

**Pêssego minimamente processado enriquecido com bactérias probióticas****Minimally processed peach as enriched with probiotic bacteria**

DOI:10.34117/bjdv6n9-269

Recebimento dos originais:08/08/2020

Aceitação para publicação:14/09/2020

**Luma Rossi Ribeiro**

Doutoranda em Tecnologia de Alimentos pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP),  
Faculdade de Engenharia de Alimentos (FEA), Departamento de Tecnologia de Alimentos (DTA)  
Endereço:Rua Monteiro Lobato, 80. CEP: 13083-862 Campinas, S.P., Brasil  
E-mail: lumarossi.r@gmail.com

**Thamires Gonçalves Matias**

Mestre em Tecnologia de Alimentos e Constituintes Químicos Vegetais pela Universidade  
Estadual do Norte Fluminense, UENF  
Endereço:Av. Alberto Lamego, 2000 - Parque Califórnia Campos dos Goytacazes - RJ CEP:  
28013-602  
E-mail: thamires.gmatias@hotmail.com

**Thainá de Melo Carlos Dias**

Mestranda em Ciência e Tecnologia de Alimentos pelo IF Sudeste MG – Campus Rio Pomba,  
Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos (DCTA)  
Endereço: Av. Dr. José Sebastião da Paixão, s/n, Bairro Lindo Vale, Rio Pomba, MG, Brasil.  
CEP: 36180-000  
E-mail: thainamcarlos@hotmail.com

**Renata Cristina de Almeida Bianchini Campos**

Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos pelo IF Sudeste MG – Campus Rio Pomba,  
Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos (DCTA)  
Endereço: Av. Dr. José Sebastião da Paixão, s/n, Bairro Lindo Vale, Rio Pomba, MG, Brasil.  
CEP: 36180-000  
E-mail: renata.campos@ifsudestemg.edu.br

**Maurilio Lopes Martins**

Doutor em Microbiologia Agrícola pela Universidade Federal de Viçosa (UFV).  
Professor do Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos (DCTA)  
Endereço: Av. Dr. José Sebastião da Paixão, s/n, Bairro Lindo Vale, Rio Pomba, MG, Brasil.  
CEP: 36180-000  
E-mail: maurilio.martins@ifsudestemg.edu.br

**Bruno Ricardo de Castro Leite Júnior**

Doutor em Tecnologia de Alimentos pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP).  
Professor do Departamento de Tecnologia de Alimentos (DTA) da Universidade Federal de  
Viçosa (UFV). Departamento de Tecnologia de Alimentos, s/n, Campus Universitário, CEP:  
36570-900, Viçosa, MG, Brasil  
E-mail: brunorclj@gmail.com

**Afonso Mota Ramos**

Doutor em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universitat de Lleida. Professor do  
Departamento de Tecnologia de Alimentos (DTA) da Universidade Federal de Viçosa (UFV)  
Departamento de Tecnologia de Alimentos, s/n, Campus Universitário, CEP: 36570-900, Viçosa,  
MG, Brasil.  
E-mail: amotaramos@gmail.com

**Eliane Maurício Furtado Martins**

Doutora em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Federal de Viçosa (UFV)  
Professora do Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos (DCTA)  
Endereço: Av. Dr. José Sebastião da Paixão, s/n, Bairro Lindo Vale, Rio Pomba, MG, Brasil.  
CEP: 36180-000  
E-mail: eliane.martins@ifsudestemg.edu.br

**RESUMO**

O objetivo desta pesquisa foi analisar a contagem de *Lactobacillus rhamnosus*, *Lactobacillus acidophilus* e *Lactobacillus plantarum* em pêssego minimamente processado e verificar as características físico-químicas e microbiológicas dos produtos obtidos. Microscopia eletrônica de varredura também foi realizada para avaliar a aderência dos microrganismos ao tecido da fruta. A adição dos probióticos não alterou ( $p > 0,05$ ) parâmetros físico-químicos sólidos solúveis, acidez e pH do pêssego minimamente processado. As concentrações de vitamina C não diferiram de forma significativa ( $p > 0,05$ ) durante a armazenagem, mas o conteúdo de carotenoides totais reduziu do início para o final da vida de prateleira ( $p < 0,05$ ) dos pêssegos, variando de 0,0053 mg/100g a 0,0018 mg/100g. A coordenada de cor  $b^*$  diferiu ( $p < 0,05$ ) entre as amostras havendo influência do tempo ( $p < 0,05$ ) até às 120 horas de armazenamento, indicando perda da cor amarela da fruta. A contagem das bactérias probióticas após 120 horas de armazenamento foi acima de  $10^7$  UFC/g quantidade ideal para se garantir benefícios ao consumidor. A microscopia eletrônica de varredura revelou excelente aderência dos lactobacilos ao tecido do pêssego indicando boa interação dos probióticos com a fruta, que apresentou qualidade microbiológica satisfatória e pode ser um veículo promissor das bactérias probióticas para a população.

**Palavras-chave:** Fruta tropical, Lactobacilos, Vitamina C, Microscopia de varredura, Alimento funcional.

**ABSTRACT**

The objective of this research was to analyze the count of *Lactobacillus rhamnosus*, *Lactobacillus acidophilus* and *Lactobacillus plantarum* in minimally processed peach and to verify the physical-chemical and microbiological characteristics of the products obtained. Scanning electron microscopy was also performed to assess the adherence of microorganisms to the fruit tissue. The

addition of probiotics did not change ( $p > 0.05$ ) soluble solids physical chemical parameters, acidity and pH of minimally processed peach. Vitamin C concentrations did not differ significantly ( $p > 0.05$ ) during storage, but the total carotenoid content decreased from the beginning to the end of the shelf life ( $p < 0.05$ ) of peaches, ranging from 0.0053 mg/100g to 0.0018 mg/100g. The color coordinate  $b^*$  differed ( $p < 0.05$ ) between the samples, influencing the time ( $p < 0.05$ ) until 120 hours of storage, indicating loss of the yellow color of the fruit. The count of probiotic bacteria after 120 hours of storage was above  $10^7$  CFU/g ideal amount to guarantee benefits to the consumer. Scanning electron microscopy revealed excellent lactobacillus adherence to the peach tissue, indicating good interaction between probiotics and fruit, which showed satisfactory microbiological quality and can be a promising vehicle for probiotic bacteria for the population.

**Keywords:** Tropical fruit, Lactobacilli, Vitamin C, Scanning microscopy, Functional food.

## 1 INTRODUÇÃO

Frutas frescas são essenciais à alimentação humana e são inúmeras as vantagens relacionadas à sua ingestão no dia a dia, pois essas são ricas em nutrientes, fibra alimentar e fitoquímicos (BOEING et al., 2012). Porém, o ritmo de vida acelerado, faz com as que pessoas busquem cada vez mais alimentos de fácil preparo e de consumo rápido como as frutas minimamente processadas, que atraem a atenção dos consumidores (SANTERAMO et al., 2018) por serem práticas e saudáveis.

Além da praticidade, os consumidores buscam alimentos funcionais (ANNUNZIATA; VECCHIO, 2011) por possuírem papel metabólico ou fisiológico no crescimento, desenvolvimento, manutenção e outras funções normais do organismo humano (BRASIL, 1999; TUR; BIBILONI, 2016).

Entre os alimentos funcionais, destacam-se os probióticos, que são microrganismos vivos que, quando administrados em quantidades adequadas, conferem benefícios à saúde do hospedeiro (FAO/WHO, 2002). Os probióticos auxiliam na melhoria da constipação intestinal (MARTÍNEZ-MARTÍNEZ et al., 2017; EOR et al., 2019); na redução de bactérias cariogênicas (SARMENTO et al., 2019); como coadjuvante no tratamento de *Helicobacter pylori* (ESLAMI et al., 2019), da obesidade (MARQUES et al., 2019) e de doenças gastrointestinais (DOMINGO, 2017; ZHAO et al., 2017); na redução dos níveis de lipoproteína de baixa densidade no sangue (CAMPOS et al., 2019), na prevenção de doenças alérgicas (SOUZA et al., 2010), dentre vários outros benefícios.

No mercado de probióticos, predominam os produtos lácteos. Entretanto, existem inúmeras pessoas que possuem incapacidade de digerir totalmente a lactose, que são dislipidemicas, apresentam reação imunológica a proteínas presentes no leite, bem como muitos veganos ou que simplesmente não apreciam o leite e derivados, mas que consideram importantes as vantagens do consumo de probióticos. Nesse sentido, o desenvolvimento de alimentos probióticos utilizando

matriz vegetal é muito interessante para este público (MARTINS et al., 2013; MARTINS et al., 2015; SHORI, 2016). Estudos já comprovaram que matrizes vegetais como salada de fruta minimamente processada (MARTINS et al., 2016), suco misto de abacaxi com juçara (CAMPOS et al., 2019), suco misto de juçara e manga (MOREIRA et al., 2017), néctar de taperebá (PELAIS et al., 2020), maçãs secas fatiadas (AKMAN et al., 2019), geleia de pêssego (RANDAZZO et al., 2013), suco de maracujá em pó (DIAS et al., 2018), purê de caqui (AKMAN et al., 2018), entre outros podem conferir viabilidade à bactérias probióticas. Nesse contexto, o objetivo desse estudo foi avaliar a viabilidade de *Lactobacillus rhamnosus*, *Lactobacillus acidophilus* e *Lactobacillus plantarum* em pêssego minimamente processado e verificar as características físico-químicas, microbiológicas e microscópicas dos produtos obtidos.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

Os pêssegos foram adquiridos no mercado local de Rio Pomba (Minas Gerais - Brasil). Para retirar sujidades, as frutas foram lavadas com água e mergulhadas durante 15 minutos a 5 °C em solução de dicloroisocianurato de sódio 200 mg/L (Sumaveg<sup>®</sup>, Diversey Lever), de acordo com Rodrigues (2013). Os frutos foram descascados e cortados no formato de cubos de 1 x 1 cm, empregando facas higienizadas.

Posteriormente, os pêssegos minimamente processados foram imersos, individualmente, por 20 minutos, em uma solução de ácido cítrico:citrato de sódio de pH 3,8 contendo aproximadamente 10<sup>10</sup> UFC/mL das bactérias probióticas *L. rhamnosus* (Sacco Brasil), *L. acidophilus* LA-5 e *L. plantarum* (Christian Hansen<sup>®</sup>) (RODRIGUES, 2013). A amostra controle caracterizou-se por pêssegos não adicionados de culturas probióticas, sendo obtidos, assim, quatro tratamentos.

As culturas probióticas foram preparadas e adicionadas separadamente aos pêssegos de acordo com Rößle et al. (2010). Na primeira etapa, foi realizada a ativação das bactérias probióticas de forma individual em caldo Man Rogosa Sharpe (MRS) e incubação a 37 °C por um período de 18 h. Uma aliquota de 10 mL de cada cultura probiótica já ativada previamente foi transferida para 990 mL de caldo MRS e mantida durante 16 h sobre as mesmas condições. Após esse período, o caldo foi centrifugado em uma temperatura 5 °C durante 15 min a 7000 g, em centrífuga Sorvall Biofuge Stratos (Thermo Scientific). O sobrenadante do caldo foi descartado e o *pellet* contendo as culturas probióticas foi homogeneizado assepticamente em solução de ácido cítrico:citrato de sódio de pH 3,8, em uma combinação de 1:1 de modo a lavar as células. Em seguida, a mistura foi novamente centrifugada nas mesmas condições obtendo-se o *pellet* lavado, sendo que, foram adicionados 10

mL de solução de ácido cítrico:citrato de sódio (1:1, pH 3,8) a cada g de células probióticas de modo a se obter pelo menos  $10^{10}$  células/mL.

Posteriormente, 1 mL da mistura de bactérias probióticas foi adicionado a cada grama de pêssego minimamente processado para obter este alimento contendo culturas probióticas. Os pêssegos foram imersos na mistura contendo bactérias probióticas durante 20 min na temperatura de 5 °C.

Em seguida, os frutos foram drenados, acondicionados em embalagem de polietileno tereftalato e armazenados a 5 °C, sendo as análises realizadas em tempo 0 (após processamento), 24, 72 e 120 horas de armazenamento.

Análises físico-químicas de pH, acidez e teor de sólidos solúveis (° Brix) foram realizadas de acordo com as recomendações da AOAC (1995) após processamento (tempo 0) e após 24, 72 e 120 horas de armazenamento a 8 °C. Os sólidos solúveis das saladas de frutas foram determinados por refratometria, utilizando um refratômetro Abbe (modelo 100 RTA).

A cor superficial dos frutos foi medida usando o colorímetro MiniScan EZ, HunterLab (Reston, Va., EUA) às 0 h e após 24, 72 e 120 h de armazenamento. A cor foi determinada no modo de refletância através de leitura direta das coordenadas L \*, a \* e b \*, com o emprego da escala CIELAB L \*, na qual L \* representa luminosidade e pode variar de 0 (preto) a 100 (branco), a \* representa a tonalidade, de + a (vermelho) a -a (verde), e b \* representa a saturação, de + b (amarelo) a -b (azul).

O teor de ácido ascórbico nos diferentes tratamentos foi determinado após 0, 24, 72 e 120 h de armazenamento a 8 °C, empregando o método de Tillmans segundo a metodologia proposta por Zenebon & Pascuet (2004).

O conteúdo total de carotenóides também foi analisado para os diferentes tratamentos. Os carotenóides foram extraídos das amostras de acordo com Rodriguez-Amaya (2001) e quantificados em espectrofotômetro a 450 nm. As análises foram realizadas logo após processamento e no final da vida de prateleira dos pêssegos mantidos a 8 °C, tempos 0 e 120 h, respectivamente. Os resultados foram expressos em mg de carotenóides totais/g de pêssego minimamente processado.

Para análise da viabilidade de microrganismos probióticos em pêssego minimamente processado, amostras de 25 g foram homogeneizadas em 225 mL de solução salina peptonada (NaCl a 0,85% e peptona a 0,1%). Diluições seriadas foram realizadas e plaqueadas pelo método *Pour-plate*, em que 1 mL das diluições foi adicionado a cerca de 20 mL de ágar MRS. Em seguida, as placas foram incubadas a 37 °C durante 72 h em jarras de anaerobiose.

A viabilidade das bactérias probióticas foi analisada após o processamento (0h), 24, 72 e 120 horas de armazenamento para verificar se a população estava acima de  $10^7$  UFC/g para promover efeito benéfico ao organismo hospedeiro (DAVE; SHAH, 1997).

Para avaliar a qualidade microbiológica dos frutos, foram realizadas análises de coliformes a 45 °C e *Salmonella* sp. de acordo com Kornacki & Johnson (2001) e Andrews et al. (2001), respectivamente, nos tempos 0, 24, 72 e 120 horas após o processamento para coliformes a 45 °C e após 0 e 120 horas para *Salmonella* sp.

O experimento foi realizado em três repetições.

Os pêssegos minimamente processados contendo *L. rhamnosus*, *L. acidophilus* e *L. plantarum* foram analisados por microscópio eletrônico de varredura (MEV) conforme Silveira (1989) após processamento e após 120 horas de armazenamento refrigerado para avaliar a adesão e a distribuição das culturas probióticas ao tecido da fruta.

Inicialmente, o pêssego minimamente processado foi cortado em seções de 0,5 x 0,5 cm<sup>2</sup>, com 1-2 mm de espessura. Para fixar as células dos tecidos vegetais, fragmentos de pêssego foram adicionados a solução de glutaraldeído na concentração de 5% (v/v) em tampão fosfato 0,1 M na proporção de 1:1. A concentração final de ambos os reagentes foi glutaraldeído 2,5% e tampão fosfato 0,05 M. Fragmentos da fruta minimamente processada foram mantidos nesta solução por 18 h a 7 °C e lavados por 1 min em tampão fosfato de sódio (0,05 mol L<sup>-1</sup>, pH 7,2). Em seguida, foram desidratados com acetona em diferentes concentrações (30, 50, 70 e 90 °GL) durante 10 min, sendo tratados com acetona a 100 °GL durante 10 min por três vezes. Os fragmentos de pêssego foram levados ao secador de ponto crítico (modelo CPD020) a fim de promover sua desidratação total e as amostras foram metalizadas usando o equipamento Sputter Coater (modelo FDU 010) para observação em microscópio de varredura (LEO 1430 Zeiss) e captura de imagem.

Os resultados de pH, acidez, sólidos solúveis totais e cor foram avaliados utilizando-se análise de variância por meio do delineamento inteiramente casualizado (DIC), realizando três repetições, bem como esquema fatorial 4x4, com 4 amostras e 4 tempos. O conteúdo de ácido ascórbico e carotenoides totais também foi analisado por DIC, com 3 repetições e esquema fatorial 4x2, sendo 4 tratamentos e 2 tempos. As diferenças entre as médias, quando significativas, foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade utilizando o software R (R Core Team, 2012).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificou-se que os parâmetros de acidez, pH e teor de sólidos solúveis dos pêssegos minimamente processados não diferiram ( $p > 0,05$ ) entre as amostras controle e contendo bactérias probióticas, indicando que os microrganismos não promoveram alteração das características da fruta, que se mantiveram em todos os tempos o mais próximo da forma *in natura* (Tabela 1).

Tabela 1 – Valores médios da avaliação físico-química (pH, acidez e sólidos solúveis totais) de pêssego minimamente processado dos diferentes tratamentos

Tratamento	0h			24h			72h			120h		
	pH	Acidez	°Brix									
Controle	4.08 <sup>a</sup>	0.42 <sup>a</sup>	10.00 <sup>a</sup>	3.99 <sup>a</sup>	0.45 <sup>a</sup>	10.00 <sup>a</sup>	4.00 <sup>a</sup>	0.45 <sup>a</sup>	10.50 <sup>a</sup>	4.50 <sup>a</sup>	0.35 <sup>a</sup>	11.00 <sup>a</sup>
<i>L. rhamnosus</i>	4.07 <sup>a</sup>	0.51 <sup>a</sup>	10.00 <sup>a</sup>	4.16 <sup>a</sup>	0.51 <sup>a</sup>	10.00 <sup>a</sup>	4.03 <sup>a</sup>	0.51 <sup>a</sup>	10.50 <sup>a</sup>	4.77 <sup>a</sup>	0.36 <sup>a</sup>	11.00 <sup>a</sup>
<i>L. acidophilus</i>	4.00 <sup>a</sup>	0.54 <sup>a</sup>	10.00 <sup>a</sup>	4.06 <sup>a</sup>	0.57 <sup>a</sup>	9.50 <sup>a</sup>	3.92 <sup>a</sup>	0.51 <sup>a</sup>	9.50 <sup>a</sup>	4.29 <sup>a</sup>	0.31 <sup>a</sup>	10.50 <sup>a</sup>
<i>L. plantarum</i>	4.07 <sup>a</sup>	0.51 <sup>a</sup>	10.00 <sup>a</sup>	4.16 <sup>a</sup>	0.51 <sup>a</sup>	10.00 <sup>a</sup>	4.03 <sup>a</sup>	0.51 <sup>a</sup>	10.50 <sup>a</sup>	4.77 <sup>a</sup>	0.36 <sup>a</sup>	11.00 <sup>a</sup>

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Röbkle et al. (2010) estudaram a incorporação *Lactobacillus rhamnosus* GG em maçãs minimamente processadas e verificaram que elas mantiveram suas propriedades físico-químicas durante 10 dias de armazenamento, semelhante ao presente estudo. Isto mostra que frutas minimamente processadas, a exemplo de maçã e pêssego possuem a capacidade de carrear bactérias probióticas mantendo as características.

O comportamento das bactérias probióticas em uma matriz alimentícia irá depender das características de cada espécie (TRIPATHI; GIRI, 2014), portanto devem ser selecionadas estirpes adequadas, pois o comportamento das mesmas pode variar de fruta para fruta e de espécie para espécie.

Com relação ao teor de vitamina C, não observou-se redução durante o armazenamento, no entanto houve redução do teor de carotenoides (Tabela 2).

Tabela 2 - Valores médios de vitamina C (mg/100g) e carotenoides totais (mg/100g) em pêssego minimamente processado dos diferentes tratamentos, durante armazenamento refrigerado

Tratamentos	Vitamina C		Carotenoides totais	
	0h	120h	0h	120h
Controle	2.21 <sup>aA</sup>	2.19 <sup>aA</sup>	0.0053 <sup>aA</sup>	0.0018 <sup>aB</sup>
<i>L. rhamnosus</i>	3.66 <sup>aA</sup>	3.67 <sup>aA</sup>	0.0047 <sup>aA</sup>	0.0034 <sup>aB</sup>
<i>L. acidophilus</i>	3.68 <sup>aA</sup>	3.66 <sup>aA</sup>	0.0049 <sup>aA</sup>	0.0027 <sup>aB</sup>
<i>L. plantarum</i>	3.68 <sup>aA</sup>	3.66 <sup>aA</sup>	0.0052 <sup>aA</sup>	0.0036 <sup>aB</sup>

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A necessidade do consumo diário de vitamina C pode variar de indivíduo para indivíduo. A RDC n° 269 (BRASIL, 2005), recomenda que o consumo diário de vitamina C seja pelo menos de 45 mg diariamente, portanto, para atender a essas recomendações, o consumo do pêssego minimamente processado deve estar acompanhado de outras frutas ricas em vitamina C, uma vez que os valores variaram de 2,19 a 3,68 mg/100g.

Gil et al. (2002), relataram valores de vitamina C entre 3,6 mg a 12,6 mg/100, que pode ser explicado em função das cultivares, avaliadas frescas e sem processamento mínimo e também pelo uso de diferentes metodologias para determinação dessa vitamina.

A redução dos carotenoides pode ter sido ocasionada devido ao descascamento e fatiamento, que causam extravasamento do conteúdo celular constituído de vitaminas, minerais e pigmentos presentes na fruta íntegra (ROBLES-SANCHEZ et al., 2007). Outro fator que pode ter contribuído para a redução deste pigmento, é que este é facilmente oxidado devido ao grande número de ligações duplas conjugadas, e isso pode ser acelerado pelas diversas etapas de processamento (DELLA LUCIA et al., 2008).

Quanto à cor, não houve diferença de L\* (luminosidade) e a\* (que varia de vermelho ao verde) entre os pêssegos minimamente processados e durante o armazenamento ( $p > 0,05$ ) (Tabela 3). No entanto, b\*, que varia de amarelo ao azul, diferiu ( $p < 0,05$ ) entre as amostras havendo influência do tempo ( $p < 0,05$ ) sobre os valores deste parâmetro até 120 horas de armazenamento, indicando perda da cor amarela do pêssego. Essas alterações de cor indicam o índice de transformação natural das frutas frescas. Djoua et al. (2009) também verificaram perda da cor amarela em manga minimamente processada, havendo escurecimento da fruta na maioria dos tratamentos avaliados.

Tabela 3 – Dados médios de cor (L\*, a\* e b\*) do pêssego minimamente processado controle e contendo probióticos

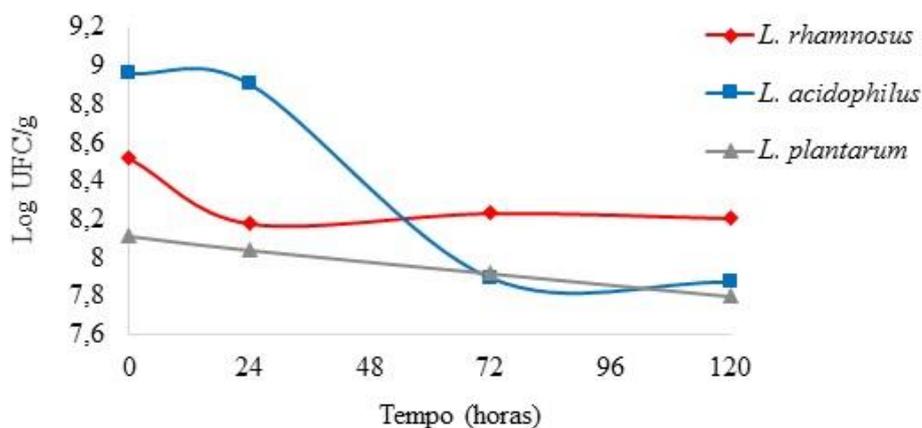
Tratamentos	0h			24h			72h			120h		
	L*	a*	b*									
Control	65.73 <sup>aA</sup>	18.61 <sup>aA</sup>	57.63 <sup>aA</sup>	59.75 <sup>aA</sup>	20.25 <sup>aA</sup>	52.90 <sup>aA</sup>	47.62 <sup>aB</sup>	22,44 <sup>aB</sup>	38.17 <sup>aB</sup>	50.01 <sup>aB</sup>	22.81 <sup>aB</sup>	37.55 <sup>aB</sup>
<i>L. rhamnosus</i>	52.45 <sup>aA</sup>	10.87 <sup>aA</sup>	39.49 <sup>aA</sup>	59.15 <sup>aA</sup>	10.50 <sup>aA</sup>	39.85 <sup>aA</sup>	59.18 <sup>aB</sup>	8.90 <sup>aB</sup>	40.23 <sup>aB</sup>	54.01 <sup>aB</sup>	7.67 <sup>aB</sup>	36.47 <sup>aB</sup>
<i>L. acidophilus</i>	60.77 <sup>aA</sup>	19.36 <sup>aA</sup>	48.23 <sup>aA</sup>	56.17 <sup>aA</sup>	18.78 <sup>aA</sup>	46.02 <sup>aA</sup>	51.28 <sup>aB</sup>	12.19 <sup>aB</sup>	36.89 <sup>aB</sup>	48.52 <sup>aB</sup>	12.16 <sup>aB</sup>	36.15 <sup>aB</sup>
<i>L. plantarum</i>	62.99 <sup>aA</sup>	19.42 <sup>aA</sup>	38.63 <sup>bA</sup>	62.40 <sup>aA</sup>	19.31 <sup>aA</sup>	40.61 <sup>bA</sup>	57.70 <sup>aB</sup>	19.27 <sup>aB</sup>	38.75 <sup>bB</sup>	60.40 <sup>aB</sup>	18.79 <sup>aB</sup>	35.74 <sup>bB</sup>

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, respectivamente, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p > 0,05$ ).

Com relação à qualidade microbiológica, verificou-se que o produto apresentou abaixo de  $5,0 \times 10^2$  UFC/g de coliformes a  $45^\circ\text{C}$  e ausência de *Salmonella* em 25 g, sendo, portanto, seguro para consumo humano.

As contagens das culturas probióticas ( $p > 0,05$ ) em pêssgo minimamente processado foram maiores que  $10^8$  UFC/g no tempo 0, enquanto depois de 120 horas de armazenamento estas estiveram acima de  $10^7$  UFC/g (Figura 1), mostrando que o pêssgo minimamente processado foi uma ótima matriz carreadora para as bactérias probióticas avaliadas, uma vez que alguns pesquisadores relatam que contagens maiores que  $10^6$  UFC/g de probióticos são capazes de exercer um efeito benéfico sobre o organismo (DAVE; SHAH, 1997).

Figura 1 – Contagem de *L. rhamnosus*, *L. acidophilus* e *L. plantarum* em pêssgo minimamente processado armazenado a  $8^\circ\text{C}$ .



Melões minimamente processados estocados a  $6^\circ\text{C}$  e  $15^\circ\text{C}$  e enriquecidos com *L. rhamnosus* HN001 foi objeto de estudo de Oliveira et al. (2014). Eles observaram contagens  $> 8,0$  Log UFC/g após 120 horas de estocagem da fruta, resultados semelhantes aos verificados em nosso estudo, indicando que frutas minimamente processadas podem ser candidatas potenciais a novos produtos probióticos.

A microscopia eletrônica de varredura mostrou vários lactobacilos aderidos e bem distribuídos ao tecido do pêssgo após 120h de armazenamento a  $8^\circ\text{C}$  (Figura 2A, 2B e 2C), diferente do tratamento controle que não foi adicionado de probióticos (Figura 2D). Constatou-se que a morfologia dos microrganismos probióticos não foi alterada, com predomínio da forma bastonetes (Figura 2A, 2B e 2 C).

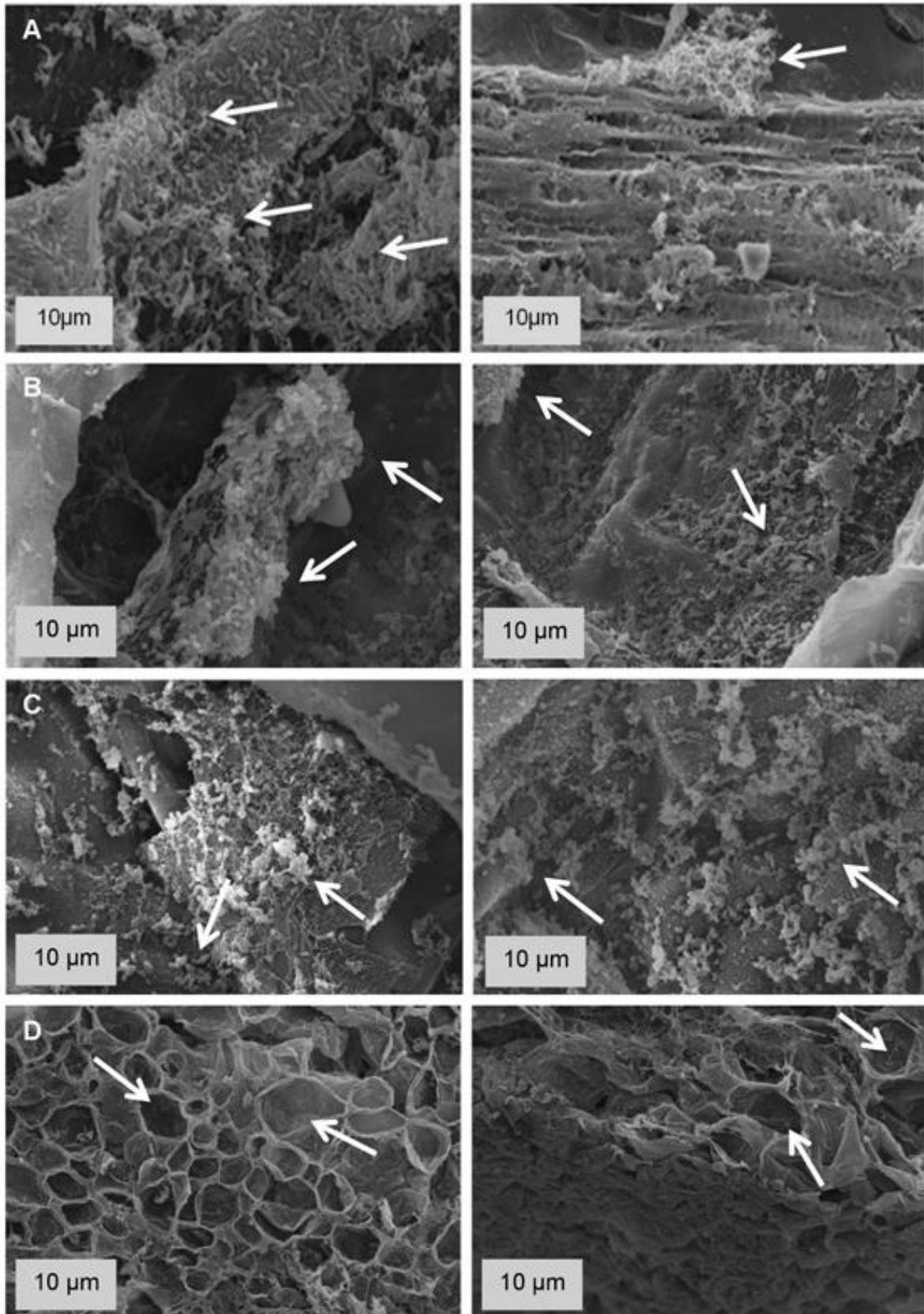
Houve excelente adesão dos microrganismos ao tecido do pêssgo, o que demonstra que esta fruta é uma matriz promissora para veicular microrganismos probióticos ao trato gastrointestinal.

Foi possível observar também a formação de potenciais biofilmes pelas culturas (Figura 2A, 2B e 2C), que se caracterizam como comunidades sésseis formadas por células ligadas irreversivelmente a um substrato, incorporados numa matriz de substâncias poliméricas extracelulares produzidas por eles (ANNOUS et al., 2009).

Oliveira et al. (2014) também verificaram excelente aderência de *L. rhamnosus* HN001 em melão minimamente processados após a microscopia de varredura, com formação de biofilmes.

A impregnação das bactérias probióticas às células do pêssego provavelmente está atribuída ao formato do tecido da fruta que abriga os microrganismos em nichos que, segundo Martins et al. (2013), favorecem a sua manutenção. Propriedades inerentes à superfície do vegetal, devido à existência de fibras, rugosidades e exsudado liberado pelo tecido no processamento, também influenciam positivamente a viabilidade das culturas. Oliveira et al. (2011) destacaram que as fases de processamento mínimo, a exemplo do corte e fatiamento liberam nutrientes, criando condições ideais para o crescimento microbiano, como constatado no nosso estudo.

Figura 2 – A - Fotomicrografia de *L. rhamnosus* na superfície do pêsego após 120 h de armazenamento. Setas brancas indicam o microrganismo e biofilmes aderidos ao tecido da fruta. B - *L. acidophilus* aderidos à superfície do pêsego após 120 horas de processamento. C - *L. plantarum* aderidos à superfície do pêsego após 120 horas de processamento. D - Superfície do pêsego, tratamento controle, imediatamente após o processamento (tempo 0). As setas brancas indicam as células e locais potenciais para adesão dos microrganismos probióticos.



**4 CONCLUSÃO**

Os microrganismos probióticos não promoveram alterações de pH, acidez, teor de sólidos solúveis, vitamina C e carotenoides totais no pêssego minimamente processado, o que torna viável sua utilização.

O pêssego minimamente processado apresentou-se microbiologicamente seguro e continha  $> 10^7$  UFC/g das bactérias probióticas ao final da vida de prateleira, sendo uma excelente matriz carreadora das bactérias probióticas.

Houve excelente adesão das bactérias ao tecido do fruto, revelada pela microscopia de varredura. A adição de culturas probióticas em frutas minimamente processadas é altamente vantajosa por mais que necessite de mais estudos, uma vez que o produto pode ser consumido por uma ampla gama de pessoas que não poderiam consumir alimentos lácteos probióticos, bem como pessoas que possuem um ritmo de vida acelerado, buscam por alimentos de consumo rápido e que sejam benéficos à saúde.

**AGRADECIMENTOS**

Os autores agradecem o IF Sudeste MG, Campus Rio Pomba, pelo apoio financeiro e o Núcleo de Microscopia e Microanálise da Universidade Federal de Viçosa, MG, pelo auxílio nas análises microscópicas.

**REFERÊNCIAS**

- AKMAN, P.K.; TORNUK, F.; TOKER, O.S. Fruits as carrier for probiotic bacteria: survival of *Lactobacillus paracasei* and *Lactobacillus GG* in persimmon fruit. *Food Science and Technology*, v. 280, p. S63, 2018.
- AKMAN, P.K.; UYSAL, E.; OZKAYA, G.U.; TORNUK, F.; DURAK, M.Z. Development of probiotic carrier dried apples for consumption as snack food with the impregnation of *Lactobacillus paracasei*. *LWT - Food Science and Technology*, v. 103, p. 60–68, 2019.
- ANDREWS, W.H.; FLOWERS, R.S.; SILLIKER, J.; BAILEY, J.S. *Salmonella*. In: DOWNES, F.P.; ITO, K. (Eds.). *Compendium of methods for the microbiological examination of foods*. 4. ed. Washington, DC: American Public Health Association (APHA). 2001. Cap. 37, p. 357-380.
- ANNOUS, B.A.; SMITH, J.L.; FRATAMICO, P.M.; SOLOMON, E.B. Biofilms in fresh fruit and vegetables. In *Biofilms in the Food and Beverage Industries* (pp. 517-535). Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition, 2009.
- ANNUNZIATA, A.; VECCHIO, R. Functional foods development in the European market: A consumer perspective. *Journal of Functional Foods*, v. 3, p. 223 – 228, 2011.
- ASSOCIATION OFFICIAL METHODS OF ANALYSIS. *Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemist*. Washington, DC: AOAC, 1995.
- BOEING, H.; BECHTHOLD, A.; BUB, A.; ELLINGER, S.; HALLER, D.; KROKE, A.; LESCHIK-BONNET, E.; MULLER, M.J.; OBERRITTER, H.; SCHULZE, M.; STEHLE, P.; WATZL, B. Critical review: vegetables and fruit in the prevention of chronic diseases. *European Journal of Nutrition*, v. 51, p. 637–663, 2012.
- BRASIL. ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 19, de 30 de abril de 1999. Aprova o Regulamento Técnico de procedimentos para registro de alimento com alegação de propriedades funcionais e ou de saúde em sua rotulagem. *Diário Oficial da União*, Brasília. 1999.
- BRASIL. ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 269, de 22 de setembro de 2005. Regulamento técnico sobre a Ingestão Diária Recomendada (IDR) de proteína, vitaminas e minerais. *Diário Oficial da União*, Brasília. 2005.
- CAMPOS, R.C.A.B.; MARTINS, E.M.F.; PIRES, B.A.; PELUZIO, M.C.G.; CAMPOS, A.N.R.; RAMOS, A.M.; LEITE JÚNIOR, B.R.C.; MARTINS, A.D.O.; SILVA, R.R.; MARTINS, M.L. *In vitro* and *in vivo* resistance of *Lactobacillus rhamnosus* GG carried by a mixed pineapple (*Ananas comosus* L. Merrill) and jussara (*Euterpe edulis* Martius) juice to the gastrointestinal tract. *Food Research International*, v. 116, p. 1247–1257, 2019.
- DAVE, R.I.; SHAH, N.P. (1997). Effectiveness of ascorbic acid as na oxygen scavenger in improving viability of probiotic bacteria in yoghurts made with commercial starter cultures. *International Dairy Journal*, v. 7; n. 6-7, 435-443, 1997.

DELLA LUCIA, C.M.; CAMPOS, F.M.; MATA, G.M.S.C.; SANT'ANA, H.M.P. Controle de perdas de carotenóides em hortaliças preparadas em unidade de alimentação e nutrição hospitalar. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 13, n. 5, p. 1627-1636, 2008.

DIAS, C.O.; ALMEIDA, J.S.O.; PINTO, S.S.; SANTANA, F.C.O.; VERRUCK, S.; MÜLLER, C.M.O.; PRUDÊNCIO, E.S.; AMBONI, R.D.M.C. Development and physico-chemical characterization of microencapsulated bifidobacteria in passion fruit juice: A functional non-dairy product for probiotic delivery, *Food Bioscience*, v. 24, p. 26-36, 2018.

DJIOUA, T.; CHARLES, F.; LOPEZ-LAURI, F.; FILGUEIRAS, H.; COUDRET, A.; FREIRE JR, M.; DUCAMP-COLLIN, M.N.; SALLANON, H. Improving the storage of minimally processed mangoes (*Mangifera indica* L.) by hot water treatments. *Postharvest Biology and Technology*, v. 52, p. 221–226, 2009.

DOMINGO, J.J.S. Review of the role of probiotics in gastrointestinal diseases in adults. *Gastroenterología y Hepatología*, v. 40, n. 6, 417-429, 2017.

EOR, J.Y.; TAN, P.L.; LIM, S.M.; CHOI, D.H.; YOON, S.M.; YANG, S.Y.; KIM, S.H. Laxative effect of probiotic chocolate on loperamide-induced constipation in Rats. *Food Research International*, v. 116, p. 1173–1182, 2019.

ESLAMI, M.; YOUSEFI, B.; KOKHAEI, P.; MOGHADAS, A.J.; MOGHADAM, B.; ARABKARI, V.; NIAZI, Z. Are probiotics useful for therapy of *Helicobacter pylori* diseases? *Comparative Immunology, Microbiology and Infectious Diseases*, v. 64, p. 99–108, 2019.

FAO/WHO - FOOD AND AGRICULTIVE ORGANIZATION OF UNITED NATIONS & WORLD HEALTH ORGANIZATION. *Evaluation of Health and Lactic Acid Bacteria*. Report of a Joint FAO/WHO Expert Consultation, Córdoba, AR: FAO/WHO, 2001/2002.

GIL, M.I.; TOMÁS-BARBERÁN, F.A.; HESS-PIERCE, B.; KADER, A.A. Antioxidant capacities, phenolic compounds, carotenoids, and vitamin C contents of nectarine, peach, and plum cultivars from California. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 50, n. 17, p. 4976-4978, 2002.

KORNACKI, J.L.; JOHNSON, J.L. Enterobacteriaceae Coliforms and *Eschenchia coli* as Quality and Safety Indicator In: DOWNES, F.P.; ITO, K. (Eds.). *Compendium of Methods for the Microbiological Examination of foods*. 4. ed. Washington, DC: American Public Health Association (APHA). 2001. Cap.8, p.69-82.

MARQUES, C.G.; PIANO, G.A.; BARROS, A.Z.; SANTOS, R.V.T.; QUARESMA, M.V.L.S. Weight Loss Probiotic Supplementation Effect In Overweight And Obesity Subjects: A Review. *Clinical Nutrition*, 2019

MARTÍNEZ-MARTÍNEZ, M.I.; CALABUIG-TOLSÁ, R.; CAULI, O. The effect of probiotics as a treatment for constipation in elderly people: A systematic review. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, v. 71, p. 142–149, 2017.

MARTINS, E.M.F.; RAMOS, A.M.; VANZELA, E.S.L.; STRINGHETA, P.C.; PINTO, C.L.O.; MARTINS, J.M. Products of vegetable origin: A new alternative for the consumption of probiotic bacteria. *Food Research International*, v. 51, p. 764–770, 2013.

MARTINS, E.M.F.; RAMOS, A.M.; MARTINS, M.L.; RODRIGUES, M.Z. Research and Development of Probiotic Products from Vegetable Bases: A New Alternative for Consuming Functional Food. In: RAI, V.R.; BAI, J.A. (Eds.). *Beneficial Microbes in Fermented and Functional Foods*. Boca Raton: CRC press, 2015, p. 207-222.

MARTINS, E.M.F.; RAMOS, A.M.; MARTINS, M.L.; LEITE JÚNIOR, B.R.C. Fruit salad as a new vehicle for probiotic bacteria. *Food Science and Technology*, v. 36, n. 3, p. 540-548, 2016.

MOREIRA, R.M.; MARTINS, M.L.; LEITE JÚNIOR, B.R.C.; MARTINS, E.M.F.; RAMOS, A.M.; CRISTIANINI, M.; CAMPOS, A.N.R.; STRINGHETA, P.; SILVA, V.R.O.; CANUTO, J.W.; OLIVEIRA, D.C.; PEREIRA, D.C.S. Development of a juçara and Uba mango juice mixture with added *Lactobacillus rhamnosus* GG processed by high pressure. *LWT - Food Science and Technology*, v. 77, p. 259-268, 2017.

OLIVEIRA, M.A.; SOUZA, V.M.; BERGAMINI, A.M.M.; MARTINS, E.C.P. Microbiological quality of ready-to-eat minimally processed vegetables consumed in Brazil. *Food Control*, v. 22, n. 8, 2011.

OLIVEIRA, P.M.; LEITE JÚNIOR, B.R.C.; MARTINS, M.L.; MARTINS, E.M.F.; RAMOS, A.M. Minimally processed yellow melon enriched with probiotic bacteria. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 35, n. 5, p. 2415-2426, 2014.

PELAIS, A.C.A.; MARTINS, I.R.; MARTINS, L.H.S.; SILVA, A.E.; FIGUEIREDO, E.L.; BRAGA, A.C.C. Viabilidade de bactérias probióticas do gênero *Lactobacillus* em néctar de taperebá: efeito nas propriedades físico-químicas e sensoriais. *Brazilian Journal of Development*, v. 6, n. 5, p. 25945-25960, 2020.

R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2012.

RANDAZZO, C.L.; PITINO, I.; LICCIARDELLO, F.; MURATORE, G.; CAGGIA, C. Survival of *Lactobacillus rhamnosus* probiotic strains in peach jam during storage at different temperatures. *Food Science and Technology*, v. 33, n. 4, p. 652-659, 2013.

RÖßLE, C.; AUTY, M.A.E.; BRUNTON, N.; GORMLEY, R.T.; BUTLER, F. Evaluation of fresh-cut apple slices enriched with probiotic bacteria. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, v. 11, n. 1, p. 203-209, 2010.

ROBLES-SÁNCHEZ, M.; GORINSTEIN, S.; MARTÍN-BELLOSO, O.; ASTIAZARÁN-GARCÍA, H.; GONZÁLEZ-AGUILAR, G.; CRUZ-VALENZUELA, R. Minimal processing of tropical fruits: antioxidant potential and its impact on human health. *Food Chemistry*, v. 32, n. 4, p. 27-232, 2007.

RODRIGUES, M.Z. *Impregnação a vácuo de micro-organismos probióticos em goiaba minimamente processada*. 2013. 82f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

RODRIGUEZ-AMAYA, D.B.; KIMURA, M.; AMAYA-FARFAN, J. *Fontes brasileiras de carotenóides: tabela brasileira de composição de carotenóides em alimentos*. Brasília: MMA/SBF, 2008.

SANTERAMO, F.G.; CARLUCCI, D.; DEVITIIS, B.D.; SECCIA, A.; STASI, A.; VISCECCHIA, R.; NARDONE, G. Emerging trends in European food, diets and food industry. *Food Research International*, v. 104, p. 39–47, 2018.

SARMENTO, É.G.; CESAR, D.E.; MARTINS, M.L.; GÓIS, E.G.O.; MARTINS, E.M.F.; CAMPOS, A.N.R.; DEL'DUCA, A.; MARTINS, A.D.O. Effect of probiotic bacteria in composition of children's saliva. *Food Research International*, v. 116, p. 1282–1288, 2019.

SHORI, A.B. Influence of food matrix on the viability of probiotic bacteria: A review based on dairy and non-dairy beverages. *Food Bioscience*, v. 13, p. 1–8, 2016.

SILVEIRA, M. Preparo de amostras biológicas para microscopia eletrônica de varredura. In: SOUZA, W.; HADDAD, A.; SESSO, A.; SILVEIRA, M.; BARTH, O.M.; MACHADO, R.D.; SOUTO-PADRÓN, T. (Eds.), *Manual sobre técnicas básicas em microscopia eletrônica*. Rio de Janeiro, RJ: Sociedade Brasileira de Microscopia Eletrônica, 1989, p. 71-79.

SOUZA, F.S.; COCCO, R.R.; SARNI, R.O.S.; MALLOZI, M. .; SOLÉ, D. Prebióticos, probióticos e simbióticos na prevenção e tratamento das doenças alérgicas. *Revista Paulista de Pediatria*, v. 28, n. 1, p. 86-97, 2010.

TRIPATHI, M.K.; GIRI, S.K. Probiotic functional foods: Survival of probiotics during processing and storage. *Journal of Functional Foods*, v. 9, p. 225–241, 2014.

TUR, J.A.; BIBIBILONI, M.M. Functional Foods. In: CABALLERO, B.; FINGLAS, P.M.; TOLDRÁ, F. (Eds.). *Encyclopedia of Food and Health*. Amsterdã: Elsevier, 2016, p. 157-161.

ZENEON, O.; PASCUET, N.S. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. São Paulo, SP: Instituto Adolfo Lutz, 2004.

ZHAO, R.; WANG, Y.; HUANG, Y.; CUI, Y.; XIA, L.; RAO, Z.; ZHOU, Y.; WU, X. Effects of fiber and probiotics on diarrhea associated with enteral nutrition in gastric cancer patients. *Medicine*, v. 96, n. 43, p. 1-6, 2017.