidante não houve diferença significativa ($p > 0,05$) entre as formulações de smoothie analisadas.

O teor de compostos fenólicos variou de 37,76 a 50,14 mg EAG. 100 g⁻¹, sendo que os smoothies com *Skyr* dessorado apresentaram valor médio mais alto do que os que não passaram pelo processo de dessoragem. A formulação com *Skyr* dessorado e açúcar de coco foi a detentora do maior valor (50,14 mg EAG. 100 g⁻¹) em relação às quatro formulações analisadas.

Para flavonoides amarelos, observou-se que o processo de dessoragem do *Skyr* não influenciou as concentrações deste bioativo quando se utilizou o açúcar demerara, diferindo para o açúcar de coco. Os produtos que utilizaram o açúcar de coco apresentaram um teor médio mais elevado de flavonoides amarelos (3,00 mg.100 g⁻¹) sobretudo na formulação dessorada (3,67 mg.100 g⁻¹). Akinyemi (2019) estudou a presença de tanino, fenol, flavonoide, saponina, alcaloide e óleo volátil no endosperma, endocarpo e extratos de folhas do coco e as análises revelaram que todos os fitoquímicos testados estão presentes na planta, no entanto sua presença não é proporcional em todos os órgãos morfológicos.

Para os valores de antocianinas totais, os smoothies produzidos com o *Skyr* dessorado obtiveram concentração um pouco mais alta (0,35 mg.100 g⁻¹) em relação aos produtos com

o iogurte sem dessorar (0,28 mg.100 g⁻¹), assim como as amostras preparadas com o açúcar de coco obtiveram valores medianos maiores (0,42 mg.100 g⁻¹) em relação as com açúcar demerara (0,21 mg.100 g⁻¹) sendo na formulação dessorada com coco, detectado 0,47 mg.100 g⁻¹ deste pigmento. Apesar de não haver interação entre os fatores para antocianinas totais, existe um efeito isolado tanto do processo de dessoragem quanto do tipo de açúcar empregado.

Analisando estatisticamente os níveis de ácido ascórbico das formulações, é perceptível que as formulações dessoradas apresentaram maior concentração (9,32 mg.100 g⁻¹) existindo diferença significativa ($p < 0,05$) para os processos de dessoragem do *Skyr* com açúcar demerara.

Para a clorofila total, as formulações feitas com o açúcar de coco apresentaram concentração média de 1,03 mg.100 g⁻¹. As amostras com o iogurte não dessorado (1,01 mg.100 g⁻¹) apresentaram valores mais elevados de clorofila do que as que passaram pelo processo de dessoragem (0,51 mg.100 g⁻¹). Comparando-se as formulações com açúcar demerara, os teores de clorofila total foram 48 vezes maiores na formulação sem dessorar evidenciando diferença significativa para o fator processamento. Vale destacar que a adição da mucilagem de palma provavelmente também contribuiu para concentração deste pigmento nos smoothies.

Em relação aos carotenoides totais não se verificou diferença significativa ($p > 0,05$) entre as formulações nem

efeito isolado entre os fatores. No entanto, as formulações com *Skyr* dessorado apresentaram valores levemente inferiores às formulações sem dessorar ($0,59 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$) e as formulações adoçadas com coco tiveram valores medianos mais altos ($0,58 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$) do que as que utilizaram o demerara ($0,52 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$). Além de desempenhar funções indispensáveis nas plantas e conferir cores diferentes aos nossos alimentos, alguns carotenoides detêm um notável potencial antioxidante e um papel essencial na formação da pró-vitamina A, também conhecida como retinol, o qual é solúvel em gordura e sua deficiência resulta em problemas na visão, diferenciação celular e na resposta humoral e celular do sistema imunológico (KHALID, 2019; AWASTHI, 2020).

A atividade antioxidante dos smoothies não apresentou diferença significativa ($p > 0,05$) entre as formulações, apesar das amostras com *Skyr* não dessorado (24,70%) demonstrarem maior atividade antioxidante do que as amostras dessoradas (13,54%). Quando se compara o poder antioxidante em relação ao açúcar utilizado no processo, os smoothies com coco obtiveram valores médios de 21,55%, superior às formulações com açúcar demerara (16,68%) corroborando com o descrito por Lima et al. (2015) que relata que os constituintes de *C. nucifera* têm efeitos biológicos como atividade anti-inflamatória, antioxidante, antifúngica, antimicrobiana e antitumoral.

Pothuraju et al. (2018) concluíram que os leites fermentados contêm vários componentes promotores de saúde, incluindo bactérias e seus metabólitos, peptídeos bioativos e

outras moléculas funcionais oriundas da fermentação. As intervenções probióticas (lactobacilos) sob a forma de várias cepas bacterianas são capazes de conferir efeitos benéficos na prevenção da obesidade e outros distúrbios metabólicos associados.

Os produtos lácteos fermentados são comumente usados como fontes eficientes de probióticos. Esses alimentos são bem conhecidos por serem produtos funcionais que trazem benefícios positivos para a saúde humana. Análises, tanto in vitro quanto in vivo, sobre os efeitos benéficos do consumo de leites fermentados contendo probióticos demonstraram a modulação da resposta imunológica humana de forma positiva. Além disso, bactérias probióticas demonstraram ter efeitos na prevenção de doenças relacionadas ao trato gastrointestinal e alergias (LOPÉZ et al., 2015).

Um dos parâmetros que mais influenciam a aceitação sensorial do iogurte é a textura. O conhecimento destes parâmetros é essencial para o desenvolvimento de produtos alimentícios e para que se estabeleça uma correlação entre os parâmetros físicos e sensoriais. Usualmente, os consumidores preferem iogurtes homogêneos, lisos, com textura suave, corpo viscoso, sem sinérese e com consistência, de forma que possam comê-los com a colher (GURJÃO et al., 2015; EGEA et al., 2019).

As Figuras 3 e 4 representam o padrão reológico dos smoothies elaborados com a polpa de umbu *in natura*.

Figura 3. Curvas de fluxo dos smoothies da polpa de umbu (*Spondias tuberosa*) em função do açúcar, submetido à dessoragem (A) e sem dessoragem (B).

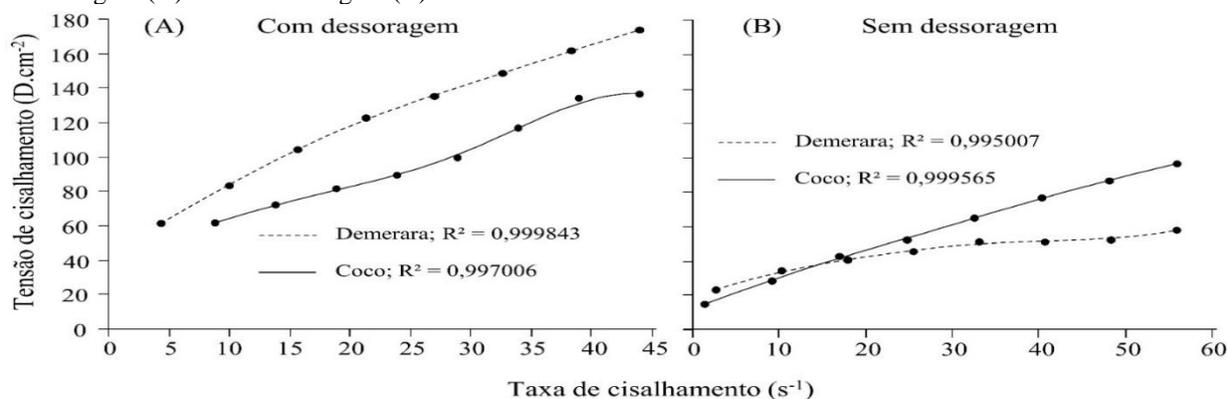
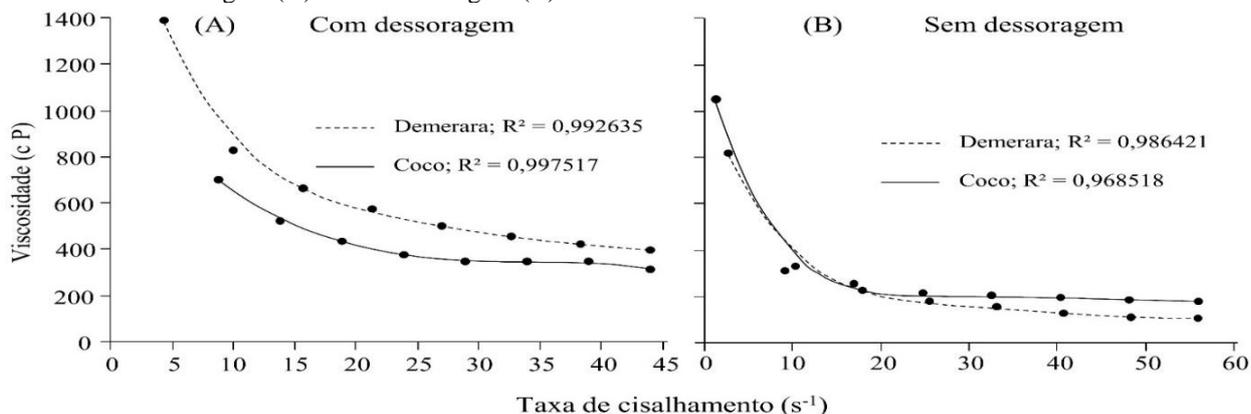


Figura 4. Curvas de viscosidade dos smoothies da polpa de umbu (*Spondias tuberosa*) em função do açúcar, submetido à dessoragem (A) e sem dessoragem (B).



Os smoothies dessorados apresentaram uma tensão de cisalhamento maior em relação aos não dessorados, o que significa uma maior resistência à deformação devido à consistência mais cremosa do Skyr dessorado utilizado como ingrediente do smoothie. As tensões de cisalhamento e viscosidade foram maiores nas formulações dessoradas e adoçadas com o demerara. O smoothie com açúcar de coco e sem dessoragem obteve níveis superiores para tensão de cisalhamento, no entanto, a curva de viscosidade apresentou um comportamento semelhante ao produto adoçado com demerara.

Observou-se um aumento da fluidez de acordo com a taxa de cisalhamento de forma não linear e independentemente do tempo, assim como se percebeu que a viscosidade aparente diminuiu conforme a aplicação da taxa de cisalhamento, o que caracteriza as formulações como não-newtonianas e pseudoplásticas, comum aos iogurtes. Egea et al. (2019), ao avaliarem o comportamento reológico de quatro diferentes marcas comerciais de iogurte integral, sabor morango, verificaram que todas as amostras apresentaram o mesmo comportamento do presente estudo.

A mucilagem de palma (*Opuntia ficus-indica* (L.) Miller) apresentou efeitos espessantes e emulsificantes nos smoothies elaborados, contribuindo para uma melhor textura das formulações e consequentemente seu perfil reológico. Os

CONCLUSÃO

A utilização do umbu (*Spondias tuberosa*) e da palma (*Opuntia ficus-indica* (L.) Miller) na elaboração de produtos como inovação tecnológica na área alimentícia é uma alternativa viável.

A formulação que passou pelo processo de dessoragem e foi adoçada com açúcar de coco se definiu como um produto lácteo parcialmente desnatado e com menor teor de açúcares redutores e níveis maiores de compostos fenólicos totais, flavonoides amarelos e antocianinas. Destaca-se também que os açúcares utilizados representam uma possibilidade de diminuição do uso do açúcar refinado nos produtos alimentícios.

REFERÊNCIAS

ABDULLAH W. G; RIANSE U.; ISWANDI R. M.; TARIDALA A. A. A.; RIANSE S.; ZULFICAR Z. L.; BAKA L. R.; ABDI A. L. Potency of Natural Sweetener: Brown Sugar. *Wseas transactions on business and economics*, v. 12, p. 99-110, 2015.

ALENCAR G. O; EODRIGUES C. F. M.; ALENCAR J. P. O.; PINHEIRO M. S.; SILVA A. L. B.; MANDES R. C. Controle de qualidade físico-químico de comprimidos efervescentes de vitamina c (ácido ascórbico): estudo comparativo de referência e similares. *Revista e-ciência*, v. 7, n. 1, p. 21-24, 2019.

ASGHAR M. T.; YUSOF Y. A.; MAKHTAR M. N.; YA'ACOB M. E.; GHAZALI H. M.; CHANG L. S.; MANAF Y.N. Coconut (*Cocos nucifera* L.) sap as a potential source of sugar: Antioxidant and nutritional properties. *Food Science & Nutrition*, v. 8, p. 1777-1787, 2020.

smoothies apresentaram uma alta viscosidade em repouso e foi perceptível o aumento da tenacidade do produto com o decorrer de 24 horas.

A sinérese que é um fenômeno indesejado que ocorre no armazenamento dos iogurtes resulta na formação de uma camada de soro na superfície do produto e que torna o produto não atraente para os consumidores. A mucilagem de palma ao agir como estabilizante contribuiu para que esse processo não fosse observado nos smoothies.

As mucilagens são hidrocolóides heteropolissacarídeos com uma extensa gama de propriedades que podem ser exploradas para várias aplicações na indústria alimentar, cosmética e farmacêutica. As suspensões aquosas de mucilagem apresentaram propriedades elásticas, especialmente nos cladódios com 100 dias de maturação e também foi reportado a presença de carbonato de cálcio em duas formas cristalinas diferentes. A importância deste achado reside no fato de que o cálcio desses compostos é biodisponível para o corpo humano (PADILHA, 2016).

Portanto, a mucilagem de cacto tem múltiplas aplicações na alimentação e indústria de embalagens, é ecológica, econômica, funcional e tem várias propriedades benéficas para a saúde humana (DU TOIT, 2020).

A mucilagem de palma agiu como aditivo natural com propriedades espessantes e estabilizantes contribuindo para o perfil sensorial e tecnológico dos smoothies, além dos efeitos positivos relacionados às suas características tecnológicas e nutricionais.

O smoothie de umbu é uma fonte de compostos bioativos e potencial antioxidante que por tal motivo se caracteriza como um produto funcional e nutricional que leva benefícios para a saúde do consumidor demonstrando a robustez das espécies presentes no bioma Caatinga.

AWASTHI, S.; AWASTHI A. Role of vitamin a in child health and nutrition. *Clinical Epidemiology and Global Health*, v. 8, n. 4, p. 1039-1042, 2020.

BASTOS, J. S.; MARTINEZ, E.A.; SOUZA, S.M.A. Características físico-químicas da polpa de umbu (*Spondias tuberosa* Arruda Camara) comercial: Efeito da concentração. *Journal of Bioenergy and Food Science*, Macapá, v. 3, n.1, p.11-16, 2016.

BESSA M. M; SILVA A. G. F. Elaboração e caracterização físico-química e sensorial de iogurte probiótico de tamarindo. *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes, Juiz de Fora*, v. 73, n. 4, p. 185-195, 2018.

BRAND-WILIAMS, W.; CUVELIER, M.E.; BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *Food Science and Technology*, v. 28, p. 25-30. 1995.

- BRUINSMA, J. The quantitative analysis of chlorophylls A and B in plant extracts. *Photochemistry and Photobiology*, v. 2, n. 2, p. 241-249, 1963.
- BRASIL. Instrução Normativa nº 46, de 23 de outubro de 2007. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leites Fermentados. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em: <<https://www.abia.org.br/vsn/temp/z201886INMAPA462007.pdf>> Acesso em: 29 de nov. de 2020.
- CASTILLEGÓ, N.; MARTÍNEZ-HERNÁNDEZ, G. B.; GÓMEZ, P. A. O.; ARTÉS F., ARTÉS-HERNÁNDEZ, F. Red fresh vegetables smoothies with extended shelf life as an innovative source of health-promoting compounds. *Journal of Food Science & Technology*, v. 53, n. 3, p. 1475–1486, 2016.
- CORE TEAM, R. R. A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2018.
- COSTA, F.R.B.; SILVA, M.M.A.; ARAÚJO, V.S. Uso sustentável do umbuzeiro: estratégia de convivência com o semiárido. Campina Grande: INSA, 2015. 15p.
- COTTER, P. D. Novel insights into the microbiology of fermented dairy foods. *Current Opinion in Biotechnology*, v. 49, p.172-178, 2018.
- CUNHA, P. L. R.; DE PAULA, R. C. M.; FEITOSA, J. P. A.; Polissacarídeos da biodiversidade brasileira: uma oportunidade de transformar conhecimento em valor econômico. *Química Nova*, v. 32, n. 3, p. 649-660, 2009.
- CUNHA, A. L.; MOURA, K. S.; BARBOSA, J. C.; SANTOS, A. F. Os metabólitos secundários e sua importância para o organismo. *Diversitas Journal*, v. 1, n. 2, p. 175-185, 2016.
- DUTRA, F. V.; CARDOSO, A. D.; MORAIS, O. M.; VIANA, A. E. S.; MELO, T. L.; JÚNIOR, N. S. C. Características físicas e químicas de acessos de umbuzeiros (*Spondias tuberosa* Arr. Cam). *Revista de Ciências Agrárias*, v. 40, n. 4, p. 814-822, 2017.
- DU TOIT, A.; WIT M.; FOUCHÉ H. J.; VENTER S. L.; HUGO A. Relationship between weather conditions and the physicochemical characteristics of cladodes and mucilage from two cactus pear species. *PLoS One*, v. 15, n. 8, 2020.
- EGEA, M. B.; GOMES, A. C. G.; LIMA, M. S.; TAKEUCHI, K. P. Relação entre as características físico-químicas e reológica e o valor comercial de iogurte integral com sabor morango. *Segurança Alimentar e Nutricional*, v. 26, n. 1, p. 1-11, 2019.
- FARIAS, P. M.; LIMA, L. V.; PINTO, C. O.; LIMA, J. R.; TORRES, L. B. V. Estudo e otimização da mucilagem da palma forrageira. *Higiene Alimentar*, v. 29, p. 4774-4778, 2015.
- FRAGA, L. N. Composição centesimal e atividade antioxidante das polpas do umbu e da pitomba nativos da caatinga sergipana. 2016. 25f. Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Federal de Sergipe, Lagarto, 2016.
- DICK, M.; MAGRO, L. D.; RODRIGUES, R. C.; RIOS, A. O.; FLÓRES, S. H. Valorization of *Opuntia monacantha* (Willd.) Haw. cladodes to obtain a mucilage with hydrocolloid features: Physicochemical and functional performance. *International Journal of Biological Macromolecules*. v. 123, p. 900-909, 2019.
- FOLCH, J.; LEES, M.; STANLEY, G.H.S. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *Journal of Biological Chemistry*. v. 226, n. 1, p. 497–509, 1957.
- FRANCIS, F. J. Analysis of anthocyanins. In: Markakis, P. Anthocyanins as food colors. London: Academic Press. p. 181-206, 1982.
- GAMMONE, M. A.; RICCIONI, G.; D' ORAZIO, N. Marine Carotenoids against Oxidative Stress: Effects on Human Health. *Mar. Drugs*, v. 13, p. 6226-6246, 2015.
- GURJÃO, F. F.; CARNEIRO, G. G.; PESSOA, T.; SILVA, D. R. S.; PÊ, P. R. Comportamento reológico de iogurte de cajá comercializado em Campina Grande, Paraíba. *Revista Verde*, v. 10, n. 2, p. 257-260, 2015.
- HAN, H.; FELKER P. Field validation of water use efficiency of CAM plant *Opuntia ellisiana* in south Texas, *J. Arid. Environ.* v. 36, p.133-148, 1997.
- HIGBY, W. K. A. A simplified method for determination of some the carotenoid distribution in natural and carotene fortified orange juice. *Journal of Food Science*, v. 27, n. 1, p. 42-49, 1962.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ – IAL. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. 1 Edição digital. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020p.
- ISO 14502-1:2005. Determination of substances characteristic of green and black tea — Part 1: Content of total polyphenols in tea — Colorimetric method using Folin-Ciocalteu reagent. 1ª Edição, 2005, 10p.
- KHALID M.; RAHMAN S.; BILAL M.; IQBAL H. M. N.; HUANG D. Biosynthesis and biomedical perspectives of carotenoids with special reference to human health-related applications. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, v. 17, p. 399-407, 2019.
- LAGO, R. C. A.; MAIA M. L. L.; DA MATTA V. M. O Sabor das frutas tropicais no Brasil. DF: Embrapa, Brasília, 2016. 49p.
- LEES, D. H.; FRANCIS, F. J. Standardization of pigment analyses in cranberries. *Hortscience*, Alexandria, v. 7, n. 1, p. 83-84, 1972.

- LIMA, E. B. C.; SOUSA, C. N. S.; MANEZES, L. N.; XIMENES, N. C.; SANTOS JUNIOR, M. A.; VASCONCELOS, G. S.; LIMA, N. B. C.; PATROCINIO, M. C. A.; MACEDO D.; VASCONCELOS, S. M. M. *Cocos nucifera* (L.) (Arecaceae): A phytochemical and pharmacological review. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, v. 48, n. 11, p. 953-964, 2015.
- LIMA, M. A. C.; SILVA, S. M.; OLIVEIRA, V. R. *Umbu-Spondias tuberosa*. *Exotic Fruits Reference Guide*, p. 427-433, 2018.
- LIMA, M. A. C.; CASTRICINI, A. Qualidade e pós-colheita do umbu. *Informe Agropecuário, Belo Horizonte*, v. 40, n. 307, p. 80-90, 2019.
- LÓPEZ, L. S.; MENDONZA, A. H.; GARCIA, H. S.; HARO, V. M.; VALEJO-CORDOBA, B.; GONZÁLEZ-CÓRDOVA, A. F. The effects of consuming probiotic-fermented milk on the immune system: A review of scientific evidence. *International Journal of Dairy Technology*, v. 67, p. 1-13, 2015.
- MACEDO, A. M.; MENEZES, C. C.; PORTELA, J. V. F.; ARCANJO, S. R. S. M. R.; OLIVEIRA, A. M. C. 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*, v. 69, n. 1, p. 7-16, 2014.
- MENDES H. H. L.; DIONÍSIO A. P.; MOUTA C. F. H.; ABREU F. A. P.; PINTO C. O.; GARRUTI D. D.; ARAÚJO I. M. Aceitação sensorial e caracterização de iogurte suplementado com xarope de yacon e extrato de caju como fontes de compostos bioativos. *Brazilian Journal of Food Technology, Campinas*, v. 22, e2018153, 2019.
- MOURA, S. C. R.; VISSOTO, F. Z.; BERBARI, S. A. G.; SOUZA, E. C. G.; TOTI, F. G. P.; JÚNIOR, P. A. Characterization and evaluation of stability of bioactive compound in fruit smoothies. *Food Science and Technology*, v. 37, n. 2, p. 216-223, 2017.
- MACORI, G.; COTTER, P. D. Novel insights into the microbiology of fermented dairy foods. *Current Opinion in Biotechnology*, v. 49, p.172–178, 2018.
- MILLER, V.; MENTE, A.; DEHGHAN, M.; RANGARAJAN, S.; ZHANG, X.; SWAMINATHAN, S.; YUSUF, S. Fruit, vegetable, and legume intake, and cardiovascular disease and deaths in 18 countries: A prospective cohort study. *The Lancet*, v. 390, n.10107, p. 2037-2049, 2017.
- MONRROY, M.; GARCÍA, E.; RÍOS, K.; GARCÍA, J.R. Extraction and Physicochemical Characterization of mucilage from *Opuntia cochenillifera* (L.) Miller. *Journal of Chemistry*, v. 2017, p. 1-9, 2017.
- NERIS, T. S.; LOSS, R. A.; GUEDES, S. F. Caracterização físico-química da seriguela (*Spondias purpurea* L.) colheita das no município de Barra do Bugres/MT em diferentes estágios de maturação. *Natural Resources*, v. 7, n. 1, p. 9-18, 2017.
- NETO, J. R.; ANDRADE, M. G. S.; SCHUNEMANN, A. P. P.; SILVA, S. M. Compostos fenólicos, carotenoides e atividade antioxidante em frutos de cajá-manga. *Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos*, v. 36, n. 1, p. 55-68, 2018.
- NOSRATPOUR, M.; JAFARI, S. M. Bioavailability of Minerals (Ca, Mg, Zn, K, Mn, Se) in Food Products. *Reference Module in Food Science*, p. 1-7, 2018.
- OMENA, C. M. B.; VALENTIM, I. B.; GUEDES, G. da S.; RABELO, L. A.; MANO, C. M.; BECHARA, E. J. H.; SAWAYA, A. C. H. F.; TREVISAN, M. T. S.; DA COSTA, J. G.; FERREIRA, R. C. S.; SANT'ANA, A. E. G.; GOULART, M. O. F. Antioxidant, anti-acetylcholinesterase and cytotoxic activities of ethanol extracts of peel, pulp and seeds of exotic Brazilian fruits. Antioxidant, anti-acetylcholinesterase and cytotoxic activities in fruits. *Food Research International*, v. 49, n. 1, p. 334–344, 2012.
- ORIENTE, S. F.; SILVA, P. I. S.; GOUVEIA, D. S.; MOTA, M. M. A.; DANTAS, R. L.; SANTIAGO, A. M. Elaboração e caracterização físico-química de iogurtes de ameixa adicionados da farinha de chia. *Magistra, Cruz das Almas*, v. 30, p. 78-85, 2019.
- PADILHA, M. C.; GARCÍA, M. E. R.; CORTEZ, E. G.; BRAVO, M. C. V.; MOLINA, J. I. R.; MUÑOZ, E. M. R. Physicochemical and rheological characterization of *Opuntia ficus* mucilage at three different maturity stages of cladode. *European Polymer Journal*, v. 78, p. 226–234, 2016.
- 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 Mediciniais, Campinas*, v. 17, n. 1, p. 59-66, 2015.
- PELEGRINE, D. H. G.; AGUIAR, L. F. S.; LODELIS, A. Iogurte de goiaba enriquecido com cereais: correlação a textura com os parâmetros sensoriais. *Revista de Ciência & Tecnologia*, v. 18, n. 36, p. 25-40, 2015.
- POTHURAJU R.; SHARMA R. K.; CHAGALAMARRI J.; KAVADI P. K.; JANGRA S. Influence of milk fermented by *Lactobacillus rhamnosus* NCDC 17 alone and in 2 combination with herbal ingredients on diet induced adiposity and related gene 3 expression in C57BL/6J mice. *Food & Function*, v. 6, p. 3576-3584, 2015.
- RAMOS, G. D.; DIAS, S. L. S.; FERREIRA, I. M.; SILVA, A. M. O.; CARVALHO, M. G. Vida de prateleira de iogurte de cajá com *Bacillus clausii*: avaliação química, físico-química e microbiológica. *Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal*, v.13, n.4, p. 424 – 439, 2019.
- REYKDAL, O.; RABIEH, S.; STEINGRIMSDOTTIR, L.; GUNNLAUGSDOTTIR H. Minerals and trace elements in

- Iceland dairy products and meat. *Journal of Food Composition and Analysis*, v. 24, p. 980-986, 2011.
- RIBEIRO, L. D. O.; VIANA, E. D. S.; GODOY, R. L. D. O., FREITAS, S. C. P., MATTA, V. M. Nutrientes e compostos bioativos de polpa, casca e sementes de umbu. *Ciência Rural*, v. 49, n. 4, p. 1-8, 2019.
- SANTOS, C. M. Qualidade pós-colheita de frutos de genótipos de umbuzeiro das mesorregiões da Borborema e do agreste da Paraíba. 2018. 61f. Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Federal da Paraíba- João Pessoa. 2018.
- SANTOS, E. F.; ARAÚJO, R. R.; LEMOS, E. E.; ENDRES, L. Quantificação de compostos bioativos em frutos de umbu (*Spondias tuberosa* Arr. Câm.) e cajá (*Spondias mombin*.) nativos de alagoas. *Ciência Agrícola*, Rio Largo, v. 16, n. 1, p. 21-29, 2018.
- SANTOS, R. T. S.; LIMA, A. S.; CASTRO, C. D. P. C.; RYBKA, A. C. P.; ASSIS, J. S.; MARQUES, A. T. B. Avaliação físico-química da polpa de umbu em diferentes estádios de maturação. In: Encontro Nacional, 20; Congresso Latino Americano de Analistas de Alimentos, 6, 2017, Belém: SBAAL, 2017. 5 p.
- SANTOS, J.; VASCONCELOS, M. F. M.; OLIVEIRA, G. L. S.; SILVA, V. C.; JÚNIOR, I. D. B. Avaliação dos compostos bioativos e ação antioxidante do iogurte de beterraba com limão. *Brazilian Journal of Development*, Curitiba, v. 6, n. 5, p. 29301-29311, 2020.
- SILVA, A. G. F.; BESSA, M. M.; SILVA, J. R. Elaboração e caracterização físico-química e sensorial de iogurte light prebiótico adoçado com mel. *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes*, v. 72, n. 2, p. 74-84, 2017.
- SILVA M. I.; MARTINS J. N.; ALVES J. E. A.; 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.
- SILVA, M. I.; SILVA, G. R.; ALVES, J. E.; MARTINS, J. N. Caracterização físico-química da polpa de umbu *in natura*. In: Reunião Regional da SBPC, 2017, Cariri. Anais/Resumos... Crato: SBPC, 2017. p. 4.
- SILVEIRA, M. P.; LARISSA DE OLIVEIRA FERREIRA ROCHA1, L. O. F.; CASTRO, A. L.; BRANDÃO, D. C.; GUEDES, T. J.; FERNANDES, M. K. O. Avaliação da qualidade de labneh (iogurte grego): estudo com consumidores. *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes*, v. 71, n. 2, p. 65-74, 2016.
- SILVINO, R. C. A. S.; SILVA, G. C. T.; SANTOS, O. V. Qualidade nutricional e parâmetros morfológicos do fruto cajá (*Spondias mombin* L). *Revista Desafios*, v. 04, n. 02, p. 3-11, 2017.
- STROHECKER R. L.; HENNING H. M. Analisis de vitaminas: métodos comprobados. Madri: Paz Montalvo; 1967. 428p.
- TOIT, A. DU; WIT, M.; OSTHOFF. G; HUGO, A. Antioxidant properties of fresh and processed cactus pear cladodes from selected *Opuntia ficus-indica* and *O. robusta* cultivars. *South African Journal of Botany*, v. 118, p. 44-51, 2018.
- VIEBKE, C.; AL-ASSAF, S.; PHILLIPS, G. O. Food hydrocolloids and health claims. *Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre*, v. 4, p. 101-114, 2014.
- ZHANG, Y. J.; GAN, R. Y.; LI, S.; ZHOU, Y.; LI, A. N.; XU, D. P.; LI, H. B. Antioxidant Phytochemicals for the Prevention and Treatment of Chronic Diseases. *Molecules*, v. 20, p. 21138-21156, 2015.