



Universidade Federal do Tocantins
Campus Universitário de Gurupi
Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia

ROSETANIA CORREIA NEVES DA CONCEIÇÃO

***LACTOBACILLUS PARACASEI* MICROENCAPSULADOS COM
ALGINATO DE CÁLCIO REVESTIDOS COM GELATINA:
SOBREVIVÊNCIA *IN VITRO* E APLICAÇÃO EM BEBIDAS À BASE
DE OLEAGINOSAS**

GURUPI - TO

2016



Universidade Federal do Tocantins
Campus Universitário de Gurupi
Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia

ROSETANIA CORREIA NEVES DA CONCEIÇÃO

***LACTOBACILLUS PARACASEI* MICROENCAPSULADOS COM
ALGINATO DE CÁLCIO REVESTIDOS COM GELATINA:
SOBREVIVÊNCIA *IN VITRO* E APLICAÇÃO EM BEBIDAS À
BASE DE OLEAGINOSAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Biotecnologia da Universidade Federal do Tocantins como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Biotecnologia.

Orientador: Prof^a. Dr^a. Cláudia Cristina Auler do Amaral Santos

**GURUPI - TO
2016**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins

C744l Conceição, Rosetania Correia Neves da.

LACTOBACILLUS PARACASEI MICROENCAPSULADOS COM
ALGINATO DE CÁLCIO REVESTIDOS COM GELATINA: SOBREVIVÊNCIA
IN VITRO E APLICAÇÃO EM BEBIDAS À BASE DE OLEAGINOSAS. /
Rosetania Correia Neves da Conceição. – Gurupi, TO, 2016.

93 f.

Dissertação (Mestrado Acadêmico) - Universidade Federal do Tocantins
– Câmpus Universitário de Gurupi - Curso de Pós-Graduação (Mestrado) em
Biotecnologia, 2016.

Orientadora: Cláudia Cristina Auler do Amaral Santos

1. Alginato. 2. Bactérias ácido-láticas. 3. Frutooligossacarídeo.
4. Castanhas. I. Título

CDD 660.6

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFT com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOTECNOLOGIA

Rua Badejós, Chácaras 69 e 72 - CEP: 77402-970 - Caixa Postal 66 | Gurupi/TO
(63) 3311-3549 | www.uft.edu.br/biotecnologia | pbgbiotec@uft.edu.br



Ata de Defesa nº 17/2016

ATA DA DEFESA PÚBLICA DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DE ROSETANIA CORREIA NEVES DA CONCEIÇÃO, DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOTECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS.

Aos 02 dias do mês de dezembro do ano de 2016, às 14 horas, na sala 15 do edifício BALA II, no campus de Gurupi, da Universidade Federal do Tocantins, reuniu-se a Comissão Examinadora da Defesa Pública, composta pelos seguintes membros: Prof^a. Orientadora Dr^a. CLAUDIA CRISTINA AULER DO AMARAL SANTOS, da Universidade Federal do Tocantins, Prof. Dr. EZEQUIEL MARCELINO DA SILVA, da Universidade Federal do Tocantins e Prof. Dr. ALEX FERNANDO DE ALMEIDA, da Universidade Federal do Tocantins, sob a presidência da primeira, a fim de proceder a arguição pública da DISSERTAÇÃO DE MESTRADO de Rosetania Correia Neves da Conceição, intitulada "***Lactobacillus paracasei* microencapsulados com alginato de cálcio revestidos com gelatina: sobrevivência *in vitro* e aplicação em bebidas à base de oleaginosas**". Após a exposição, a discente foi arguida oralmente pelos membros da Comissão Examinadora, tendo parecer favorável à aprovação, habilitando-a ao título de Mestre em Biotecnologia. Nada mais havendo a tratar, foi lavrada a presente ata, que, após lida e aprovada, foi assinada pelos membros da Comissão Examinadora.

Prof. Dr. Cláudia Cristina Auler do Amaral Santos
Universidade Federal do Tocantins
Presidente da Banca e Orientadora

Prof. Dr. Ezequiel Marcelino da Silva
Universidade Federal do Tocantins
1^o Examinador

Prof. Dr. Alex Fernando de Almeida
Universidade Federal do Tocantins
2^o Examinador

Gurupi, 02 de dezembro de 2016.

Prof. Dr. Gessiel Newton Scheidt
Coordenador do Programa de Pós-graduação em Biotecnologia

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho ao amor da minha vida, meu esposo Suesley, companheiro de todos os minutos, sem sua compreensão não teria conseguido.

Dedico também aos meus pais, que me amam e entendem incondicionalmente, vocês são a minha luz.

AGRADECIMENTOS

Deus, o que seria de mim sem o teu amor? Tú és o amado da minha alma! Obrigada pelo dom da vida e pelas pessoas que colocastes ao meu lado.

Meu esposo, Suesley, sou tão feliz por ter você, obrigada pelo apoio, amizade e carinho todos os dias. Eu te amo meu lindo, presente de Deus!

Meu papai (Antonio) e minha mamãe (Rosalina), obrigada pelo incentivo, conselhos e orações. Eu amo muito vocês, meus lindos, meus amores, obrigada por acreditarem em mim e, principalmente, por terem me apresentado o caminho que leva à Deus.

Meus irmãos (Gunnar-Vingren, Wávilen, Angélvila) e sobrinho (Luca Vincenzo), a vida com vocês é muito mais feliz e divertida. Obrigada por estarem sempre ao meu lado. Vocês são muito especiais para minha vida!

Minha orientadora, Prof.^a Dr.^a Claudia Auler, você me inspira a querer sempre o melhor e ser melhor cada dia, obrigada pela ajuda e dedicação na elaboração desse trabalho. Obrigada, de coração! Você é 10!

À minha ajudante mais especial, Rayssa. Você contribuiu muito para elaboração desse trabalho, aprendi muito com você. Obrigada!

Às companheiras de mestrado, Kleydiane, Layse, Diana e Mayra. Obrigada pela amizade sincera.

À equipe do melhor laboratório da UFT, LABAP! Trabalhar com vocês é divertido e produtivo!

À UFT e HABITE pela disponibilização dos laboratórios: LABAP, LAM e LBIOP.

Ao programa de Pós-graduação em Biotecnologia.

À Capes pela concessão da bolsa.

A todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

RESUMO

A sobrevivência de duas cepas de *Lactobacillus paracasei* (LBC81 e ELBAL) co-encapsulados com frutooligossacarídeos (FOS) em alginato de cálcio revestidos ou não com gelatina foram avaliados em pH 1,5, na presença de 1% e 2% de sais biliares e armazenamento a 4°C. O rendimento da microencapsulação e o tamanho das microcápsulas foram avaliados. O tamanho das microcápsulas não revestidas com gelatina variou entre 1,5 e 1,7 mm e as revestidas apresentaram variação entre 1,8 e 2,0 mm. O rendimento da microencapsulação foi de 59% a 73%. Os probióticos microencapsulados foram resistentes ao baixo pH, à presença de sais biliares e ao armazenamento em baixas temperaturas durante 35 dias, apresentando viabilidade acima de 8,0 Log UFC/mL. As células livres não resistiram nas mesmas condições. *Lactobacillus paracasei* (LBC81) microencapsulados com 1,5% de FOS revestidos com gelatina foram capazes de fermentar os extratos hidrossolúveis de castanha do Brasil e baru, separadamente. Os extratos hidrossolúveis fermentados apresentaram características desejáveis de pH (5,5) e concentração de ácido láctico (1,4%), dentro dos padrões exigidos para esse tipo de bebida durante a fermentação e após 21 dias armazenamento. A população de células durante e após o armazenamento sob refrigeração foi de 9,5 Log UFC/mL, acima do recomendado pela Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO) para causar benefícios à saúde do consumidor. Os extratos podem ser utilizados comercialmente para produção de novas bebidas funcionais. Este é o primeiro estudo em que foram utilizados probióticos microencapsulados para o desenvolvimento de bebidas à base de oleaginosas.

Palavras-chave: alginato; bactérias ácido-láticas; frutooligossacarídeo; castanha do Brasil; castanha do baru

ABSTRACT

The survival of two strains of *Lactobacillus paracasei* (LBC81 and ELBAL) co-encapsulated with fructooligosaccharides (FOS) in calcium alginate coated with or without gelatin were evaluated at pH 1.5, in the presence of 1% and 2% of bile salts and storage at 4°C. The yield of the microencapsulation and the size of the microcapsules were evaluated. The size of the gelatin uncoated microcapsules varied among 1.5 and 1.7 mm and those coated presented variation among 1.8 and 2.0 mm. The yield of the microencapsulation was 59% to 73%. Microencapsulated probiotics were resistant to low pH, presence of bile salts and to low temperatures storage, presenting cell viability above 8,0 Log CFU/mL for 35 days, and free cells did not resist under the same conditions. *Lactobacillus paracasei* (LBC81) microencapsulated with 1.5% FOS coated with gelatin were able to ferment water soluble extracts of Brazil nuts and baru, separately. The fermented water soluble extracts presented desirable characteristics of pH (5,5) and lactic acid concentration (1,4%) within the standards required for this type of beverage during fermentation and after 21 days of storage. The cell population during and after the refrigerated storage was 9,5 Log UFC/mL, above that recommended by the United Nations Food and Agriculture Organization (FAO) to cause consumer health benefits. The extracts can be used commercially for the production of new functional beverages. This is the first study in which microencapsulated probiotics have been used for the development of oleaginous based beverages.

Keywords: alginate; lactic acid bacteria; fructooligosaccharides; Brazil nuts; baru nuts

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	11
LISTA DE TABELAS	13
CAPÍTULO I: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
1. Alimentos funcionais.....	14
1.1. Probióticos	16
1.2. Prebióticos	19
1.3. Simbióticos	21
1.4. Alimentos probióticos não-lácteos	23
1.5. Extratos hidrossolúveis vegetais.....	25
1.5.1. Uso de matérias-primas regionais para produção de extrato hidrossolúvel	25
1.5.1.1. Castanha do baru	25
1.5.1.2. Castanha do Brasil.....	27
2. Microencapsulação na indústria de alimentos	28
2.1. Microencapsulação de probióticos	29
2.2. Materiais encapsulantes e de revestimento.....	33
2.2.1. Alginato de sódio.....	34
2.2.2. Gelatina.....	36
2.3. Métodos de microencapsulação.....	38
2.3.1. Extrusão.....	38
3. Características do trato gastrointestinal.....	40
4. Fermentação com células microencapsuladas.....	41
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44
CAPÍTULO II: <i>LACTOBACILLUS PARACASEI</i> MICROENCAPSULADOS COM ALGINATO DE CÁLCIO REVESTIDOS COM GELATINA: SOBREVIVÊNCIA IN VITRO E APLICAÇÃO EM BEBIDAS À BASE DE OLEAGINOSAS	52
Resumo	52
Abstract.....	53
1. INTRODUÇÃO	54
2. MATERIAL E MÉTODOS	56
2.1. Condução do Experimento	56
2.2. Culturas Lácticas	56
2.3. Reativação das bactérias ácido-láticas e obtenção da suspensão celular.....	56
2.4. Microencapsulação dos probióticos.....	57
2.5. Análise da população de células microencapsuladas e rendimento da microencapsulação.....	57

2.6.	Medição do tamanho e análise microscópica das microcápsulas	58
2.7.	Viabilidade das bactérias livres e microencapsuladas em condições refrigeradas	58
2.8.	Análise da sobrevivência das bactérias livres e microencapsuladas submetidas a baixo pH	58
2.9.	Análise da sobrevivência das bactérias livres e microencapsuladas em diferentes concentrações de sais biliares	59
2.10.	Fermentação dos extratos hidrossolúveis de castanha do Brasil e castanha do baru	59
2.10.1.	Preparo dos extratos hidrossolúveis.....	59
2.10.2.	Fermentação dos extratos hidrossolúveis e análises físico-químicas e microbiológicas durante a fermentação	60
2.11.	Análise estatística	60
3.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	61
3.1.	Tamanho das microcápsulas	61
3.2.	Rendimento da microencapsulação	62
3.3.	Sobrevivência das bactérias livres e microencapsuladas em baixo pH.....	64
3.4.	Sobrevivência das células livres e microencapsuladas em sais biliares	68
3.5.	Sobrevivência das células livres e microencapsuladas durante armazenamento em condições refrigeradas e microscopia óptica das microcápsulas	75
3.6.	Aplicação das microcápsulas em fermentação de extratos hidrossolúveis de castanha do Brasil e amêndoas de baru	79
3.7.	Estabilidade da bebida fermentada	82
3.8.	CONCLUSÕES.....	85
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	86

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADAMS, M. H. Bacteriophages. New York: Interscience, p. 450-451, 1959.
- AL-SHERAJI, S. H. et al. Prebiotics as functional foods: A review. **Journal of Functional Foods**, v. 5, n. 4, p. 1542–1553, 2013.
- AIDOO, H. et al. Development and characterization of dehydrated peanut-cowpea milk powder for use as a dairy milk substitute in chocolate manufacture. **Food Research International**, v. 43, n. 1, p. 79–85, 2010.
- ANAL, A. K.; SINGH, H. Recent advances in microencapsulation of probiotics for industrial applications and targeted delivery. **Trends in Food Science and Technology**, v. 18, n. 5, p. 240–251, 2007.
- ANNAN, N. T.; BORZA, A. D.; HANSEN, L. T. Encapsulation in alginate-coated gelatin microspheres improves survival of the probiotic *Bifidobacterium adolescentis* 15703T during exposure to simulated gastro-intestinal conditions. **Food Research International**, v. 41, n. 2, p. 184–193, jan. 2008.
- ARENA, M. P. et al. **β -Glucans and Synbiotic Foods**. [s.l.] Elsevier Inc., 2016.
- AVILA-REYES, S. V. et al. Protection of *L. rhamnosus* by spray-drying using two prebiotics colloids to enhance the viability. **Carbohydrate Polymers**, v. 102, n. 1, p. 423–430, 2014.
- BATT, C. A.; TORTORELLO, M. LOU. ENCYCLOPEDIA OF FOOD MICROBIOLOGY. In: **Encyclopedia of Food Microbiology**. [s.l.] Elsevier, 2014. p. iii.
- BENTO, A. P. N. et al. Baru almond improves lipid profile in mildly hypercholesterolemic subjects: A randomized, controlled, crossover study. **Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases**, v. 24, n. 12, p. 1330–1336, 2014.
- BETORET, E. et al. Functional foods development: Trends and technologies. **Trends in Food Science and Technology**, v. 22, n. 9, p. 498–508, 2011.
- BIGLIARDI, B.; GALATI, F. Innovation trends in the food industry: The case of functional foods. **Trends in Food Science and Technology**, v. 31, n. 2, p. 118–129, 2013.
- BRACCINI, I.; PEREZ, S. Molecular Basis of Ca²⁺-Induced Gelation in Alginates and Pectins : The Egg-Box Model Revisited. **Biomacromolecules**, p. 1089–1096, 2001.
- BURATTO, A. P. et al. DETERMINAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE E ANTIMICROBIANA EM CASTANHA-DO-PARÁ (*Bertholletia excelsa*) Ana. **Revista Brasileira de Pesquisa em Alimentos**, v. 2, p. 60–65, 2011.
- BURGAIN, J. et al. Encapsulation of probiotic living cells: From laboratory scale to industrial applications. **Journal of Food Engineering**, v. 104, n. 4, p. 467–483, 2011.
- BURITI, F. C. A.; BEDANI, R.; SAAD, S. M. I. **Probiotic and Prebiotic Dairy Desserts**. [s.l.] Elsevier Inc., 2016.
- CARVALHO, W. T. DE et al. Características Físico-Químicas De Extratos De Arroz Integral, Quirera De Arroz E Soja. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 41, n. 3, p.

422–429, 2011.

CHANDRAMOULI, V. et al. An improved method of microencapsulation and its evaluation to protect *Lactobacillus* spp. in simulated gastric conditions. **Journal of Microbiological Methods**, v. 56, n. 1, p. 27–35, 2004.

CHÁVARRI, M. et al. Microencapsulation of a probiotic and prebiotic in alginate-chitosan capsules improves survival in simulated gastro-intestinal conditions. **International journal of food microbiology**, v. 142, n. 1–2, p. 185–9, 15 ago. 2010.

CHÁVARRI, M.; MARAÑÓN, I.; VILLARÁN, M. C. Encapsulation Technology to Protect Probiotic Bacteria. **Probiotics**, p. 501–540, 2012.

COLPO, E. et al. Brazilian nut consumption by healthy volunteers improves inflammatory parameters. **Nutrition**, v. 30, n. 4, p. 459–465, 2014.

COOK, M. T. et al. Microencapsulation of probiotics for gastrointestinal delivery. **Journal of Controlled Release**, v. 162, n. 1, p. 56–67, 2012.

CORCORAN, B. M. et al. Survival of Probiotic *Lactobacilli* in Acidic Environments Is Enhanced. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 71, n. 6, p. 3060–3067, 2005.

DE PRISCO, A.; MAURIELLO, G. Probiotication of foods: A focus on microencapsulation tool. **Trends in Food Science & Technology**, v. 48, p. 27–39, 2016.

DESMOND, C. et al. Improved survival of *Lactobacillus paracasei* NFBC 338 in spray-dried powders containing gum acacia. **Journal of Applied Microbiology**, p. 1003–1011, 2002.

DING, W. K.; SHAH, N. P. Acid, bile, and heat tolerance of free and microencapsulated probiotic bacteria. **Journal of Food Science**, v. 72, n. 9, p. 446–450, 2007.

ETCHEPARE, M. D. A. et al. Microencapsulation of probiotics by extrusion method associated with electrostatic interactions. **Ciência e Natura**, p. 75–86, 2015a.

ETCHEPARE, M. DE A. et al. Microencapsulation of probiotics using sodium alginate. **Ciência Rural**, p. 1319–1326, 2015b.

ETCHEPARE, M. DE A. et al. Effect of resistant starch and chitosan on survival of *Lactobacillus acidophilus* microencapsulated with sodium alginate. **LWT - Food Science and Technology**, v. 65, p. 511–517, 2016.

EVANS, D. F. et al. Measurement of gastrointestinal pH profiles in normal ambulant human subjects. **Gut**, p. 1035–1041, 1988.

FAVARO-TRINDADE, C. S.; PINHO, S. C. DE. Revisão : Microencapsulação de ingredientes alimentícios. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 11, p. 103–112, 2008.

FERNANDES, D. C. et al. Nutritional composition and protein value of the baru (*Dipteryx alata* Vog.) almond from the Brazilian Savanna. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 90, n. 10, p. 1650–1655, 2010.

FERNANDES, S. DE S. et al. MONITORAMENTO DA MICROBIOTA DE

- IOGURTES COMERCIAIS Microbial Monitoring of Commercial Yoghurts. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, p. 5–11, 2011.
- FIB. A microencapsulação a serviço da indústria alimentícia. **Revista Food Ingredients Brasil**, p. 30–36, 2013.
- FOURREAU, D. et al. Complications carentielles suite à l'utilisation de « laits » végétaux, chez des nourrissons de deux mois et demi à 14 mois (quatre cas). **Presse Medicale**, v. 42, n. 2, p. e37–e43, 2013.
- FREITAS-SILVA, O.; VENÂNCIO, A. Brazil nuts: Benefits and risks associated with contamination by fungi and mycotoxins. **Food Research International**, v. 44, n. 5, p. 1434–1440, 2011.
- GALLINA, D. A. et al. Caracterização de Leites Fermentados Com e Sem Adição de Probióticos e Prebióticos e Avaliação da Viabilidade de Bactérias Lácticas e Probióticas Durante a Vida-de-Prateleira Characterization of Fermented Milk , and Probiotics and Prebiotics Free Milk , an. **Journal of health sciences**, p. 239–244, 2015.
- GASS, J. et al. Enhancement of dietary protein digestion by conjugated bile acids. **Gastroenterology**, v. 133, n. 1, p. 16–23, 2007.
- GIBSON, G. L. E. Y. Y. R.; ROBERFROID, M. B. Dietary Modulation of the Human Colonie Microbiota : Introducing the Concept of Prebiotics. **Journal of nutrition**, n. August 1994, 1995.
- GOH, C. H.; HENG, P. W. S.; CHAN, L. W. Alginates as a useful natural polymer for microencapsulation and therapeutic applications. **Carbohydrate Polymers**, v. 88, n. 1, p. 1–12, 2012.
- GOMBOTZ, W. R.; WEE, S. F. Protein release from alginate matrices ☆. **Advanced Drug Delivery Reviews**, v. 64, p. 194–205, 2012.
- GRANATO, D. et al. Functional Foods and Nondairy Probiotic Food Development : Trends, Concepts , and Products. **Comprehensive reviews in food science and food safety**, v. 9, 2010.
- GUARNER, F.; SCHAAFSMA, G. J. Probiotics. **International journal of food microbiology**, v. 39, p. 237–238, 1998.
- HASSANI, A.; ZARNKOW, M.; BECKER, T. Optimisation of fermentation conditions for probiotication of sorghum wort by *Lactobacillus acidophilus* LA5. **International Journal of Food Science & Technology**, v. 50, n. 10, p. 2271–2279, 24 out. 2015.
- HAN, X. et al. Effects of copper on the post acidification of fermented milk by *St. thermophilus*. **Journal of Food Science**, v. 77, n. 1, p. M25–M28, 2012.
- HOLM, R.; MUŁLERTZ, A.; MU, H. Bile salts and their importance for drug absorption. **International Journal of Pharmaceutics**, v. 453, n. 1, p. 44–55, 2013.
- JAEKEL, L. Z.; RODRIGUES, R. DA S.; SILVA, A. P. DA. Avaliação físico-química e sensorial de bebidas com diferentes proporções de extratos de soja e de arroz. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 30, n. 2, p. 342–348, 2010.
- KAILASAPATHY, K. Microencapsulation of probiotic bacteria: technology and potential applications. **Current issues in intestinal microbiology**, v. 3, n. 2, p. 39–48,

2002.

KANDYLIS, P. et al. Dairy and non-dairy probiotic beverages. **Current Opinion in Food Science**, v. 7, p. 58–63, 2016.

KATTAN, J. D.; COCCO, R. R.; J?RVINEN, K. M. Milk and Soy Allergy. **Pediatric Clinics of North America**, v. 58, n. 2, p. 407–426, 2011.

KLEIN, J.; STOCK, J.; VORLOP, K. D. Pore size and properties of spherical Ca-alginate biocatalysts. **European Journal of Applied Microbiology and Biotechnology**, v. 18, n. 2, p. 86–91, 1983.

KOLIDA, S.; GIBSON, G. R. Synbiotics in Health and Disease. **Annual Review of Food Science and Technology**, v. 2, p. 373–393, 2011.

KRASAEKOOPT, W. Microencapsulation of probiotics in hydrocolloid gel matrices : a review. **Agro Food Industry Hi-Tech**, n. 28, 2013.

KRASAEKOOPT, W.; BHANDARI, B.; DEETH, H. The influence of coating materials on some properties of alginate beads and survivability of microencapsulated probiotic bacteria. **International Dairy Journal**, v. 14, n. 8, p. 737–743, 2004.

KRASAEKOOPT, W.; WATCHARAPOKA, S. Effect of addition of inulin and galactooligosaccharide on the survival of microencapsulated probiotics in alginate beads coated with chitosan in simulated digestive system, yogurt and fruit juice. **LWT - Food Science and Technology**, v. 57, n. 2, p. 761–766, jul. 2014.

KUMAR, B. V.; VENKATA, S.; VIJAYENDRA, N. Trends in dairy and non-dairy probiotic products - a review. **Journal Food Science Technology**, 2015.

LEMOS, M. R. B. et al. The effect of roasting on the phenolic compounds and antioxidant potential of baru nuts [*Dipteryx alata* Vog.]. **Food Research International**, v. 48, n. 2, p. 592–597, 2012.

LI, G. Intestinal probiotics: interactions with bile salts and reduction of cholesterol. **Procedia Environmental Sciences**, v. 12, n. Icese 2011, p. 1180–1186, 2012.

LI, X. Y. et al. Microencapsulation of a probiotic bacteria with alginate-gelatin and its properties. **Journal of microencapsulation**, v. 26, n. 4, p. 315–324, 2009.

LI, Y. et al. Sodium alginate – gelatin polyelectrolyte complex membranes with both high water vapor permeance and high permselectivity. **Journal of Membrane Science**, v. 375, n. 1–2, p. 304–312, 2011.

LIMA, J. R. et al. Incorporação de *Lactobacillus casei* microencapsulado em queijo tipo coalho. **Revista Ciência e Saúde**, v. 7, n. 1, p. 27–34, 2014.

LISERRE, A. M.; RÉ, M. I.; FRANCO, B. D. G. M. Microencapsulation of *Bifidobacterium animalis* subs. *lactis* in Modified Alginate-chitosan Beads and Evaluation of Survival in Simulated Gastrointestinal Conditions. **Food Biotechnology**, v. 21, n. 1, p. 1–16, 2007.

LIU, S. Q. Practical implications of lactate and pyruvate metabolism by lactic acid bacteria in food and beverage fermentations. **International Journal of Food Microbiology**, v. 83, n. 2, p. 115–131, 2003.

MAGALHÃES, R. M. A Cadeia Produtiva da Amêndoa do Baru no Cerrado: uma

análise da sustentabilidade da sua exploração. **Ciência Florestal**, v. 24, n. 3, p. 665–676, 2014.

MANDAL, S. et al. Enhancement of survival of alginate-encapsulated *Lactobacillus casei* NCDC 298. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 94, n. 10, p. 1994–2001, 2014.

MANDAL, S.; PUNIYA, A. K.; SINGH, K. Effect of alginate concentrations on survival of microencapsulated *Lactobacillus casei* NCDC-298. **International Dairy Journal**, v. 16, n. 10, p. 1190–1195, 2006.

MARSH, A. J. et al. Fermented beverages with health-promoting potential: Past and future perspectives. **Trends in Food Science and Technology**, v. 38, n. 2, p. 113–124, 2014.

MARTIN, A. F. Armazenamento Do Iogurte Comercial E O Efeito Na Proporção Das Bactérias Lácticas. **Escola Superior de Agricultura, Universidade de São Paulo**, 2002.

MARTÍN, M. J. et al. Microencapsulation of bacteria: A review of different technologies and their impact on the probiotic effects. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v. 27, p. 15–25, 2015.

MARTINS, S. C. S. et al. Immobilization of microbial cells : A promising tool for treatment of toxic pollutants in industrial wastewater. **African Journal of Biotechnology**, v. 12, n. 28, p. 4412–4418, 2013.

MCCONNELL, E. L.; FADDA, H. M.; BASIT, A. W. Gut instincts : Explorations in intestinal physiology and drug delivery. **International Journal of Pharmaceutics**, v. 364, p. 213–226, 2008.

MEIRELLES, A. et al. A ingestão de alimentos funcionais e sua contribuição para a diminuição da incidência de doenças. **Cadernos de Graduação - Ciências Biológicas e da Saúde**, v. 1, n. n. 15, p. 43–52, 2012.

MENG, Y.; CLOUTIER, S. **Gelatin and Other Proteins for Microencapsulation**. [s.l.] Elsevier Inc., 2014.

MIAO, J. et al. Optimization of culture conditions for the production of antimicrobial substances by probiotic *Lactobacillus paracasei* subsp. *Tolerans* FX-6. **Journal of Functional Foods**, v. 18, p. 244–253, 2015.

MIGUEL, M. G. C. P. et al. Bacterial dynamics and chemical changes during the spontaneous production of the fermented porridge (Calugi) from cassava and corn. **African Journal of Microbiology Research**, v. 8, n. 9, p. 839–849, 2014.

MIRZAEI, H.; POURJAFAR, H.; HOMAYOUNI, A. Effect of calcium alginate and resistant starch microencapsulation on the survival rate of *Lactobacillus acidophilus* La5 and sensory properties in Iranian white brined cheese. **Food Chemistry**, v. 132, n. 4, p. 1966–1970, 2012.

MORAIS, M. B. DE; MIUKI, C.; JACOB, A. The role of probiotics and prebiotics in pediatric practice O papel dos probióticos e prebióticos na prática pediátrica. **Jornal de pediatria**, v. 82, p. 189–197, 2006.

MORTAZAVIAN, A. et al. Principles and methods of microencapsulation of probiotic

- microorganisms. **Iranian Journal of Biotechnology**, v. 5, n. 1, p. 1–18, 2007.
- MÜLLER, J. M.; SANTOS, R. L. DOS; BRIGIDO, R. V. Produção de alginato por microorganismos. **Polímeros**, v. 21, n. 4, p. 305–310, 2011.
- MUSSATTO, S. I.; MANCILHA, I. M. Non-digestible oligosaccharides : A review. **Carbohydrate Polymers**, v. 68, p. 587–597, 2007.
- MUTHUKUMARASAMY, P.; HOLLEY, R. A. Microbiological and sensory quality of dry fermented sausages containing alginate-microencapsulated *Lactobacillus reuteri*. **International Journal of Food Microbiology**, v. 111, p. 164–169, 2006.
- NAZZARO, F. et al. Microencapsulation in food science and biotechnology. **Current Opinion in Biotechnology**, v. 23, n. 2, p. 182–186, 2012.
- NIEUWENHOVE, I. VAN et al. Gelatin- and starch-based hydrogels . Part A: Hydrogel development , characterization and coating. **Carbohydrate Polymers**, v. 152, p. 129–139, 2016.
- NIKOLAOU, A. et al. Assessment of free and immobilized kefir culture in simultaneous alcoholic and malolactic cider fermentations. **LWT - Food Science and Technology**, v. 76, p. 67–78, mar. 2017.
- NURANDA, L. A review : Health promoting lactic acid bacteria in traditional Indonesian fermented foods. **Food Science and Human Wellness**, v. 4, n. 2, p. 47–55, 2015.
- OLIVEIRA, M. E. S. et al. Fruit wine produced from cagaita (*Eugenia dysenterica* DC) by both free and immobilised yeast cell fermentation. **Food Research International**, v. 44, n. 7, p. 2391–2400, ago. 2011.
- ORTAKCI, F. et al. Survival of microencapsulated probiotic *Lactobacillus paracasei* LBC-1e during manufacture of Mozzarella cheese and simulated gastric digestion. **Journal of Dairy Science**, v. 95, n. 11, p. 6274–6281, nov. 2012.
- OXLEY, J. **Overview of Microencapsulation Process Technologies**. [s.l.] Elsevier Inc., 2014.
- PIMENTEL, T. C. Probióticos e benefícios à saúde. **Revista Saúde e Pesquisa**, v. 4, p. 101–107, 2011.
- PINTO, L. P. S. et al. O uso de probióticos para o tratamento do quadro de Intolerância à Lactose. **Revista Ciência e inovação**, v. 2, n. 2, 2015.
- PRADO, C. et al. Trends in non-dairy probiotic beverages. **Food Research International**, v. 41, p. 111–123, 2008.
- QUEIROZ, L. et al. Microencapsulação de probióticos : avanços e perspectivas. **Ciência Rural**, p. 1–8, 2013.
- RAMÍREZ, J. C. R. et al. Bacterias lácticas : Importancia en alimentos y sus efectos en la salud. **Revista Fuente**, v. 2, n. 7, 2011.
- RATHORE, S. et al. Microencapsulation of microbial cells. **Journal of Food Engineering**, v. 116, n. 2, p. 369–381, 2013.
- ROBERFROID, M. Functional food concept and its application to prebiotics. **Digestive**

and Liver Disease, v. 34, n. SUPPL. 2, 2002.

ROBERFROID, M. B. Concepts and strategy of functional food science: The European perspective. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 71, n. 6 SUPPL., p. 1660–1664, 2000.

ROBERFROID, M.; SLAVIN, J. Nondigestible Oligosaccharides. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, p. 37–41, 2000.

RODRIGUES, D. et al. Storage Stability of *Lactobacillus paracasei* as Free Cells or Encapsulated in Alginate-Based Microcapsules in Low pH Fruit Juices. **Food and Bioprocess Technology**, v. 5, n. 7, p. 2748–2757, 2012.

ROUSSELOT. A gelatina e seus benefícios para a saúde humana. **Food ingredients Brasil**, 2011.

SAAD, N. et al. An overview of the last advances in probiotic and prebiotic field. **LWT - Food Science and Technology**, v. 50, n. 1, p. 1–16, 2013.

SAAVEDRA, J. M. et al. Feeding of *Bifidobacterium bifidum* and *Streptococcus thermophilus* to infants in hospital for prevention of diarrhoea and shedding of rotavirus. **The Lancet**, v. 344, p. 1046–1049, 1994.

SALMERÓN, I.; THOMAS, K.; PANDIELLA, S. S. Effect of substrate composition and inoculum on the fermentation kinetics and flavour compound profiles of potentially non-dairy probiotic formulations. **LWT - Food Science and Technology**, v. 55, n. 1, p. 240–247, 2014.

SALMINEN, S. et al. Demonstration of safety of probiotics — a review. **International journal of food microbiology**, v. 44, p. 93–106, 1998.

SANTOS, C. C. A. DO A.; LIBECK, B. DA S.; SCHWAN, R. F. Co-culture fermentation of peanut-soy milk for the development of a novel functional beverage. **International Journal of Food Microbiology**, v. 186, p. 32–41, 2014.

SANTOS, O. V. DOS et al. Processing of Brazil-nut flour: characterization, thermal and morphological analysis. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 30, p. 264–269, 2010.

SCOLES, R. et al. Sobrevivência e Frutificação de *Bertholletia excelsa* Bonpl. em Áreas Desmatadas em Oriximiná, Pará. **Floresta e Ambiente**, p. 0–0, 2016.

SHAH, N. P. Functional cultures and health benefits. **International Dairy Journal**, v. 17, n. 11, p. 1262–1277, 2007.

SHI, L. E. et al. Encapsulation of probiotic *Lactobacillus bulgaricus* in alginate-milk microspheres and evaluation of the survival in simulated gastrointestinal conditions. **Journal of Food Engineering**, v. 117, n. 1, p. 99–104, 2013.

SHORI, A. B. The effect of encapsulating materials on the survival of probiotics during intestinal digestion: A review. **Ciencia e Tecnologia dos Materiais**, v. 27, n. 1, p. 73–77, 2015.

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.

SILVA, P. T. DA et al. Microencapsulation : concepts, mechanisms , methods and some applications in food technology. **Ciência Rural**, p. 1304–1311, 2014.

- SIMEONI, C. P.; MENEZES, C. R. DE; MARTINS, L. Microencapsulação de Probióticos : Inovação tecnológica na indústria de alimentos. **Revista do Centro do Ciências Naturais e Exatas - UFSM, Santa Maria**, p. 66–75, 2014.
- SOARES, L. F. et al. Aspectos nutricionais e metabólicos da intolerância à lactose. **Revista Investigação medicina veterinária**, v. 15, n. 4, p. 103–107, 2016.
- SOUSA, A. G. DE O. et al. Nutritional quality and protein value of exotic almonds and nut from the Brazilian Savanna compared to peanut. **Food Research International**, v. 44, n. 7, p. 2319–2325, 2011.
- ŠUŠKOVIĆ, J. et al. The effect of bile salts on survival and morphology of a potential probiotic strain *Lactobacillus acidophilus* M92. **World Journal of Microbiology and Biotechnology**, v. 16, n. 7, p. 673–678, 2000.
- TRABELSI, I. et al. Effects of *Lactobacillus plantarum* immobilization in alginate coated with chitosan and gelatin on antibacterial activity. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 64, p. 84–89, 2014.
- TRIPATHI, M. K.; GIRI, S. K. Probiotic functional foods: Survival of probiotics during processing and storage. **Journal of Functional Foods**, v. 9, n. 1, p. 225–241, 2014.
- TRUJILLO, L. E. et al. From the laboratory to the industry: enzymatic production and applications of shortchain fructooligosaccharides (fos). Recent advances and current perspectives. **Bionatura**, v. 1, p. 40–43, 2014.
- UNDEN, G.; ZAÜNMULLER, T. Metabolism of sugars and organic acids by lactic acid bacteria from wine and must. **Biology of Microorganisms on Grapes, in Must and in Wine**, p. 135–147, 2009.
- VALENCIA, M. S. et al. Development of creamy milk chocolate dessert added with fructo-oligosaccharide and *Lactobacillus paracasei* subsp. *paracasei* LBC 81. **LWT - Food Science and Technology**, v. 69, p. 104–109, 2016.
- VALERO-CASES, E.; FRUTOS, M. J. Effect of different types of encapsulation on the survival of *Lactobacillus plantarum* during storage with inulin and in vitro digestion. **LWT - Food Science and Technology**, v. 64, n. 2, p. 824–828, 2015.
- VASCONCELOS, A. G.; ARAÚJO, K. V. DE; SANTANA, L. DE A. B. Polissacarídeos extraídos de lagas marinhas e suas aplicações biotecnológicas: Uma revisão. **Revista Brasileira de Inovação Tecnológica em Saúde**, p. 27–51, 2015.
- VICENTINI, A.; LIBERATORE, L.; MASTROCOLA, D. Functional Foods : Trends and Development. **Italian Journal of Food Science**, v. 28, p. 338–352, 2016.
- WENDLING, L. K.; WESCHENFELDER, S. Probióticos e alimentos lácteos fermentados - Uma revisão. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 68, p. 49–57, 2013.
- YANG, J. Brazil nuts and associated health benefits: A review. **LWT - Food Science and Technology**, v. 42, n. 10, p. 1573–1580, 2009.
- YING, D. et al. Microencapsulated *Lactobacillus rhamnosus* GG in whey protein and resistant starch matrices: Probiotic survival in fruit juice. **Journal of Functional Foods**, v. 5, n. 1, p. 98–105, jan. 2013.
- YUN, J. W. Fructooligosaccharides-Occurrence, preparation, and application. **Enzyme**

and Microbial Technology, v. 229, n. 95, p. 107–117, 1996.

ZALÁN, Z. et al. Production of organic acids by *Lactobacillus* strains in three different media. **European Food Research and Technology**, v. 230, n. 3, p. 395–404, 2009.

ZUGHAIID, H. et al. Bile salt composition is secondary to bile salt concentration in determining hydrocortisone and progesterone solubility in intestinal mimetic fluids. **International Journal of Pharmaceutics**, v. 422, n. 1–2, p. 295–301, 2012.

ZUR, J.; WOJCIESZYNSKA, D.; GUZIK, U. Metabolic Responses of Bacterial Cells to Immobilization. **Molecules**, v. 21, 2016.