

Composição centesimal e comportamento reológico do extrato de aveia (*Avena sativa*)
Centesimal composition and rheological behavior of oat extract (*Avena sativa*)
Composición centesimal y comportamiento reológico del extracto de avena (*Avena sativa*)

Recebido: 03/12/2019 | Revisado: 10/12/2019 | Aceito: 11/12/2019 | Publicado: 19/12/2019

Raphael Lucas Jacinto Almeida

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7232-2373>

Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil

E-mail: raphaelqindustrial@gmail.com

Newton Carlos Santos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9603-2503>

Universidade Federal de Campina Grande, Brasil

E-mail: newtonquimicoindustrial@gmail.com

Tamires dos Santos Pereira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2627-036X>

Universidade Federal de Campina Grande, Brasil

E-mail: tsantosp16@gmail.com

Virgínia Mirtes de Alcântara Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6493-3203>

Universidade Federal de Campina Grande, Brasil

E-mail: virginia.mirtes2015@gmail.com

Josilene de Assis Cavalcante

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1179-1576>

Universidade Federal da Paraíba, Brasil

E-mail: josy_cavalcante@yahoo.com.br

Williane Silva Pinheiro

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2393-1743>

Universidade Federal da Paraíba, Brasil

E-mail: willianepinheiro@live.com

Victor Herbert de Alcântara Ribeiro

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6286-5403>

Universidade Federal de Campina Grande, Brasil

E-mail: victor_herbert@hotmail.com

Isabela Alves dos Santos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2279-7498>

Universidade Federal do Ceará, Brasil

E-mail: isabelaeq@gmail.com

Eliélson Rafael Barros

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1809-7395>

Universidade Federal de Campina Grande, Brasil

E-mail: elielsnrafael@gmail.com

Cecília Elisa de Sousa Muniz

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7402-9354>

Universidade Federal de Campina Grande, Brasil

E-mail: ceciliamuniz.qi@gmail.com

Resumo

O presente estudo tem como objetivo obter o extrato hidrossolúvel da aveia, determinar a sua composição centesimal e o seu comportamento reológico. O extrato hidrossolúvel foi obtido a partir da imersão dos flocos de aveia em água (70 °C) na proporção 1:3 (aveia/água), durante 15 minutos. O extrato foi caracterizado quanto aos seguintes parâmetros: umidade, atividade de água, sólidos totais, cinzas, proteínas, lipídeos, fibras e carboidratos; para leitura da viscosidade foi utilizado um viscosímetro de *Brookfield*, modelo DVII+Pro utilizando o *splidlen* nº 2 com as seguintes rotações: 50, 60, 70, 80, 100, 120, 140 rpm. Através da composição centesimal, percebeu-se que o extrato de aveia apresentou um alto teor de água, baixos valores de cinzas e moderados valores de proteínas, lipídeos e fibras; o aumento da velocidade de rotação acarretou um aumento da viscosidade aparente, o que dificulta o escoamento e a troca de calor durante processos térmicos; o extrato de aveia apresentou comportamento de um fluido não newtoniano com características de plástico de Bingham na temperatura analisada neste trabalho. Sendo portanto, uma ótima alternativa como ingrediente para preparações e dietas isentas de lactose e proteína do leite.

Palavras-chave: Alimentos funcional; Bebida vegetal; Zero lactose.

Abstract

The present study aims to obtain oat water soluble extract, to determine its centesimal composition and its rheological behavior. The water soluble extract was obtained by

immersing the oat flakes in water (70 °C) in a 1:3 ratio (oats/water) for 15 minutes. The extract was characterized by the following parameters: humidity, water activity, total solids, ashes, proteins, lipids, fibers and carbohydrates; For viscosity reading, a Brookfield DVII + Pro viscometer was used using splidlen n°2 with the following rotations: 50, 60, 70, 80, 100, 120, 140 rpm. Through the centesimal composition, it was noticed that the oat extract presented a high water content, low ash values and moderate protein, lipid and fiber values; increased rotational velocity led to an increase in apparent viscosity, which makes flow and heat exchange difficult during thermal processes; oat extract showed behavior of a non Newtonian fluid with Bingham plastic characteristics at the temperature analyzed in this work. Therefore, it is a great alternative as an ingredient for lactose and milk protein free preparations and diets.

Keywords: Functional food; Vegetable drink; Zero lactose.

Resumen

El presente estudio tiene como objetivo obtener el extracto de avena soluble en agua, para determinar su composición centesimal y su comportamiento reológico. El extracto soluble en agua se obtuvo sumergiendo los copos de avena en agua (70 °C) en una relación 1:3 (avena/agua) durante 15 minutos. El extracto se caracterizó por los siguientes parámetros: humedad, actividad del agua, sólidos totales, cenizas, proteínas, lípidos, fibras y carbohidratos; Para la lectura de la viscosidad, se utilizó un viscosímetro Brookfield DVII + Pro usando splidlen n° 2 con las siguientes rotaciones: 50, 60, 70, 80, 100, 120, 140 rpm. A través de la composición centesimal, se observó que el extracto de avena presentaba un alto contenido de agua, bajos valores de cenizas y valores moderados de proteínas, lípidos y fibras; el aumento de la velocidad de rotación condujo a un aumento de la viscosidad aparente, lo que dificulta el flujo y el intercambio de calor durante los procesos térmicos; El extracto de avena mostró el comportamiento de un fluido no newtoniano con características plásticas de Bingham a la temperatura analizada en este trabajo. Por lo tanto, es una gran alternativa como ingrediente para preparaciones y dietas sin lactosa y proteínas lácteas.

Palabras clave: Comida funcional; Bebida vegetal; Cero lactosa.

1. Introdução

A preocupação das pessoas com uma vida mais saudável tem colaborado para o aumento do consumo de bebidas não alcoólicas e devido a isso, o mercado desse produto,

vem ganhando espaço cada vez maior, por tratar de um produto pronto para consumo. O desenvolvimento de bebida à base de grãos pode oferecer vantagens, relacionadas às características nutricionais inerentes as matérias primas de origem, e por apresentar um custo relativamente baixo (Venturini Filho, 2010; Melo et al., 2017).

A aveia é uma gramínea, pertencente à família *Poaceae* e ao gênero *Avena*. Seu grão é amplamente utilizado para a fabricação de produtos de panificação, com o objetivo de melhorar os teores de fibra alimentar, pois contém uma quantidade considerada de fibras em relação aos demais cereais, alcançando assim, uma boa aceitação pelo consumidor, relacionado à diminuição dos níveis de colesterol e riscos de doenças coronárias. Por isso, tem crescido o interesse dos consumidores por produtos que contenham este grão em sua formulação (Santos et al., 2011; Dias et al., 2016).

A intolerância à lactose é um distúrbio metabólico de diagnóstico tardio. Nesses últimos anos a porcentagem de pessoas que apresentam tal patologia vem aumentando de 10 a 15%, uma porcentagem alta para o número de pessoas, atingindo principalmente crianças (Souza et al., 2018). Diante deste fato, surge a necessidade de desenvolvimento de bebidas alternativas às de base láctea, aliada à procura do consumidor por produtos mais saudáveis e seguros (Gazala et al., 2016).

Neste contexto, o presente estudo tem como objetivo obter o extrato hidrossolúvel da aveia, determinar a sua composição centesimal e o seu comportamento reológico.

2. Metodologia

Para o desenvolvimento deste trabalho foram utilizados flocos de aveia (*Avena sativa*), adquiridos no comércio local da cidade de Campina Grande-PB e o trabalho foi desenvolvido na Universidade Federal de Campina Grande (UFCG).

Obtenção do extrato hidrossolúvel

O extrato hidrossolúvel foi obtido a partir da imersão dos flocos de aveia em água (70 °C) na proporção 1:3 (aveia/água), durante 15 minutos. Seguindo de uma trituração em liquidificador doméstico e filtração em malha de organza, para separação da fase solúvel. Posteriormente, o extrato hidrossolúvel obtido foi acondicionado em garrafas de vidro, previamente esterilizadas e mantidas em temperatura de refrigeração.

Determinação da composição centesimal

O extrato obtido foi caracterizado quanto aos seguintes parâmetros: umidade, sólidos totais, proteínas, fibras de acordo com as metodologias propostas por Brasil (2008); A atividade de água (a_w) foi determinada usando o dispositivo Decagon® Aqualab CX-2T a 25 °C; o teor de lipídeos foi determinado pelo método descrito por Folch et al. (1957).

A estimativa do teor de carboidratos totais foi obtida por diferença a partir da análise prévia individual dos teores de umidade, cinzas, lipídeos, proteínas e fibra bruta das amostras, somados e subtraídos da amostra total (FAO, 2003), conforme apresentado na Equação (1):

$$\text{Carboidratos (\%)} = 100 - [\text{umidade} + \text{cinzas} + \text{lipídeos} + \text{proteínas} + \text{fibras}] \quad (1)$$

Estudo reológico

Para leitura da viscosidade foi utilizado um viscosímetro de *Brookfield*, modelo DVII+Pro utilizando o *splidlen* nº 2. A leitura da viscosidade aparente ($\text{mPa}\cdot\text{s}^{-1}$) e torque (%) do extrato de aveia ocorreu durante as seguintes rotações: 50, 60, 70, 80, 100, 120, 140 rpm, em uma temperatura de 25 °C. A partir de uma análise estatística dos dados obtidos, utilizando o *software* STATISTICA 7.0 obtivemos os dados referentes à tensão de cisalhamento (Pa) e taxa de deformação (s^{-1}), traçando-se assim, a curva de tensão de cisalhamento *versus* taxa de deformação, obtendo uma informação sucinta sobre o comportamento reológico do fluido observado.

3. Resultados

Na Tabela 1 estão apresentados os valores obtidos para composição centesimal do extrato de aveia.

Tabela 1 – Composição centesimal do extrato de aveia hidrossolúvel.

Parâmetros	Extrato de aveia ¹
Umidade (%)	89,91 ± 0,12
Atividade de água (a _w)	0,996 ± 0,05
Sólidos totais (%)	10,09 ± 0,12
Cinzas (%)	0,91 ± 0,41
Proteínas (%)	2,04 ± 0,35
Lipídeos (%)	1,87 ± 0,15
Fibras (%)	3,78 ± 0,89
Carboidratos (%)	1,49 ± 0,62

Nota: base úmida. Fonte: Própria (2019).

Pode-se observar na Tabela 1 que o extrato de aveia apresentou um elevado teor de umidade (89,91%). Fonseca et al. (2016) ao elaborarem bebidas vegetais com diferentes tipos de arroz e adicionadas de proteínas isolada de arroz, obtiveram os seguintes teores de umidade 77,0% (arroz integral), 78,92% (arroz parbolizado) e 83,06% (quirera de arroz), valores estes próximos ao obtido no presente estudo. Devido ao alto teor de umidade, conseqüentemente, obteve-se um alto valor de atividade de água (0,996).

Segundo Barros et al. (2019) e Silva et al. (2019), altos valores de teor de água associados a níveis elevados de atividade de água (a_w) afetam diretamente a estabilidade do produto, possibilitando a ocorrência de processos de contaminação. Recomenda-se a aplicação de técnicas de conservação, capaz de viabilizar a redução do teor de água e atividade de água do produto, tornando possível a destruição de microrganismos e uma maior vida de prateleira (Santos et al., 2020).

Um baixo teor de sólido totais (10,09%) foi obtido para o extrato de aveia, devido ao alto teor de umidade apresentado. Felberg et al. (2004) verificou 11,46% de sólidos totais em bebida mista de soja e castanha, enquanto que Rodrigues e Moretti (2008) obtiveram 19,35% em bebida de soja e polpa de pêssego.

Com relação ao teor de cinzas obtivemos 0,91% para o extrato de aveia obtido. Gazola et al. (2016) ao desenvolverem bebidas à base de extrato hidrossolúvel de soja com polpa de

pitanga, amora e mirtilo obtiveram os seguintes teores de cinzas 0,84%, 0,77% e 0,79%, respectivamente. Esses valores foram inferiores aos obtidos para o extrato do presente estudo, sendo estas diferenças devido a composição dos gêneros alimentícios analisados.

Apenas 2,04% de proteínas foi quantificado no extrato de aveia, não sendo, portanto considerado uma bebida fonte de proteínas. No entanto, esse se assemelha aos obtidos por Jaekel et al. (2010) que observaram valores entre 1,0 % e 2,1 %, em bebidas mistas elaboradas de extratos de arroz e soja.

O teor lipídico do extrato de aveia, apresentando na Tabela 1, foi de 1,87%. Uliana et al. (2010) ao determinarem o teor de lipídeos em bebida mista de extrato hidrossolúvel de soja e suco de amora, obtiveram valores inferiores aos obtidos no presente estudo, variando de 1,30 a 1,39% para diferentes concentrações de suco de amora.

O teor de fibras obtido foi de 3,78% e carboidratos de 1,49%. Segundo Weber et al. (2002), os produtos contendo fibra de aveia reduzem o risco de doenças cardiovasculares, diabetes, hipertensão e obesidade. Além disso, diminuem as concentrações séricas de colesterol total, lipídios totais e triglicerídios, devido a essas propriedades a aveia é considerada um alimento funcional.

Na Tabela 2, são mostradas as médias para a viscosidade aparente do extrato de aveia em função da velocidade de rotação.

Tabela 2 – Viscosidade aparente ($\text{mPa}\cdot\text{s}^{-1}$) do extrato de aveia.

Velocidade de rotação (rpm)	Viscosidade aparente ($\text{mPa}\cdot\text{s}^{-1}$)
50	42,40
60	44,00
70	45,70
80	47,50
100	50,40
120	53,00
140	55,10

Fonte: Própria (2019).

Observou-se que, com o aumento da velocidade de rotação de 50 a 140 rpm, aumentarem-se os valores médios da viscosidade aparente de 42,40 (mPa.s⁻¹) para 55,10 (mPa.s⁻¹). Fato este não observado por Melo et al. (2008) na qual notaram que os valores da viscosidade aparente diminuíram com o aumento da taxa de deformação (s⁻¹) para a polpa de buriti com leite (1:1), nas temperaturas de 10, 20, 30, 40 e 50 °C. Quanto maior a viscosidade do fluido, maior é a perda de carga durante o escoamento, aumentando os custos de potência com bombeamento e, conseqüentemente, os custos energéticos.

Na Tabela 3, pode-se observar os valores referentes à tensão de cisalhamento (Pa) e taxa de deformação (s⁻¹) para o fluido observado (extrato de aveia).

Tabela 3 – Tensão de cisalhamento (Pa) e taxa de deformação (s⁻¹) do extrato de aveia.

Velocidade de rotação (rpm)	Tensão de cisalhamento (Pa)	Taxa de deformação (s⁻¹)
50	0,6188	13,2932
60	0,7414	15,9518
70	0,9163	18,6104
80	1,0710	21,2690
100	1,3328	26,5863
120	1,6660	31,9036
140	2,0111	37,2208

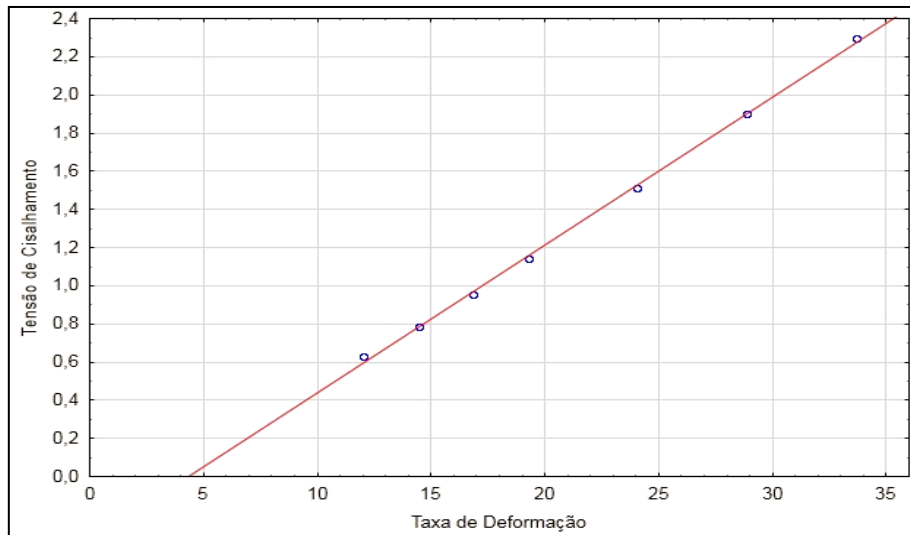
Fonte: Própria (2019).

Verifica-se que o extrato de aveia apresentou uma tensão de cisalhamento, variando de 0,6188 em 50 rpm a 2,0111 Pa em 140 rpm. Segundo Sousa et al. (2017), a tensão de cisalhamento é uma tensão finita necessária para que o fluido comece a escoar, geralmente diminui com o aumento da temperatura, no entanto, este decréscimo não é uma regra para os modelos reológicos.

Com relação a taxa de deformação, houve uma variação de 13,2932 a 37,2208 s⁻¹ quando a velocidade de rotação variou de 50 a 140 rpm, ou seja, aumentando com conforme se teve um aumento da tensão de cisalhamento. Fato este também observado por Feitosa et al. (2015) em seus estudos reológicos com polpa de murta no qual a taxa de deformação variou de 5,6 a 56 s⁻¹ quando a velocidade de rotação variou de 20 a 200 rpm.

Na figura 1, está apresentado o reograma traçado a partir dos dados de tensão de cisalhamento (Pa) *versus* taxa de deformação (s^{-1}) para o fluido analisado.

Figura 1 - Tensão de cisalhamento (Pa) pela taxa de deformação (s^{-1}) do extrato de aveia.



Fonte: Própria (2019).

Foi observado na Figura 1, que o extrato de aveia apresentou um comportamento de um fluido não-newtoniano semelhante ao plástico de Bingham, pois a relação entre a tensão de cisalhamento e a taxa de deformação ocorre de maneira linear. As grandezas tensão de cisalhamento (Pa) e taxa de cisalhamento (s^{-1}) foram diretamente proporcionais fato este esperado, pois segundo Martins et al. (2013) uma vez que quanto maior for a tensão, maior será a deformação do fluido, ou seja, maior será a tensão de cisalhamento.

Segundo Silva et al. (2019) fluidos não-newtonianos apresentam comportamento complexo, que deve ser pesquisado e entendido para que sua aplicabilidade aumente gradativamente, visto que suas características são importantes para o avanço tecnológico em diversos setores, como a indústria petrolífera, farmacêutica, de cosméticos, entre outras.

4. Considerações finais

Através da composição centesimal, percebeu-se que o extrato de aveia apresentou um alto teor de água, baixos valores de cinzas e moderados valores de proteínas, lipídeos e fibras, sendo portanto, uma ótima alternativa como ingrediente para preparações e dietas isentas de lactose e proteína do leite.

O aumento da velocidade de rotação acarretou um aumento da viscosidade aparente, o que dificulta o escoamento e a troca de calor durante processos térmicos. O extrato de aveia apresentou comportamento de um fluido não newtoniano com características de plástico de Bingham na temperatura analisada neste trabalho.

Como sugestão de trabalhos futuros, sugere-se um estudo do extrato de aveia saborizado com a adição de diferentes polpas de frutas. Realizar análise sensorial, reológicas, centesimal e microbiológica das novas bebidas saborizadas obtidas.

Referências

Barros, S. L., Silva, W. P., Figueiredo, R. M. F., Araujo, T. J., Santos, N. C. & Gomes, J. P. G. (2019) - Efeito da adição de diferentes tipos de açúcar sobre a qualidade de geleia elaborada com abacaxi e canela. *Revista Principia*, 45, 1-8.

Brasil, Instituto Adolfo Lutz. (2008). *Métodos físico-químicos para análise de alimentos*, Instituto Adolfo Lutz, Vol 1, 4th ed., São Paulo (SP), Brasil.

Dias, B. F., Santana, G. S., Pinto, E. G., & Oliveira, C. F. D. (2016). Caracterização físico-química e análise microbiológica de cookie de farinha de aveia. *Revista de Agricultura Neotropical*, 3(3), 10-14.

Elberg, I., Deliza, R., Gonçalves, E. B., Antoniassi, R., Feitas, S. C. De., & Cabral, L. C. (2004). Bebida mista de extrato de soja integral e castanha-do-Brasil: caracterização físico-química, nutricional e aceitabilidade do consumidor. *Alimentos e Nutrição*, 15(2), 163-174.

Feitosa, R. M., de Figueirêdo, R. M. F., Queiroz, A. J. D. M., De Souza, E. P., & Silva, D. M. (2015). Viscosidade aparente da polpa de murta integral em diferentes temperaturas. *Revista Caatinga*, 28(4), 235-243.

Folch, J., Lees, M., & Sloane Stanley, G. H. (1957). A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J Biol Chem*, 226(1), 497-509.

Fonseca, R. C., Araújo, F. I., & Siqueira, K. F. (2016). Elaboração e Caracterização Físico-Química de Bebida Vegetal de Diferentes Tipos de Arroz (Integral Parboilizado e Quirera). *Revista Processos Químicos*, 10(20), 167-172.

Gazola, M. B., Pegorini, D., de Lima, V. A., Roncatti, R., Teixeira, S. D., & Pereira, E. A. (2017). Elaboração e caracterização de bebidas à base de extrato hidrossolúvel de soja com polpa de pitanga, amora e mirtilo. *Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos*, 34(2).

Jaekel, L. Z., Rodrigues, R. S., & Silva, A. P. (2010). Avaliação físico-química e sensorial de bebidas com diferentes proporções de extratos de soja e de arroz. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 30, 342-348.

Martins, G. H., Kwiatkoeski, A., Bracht, L., Srutkoske, C. L. Q., & Haminiuk, C. W. I. (2013). Perfil físico-químico, sensorial e reológico de iogurte elaborado com extrato hidrossolúvel de soja e suplementado com inulina. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, 15(1), 93-102.

Melo, J. R. L., Cavalcanti, M. T., & Silva, J. N. (2017). Prospecção tecnológica como ferramenta de estudo para elaboração de extratos hidrossolúveis do arroz vermelho. *Cadernos de Prospecção*, 10(2), 237.

Melo, K. S., Figueirêdo, R. M. F., & Queiroz, A. J. M. (2008). Comportamento reológico da polpa de buriti com leite. *Revista de Biologia e Ciências da Terra*, 8(2), 197-206.

Rodrigues, R. da S., & Moretti, R. H. (2008). Caracterização físico-química de bebida protéica elaborada com extrato de soja e polpa de pêssegos. *Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos*, 26(1), 101-110.

Santos, C. A., Ribeiro, R. C., Silva, E. V. C., Silva, N., & Silva, B. A. (2011). Elaboração de biscoito de farinha de buriti (*Mauritia flexuosa* L. f) com e sem adição de aveia (*Avena sativa* L.). *Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial*, 5(1), 262-275.

Santos, N., Leite, D., Câmara, G., Barros, S., Santos, F., Soares, T., Lima, A., Soares, T., Albuquerque, A., Oliveira, M., Vasconcelos, U., & Queiroz, A. (2020). Modelagem matemática da cinética de secagem de cascas da toranja (*Citrus paradisi* Macf.). *Research, Society and Development*, 9(1), e61911609.

Silva, C. M., Lins, T., Junior, S., & Junior, I. M. P. (2019). Caracterização reológica de fluidos não newtonianos e sua aplicabilidade na indústria. *Caderno de Graduação-Ciências Exatas e Tecnológicas-UNIT-ALAGOAS*, 5(2), 285.

Silva, V. M. A., Ribeiro, V. H. A., Santos, N. C., Barros, S. L., Nascimento, A. P. S., & Almeida, R. L. J. (2019) Obtenção e caracterização físico-química da farinha de beterraba em diferentes temperaturas. In: Francisco, Paulo Roberto Megna (Org.). *Caderno de Pesquisa, Ciência e Inovação*, Campina Grande, EPGRAF, 2(1), 73-81.

Sousa, S. F., Queiroz, A. J. M., Figueirêdo, R. M. F., & Silva, F. B. (2017). Comportamento reológico das polpas de noni integral e concentradas. *Brazilian Journal of Food Technology*, 20, e2016067.

Souza, D. S. A., Parahyba, P. M., Tomasi, C. D., Zugno, P. I., de Souza, R. L., & de Souza, M. C. G. (2018). Perfil epidemiológico de crianças e adolescentes com intolerância à lactose. *Inova Saúde*, 7(1), 60-76.

Uliana, M. R., & Venturini Filho, W. G. (2010). Análise energética de bebida mista de extrato hidrossolúvel de soja e suco de amora. *Energia na Agricultura*, 94-103.

Venturini Filho, W. G. (2010). *Bebidas não alcoólicas: Ciência e Tecnologia*. v.2. São Paulo: Editora Blucher.

Weber, F. H., Gutkoski, L. C., & Elias, M. C. (2002). Caracterização química de cariopses de aveia. *Ciências e Tecnologia dos Alimentos*, 22(1), 39-44.

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Raphael Lucas Jacinto Almeida – 10%

Newton Carlos Santos – 10%

Tamires dos Santos Pereira – 10%

Virgínia Mirtes de Alcântara Silva – 10%

Josilene de Assis Cavalcante – 10%

Williane Silva Pinheiro – 10%

Victor Herbert de Alcântara Ribeiro – 10%

Isabela Alves dos Santos – 10%

Eliélson Rafael Barros – 10%

Cecília Elisa de Sousa Muniz – 10%