



MICROENCAPSULAÇÃO DE **COMPOSTOS** **BIOATIVOS** EM ALIMENTOS

Autores: Ana Cristina Rosso¹, Fábio Carlos Kuzniewski²,
Jeciane Irinéia Griesang³, Vanderléia Cristina Bertoldo⁴,
Melissa dos Santos Oliveira⁵, Joseana Severo⁶

1 Instituto Federal Farroupilha - *Campus Santa Rosa* | aninharosso@yahoo.com.br

2 Instituto Federal Farroupilha - *Campus Santa Rosa* | fabio-carlos993@gmail.com

3 Instituto Federal Farroupilha - *Campus Santa Rosa* | griesangji@gmail.com

4 Instituto Federal Farroupilha - *Campus Santa Rosa* | vanderleiac.bertoldo@gmail.com

5 Instituto Federal Farroupilha - *Campus Santa Rosa* | melissa.oliveira@iffarroupilha.edu.br

6 Instituto Federal Farroupilha - *Campus Santa Rosa* | joseana.severo@iffarroupilha.edu.br

MICROENCAPSULAÇÃO DE **COMPOSTOS** **BIOATIVOS** EM ALIMENTOS

*Ana Cristina Rosso,
Fábio Carlos Kuzniewski,
Jeciane Irinéia Griesang,
Vanderléia Cristina Bertoldo,
Melissa dos Santos Oliveira,
Joseana Severo*

RESUMO

A busca por métodos diferenciados e tecnologias que auxiliem a indústria alimentícia a tornar os alimentos mais atrativos está em constante crescimento e nesse contexto os alimentos funcionais ganham notória atenção por estarem associados a saúde e bem-estar. Com isso, a introdução de compostos bioativos e microrganismos benéficos em alimentos vêm crescendo, com destaque para técnicas como a microencapsulação. Esta técnica consiste em proteger os microrganismos ou agentes funcionais inseridos nos alimentos, com a finalidade de resistirem as etapas de produção e armazenamento até o momento em que é consumido, chegando até o local específico do organismo humano para exercer a sua função. O objetivo desta revisão bibliográfica foi expor a tecnologia da microencapsulação de compostos ativos em alimentos. Os principais métodos de microencapsulação utilizados são: spray drying, spray cooling, leite fluidizado, extrusão centrífuga (métodos físicos), inclusão molecular, polimerização (métodos químicos), emulsificação, pulverização (métodos físico-químico). Estudos na área de microencapsulação de microrganismos e compostos bioativos tem se demonstrado como uma tecnologia promissora na área de alimentos, trazendo resultados positivos como um aliado no desenvolvimento de alimentos funcionais e manutenção da saúde humana.

Palavras-chave: Inovação. Indústria alimentícia. Alimentos funcionais. Saúde.

1 INTRODUÇÃO

A indústria alimentícia está em crescente expansão buscando constantemente desenvolver métodos e técnicas que permitam o incremento de ingredientes diferenciados e tecnologias capazes de satisfazer as constantes mudanças na conservação de alimentos, fornecimento de nutrientes e fibras capazes de nutrir ao mesmo tempo em que proporcionam bem estar e saúde a população tendo em vista a rotina diária que está cada vez mais intensa (MENEZES, *et.al*, 2012).

Especificamente em relação ao mercado de produtos funcionais, voltados a uma alimentação mais saudável e equilibrada, a indústria lança mão de tecnologias que auxiliem no desenvolvimento e melhoria destes alimentos, a fim de conquistar cada vez mais os clientes e tornar os alimentos efetivamente funcionais e benéficos para a saúde. Para isso, a inserção de ingredientes funcionais nos alimentos está ganhando força e, desta forma as técnicas utilizadas para isso estão sendo cada vez mais aprimoradas.

Neste contexto, a indústria alimentícia está ampliando o uso da tecnologia de microencapsulação pelos inúmeros benefícios que ela proporciona. Essa tecnologia consiste na proteção dos ingredientes funcionais adicionados, que podem ser microrganismos ou compostos bioativos, inseridos nos alimentos com a finalidade destes compostos resistirem durante as etapas de produção e armazenamento, até o momento em que o alimento é consumido chegando até o local específico do organismo humano onde deverá desempenhar assim, sua função funcional (GOMES, 2007). A maioria das técnicas de microencapsulação são provenientes de estudos em universidades e centros de pesquisa. As mesmas, além de trazerem conhecimentos relacionados à saúde com benefícios nutricionais, expõe a viabilidade econômica de produção em escala industrial e comercialização dos produtos.

O objetivo desta revisão bibliográfica foi expor a tecnologia da microencapsulação de ingredientes funcionais em alimentos como forma de melhorar a saúde de quem os consome.

2 METODOLOGIA

Foram realizadas pesquisas na *Internet*, nas bases de dados: a) *Portal Periódico da Capes* (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), disponível no site: <http://www.periodicos.capes.gov.br>; b) *Google Acadêmico*, disponível no site: <https://scholar.google.com.br>; c) *Plataforma Scielo*, disponível no site: <http://www.scielo.org/php/index.php>; d) *Science Direct*, disponível no site: <http://www>.

sciencedirect.com, utilizando os termos: microencapsulação, indústria alimentícia, ingredientes funcionais, alimentos funcionais e saúde.

3 HISTÓRICO DO USO DE MICROENCAPSULAÇÃO

O primeiro registro de microencapsulação foi no ano de 1954, onde criou-se um papel cópia sem carbono, de forma que esse papel recebeu uma microencapsulação caracterizada por uma fina camada de tinta, funcionando de forma que o atrito do lápis na folha, liberava o pigmento ao entrar em contato com o pH da folha, fazendo com que ocorresse a obtenção da cópia (SANTOS, *et al.*, 2000).

Na indústria farmacêutica os primeiros estudos começaram a década de 50 e tinha como propósito principal, liberar os compostos necessários apenas nos órgãos que deveriam realmente receber o composto (SANTOS *et al.*, 2000).

No setor da agricultura a microencapsulação aparece em diversos produtos e tem como finalidade principal, diminuir a aplicação de produto de forma generalizada e não especificamente no alvo de interesse, sendo que as pesquisas mostram que dependendo das condições climáticas quase 90% dos agrotóxicos aplicados, não atinge o alvo de interesse. A microencapsulação nesta área tem como finalidade principal, reduzir os custos com agrotóxicos, além de atingir o alvo de interesse, diminuir a contaminação ambiental e os efeitos indesejáveis em outras culturas que por ventura sejam atingidas pelo processo de deriva, por exemplo (SANTOS *et al.*, 2000).

Na área de alimentos os primeiros registros sobre microencapsulação aconteceram nos EUA e foi a partir de microencapsulação de óleos essenciais para prevenir a oxidação e perda de substâncias voláteis, além de preservar o aroma (RÉ, 2000).

Atualmente, as tecnologias de microencapsulação tem aumentado, sendo que em 2002 mais de 1.000 patentes estiveram ligadas à microencapsulação e suas aplicações para diversos fins como produtos químicos (agrotóxicos, pesticidas e repelentes), produtos farmacêuticos e cosméticos, e deste total 300 delas estão ligadas à indústria alimentícia principalmente para encapsulação de células vivas, enzimas e microrganismos (SANTOS *et al.*, 2000).

4 A MICROENCAPSULAÇÃO COMO TECNOLOGIA

A ideia da microencapsulação surgiu em comparação ao sistema que acontece nas nossas células de forma que existe uma membrana que se envolve na estrutura celular e tem como finalidade, proteger todas as estruturas da célula, além de

controlar o fluxo de entrada e saída de componentes dentro do sistema celular.

É uma tecnologia que consiste em recobrir partículas pequenas (através de um agente encapsulante) de materiais líquidos ou gasosos formando cápsulas em miniatura as quais chamamos de material ativo (MENEZES, *et al.*, 2012). Estas por sua vez, podem liberar seu conteúdo controladamente ou sob condições específicas (ASTOLFI-FILHO, *et al.*, 2005).

Esta tecnologia possui objetivos específicos como separar materiais reativos, controlar a liberação do material no meio, reduzir a volatilidade de líquidos, mascarar sabores, cores ou odores de componentes amargos e indesejáveis, controlar reações oxidativas em alimentos, prolongar a vida de prateleira dos produtos, reduzir a toxicidade do material ativo, proteger contra a luz, água e calor mantendo o valor nutricional dos mesmos.

Neste contexto, existem dois tipos de microencapsulação: I) Microcápsulas onde o núcleo fica localizado na região central circundado por um filme; II) Microcápsulas que são as microesferas onde o núcleo é uniformemente disperso em uma matriz, sendo que neste tipo o material encapsulado fica exposto na superfície o que não é o ideal e que acaba sendo corrigido pela microencapsulação propriamente dita (CONSTANT & STRINGHETA, 2002).

Os materiais mais utilizados como microencapsulantes são: amidos, açúcar, gomas, alginatos, cera, parafina, gordura hidrogenada, poliésteres naturais, polímeros sintéticos, glúten, caseína, quitosana (RÉ, 2000).

Entre todas as gomas usadas na microencapsulação, a goma arábica destaca-se devido às suas excelentes propriedades de emulsificação e, portanto, tem sido amplamente utilizada (DICKINSON, 2003). No entanto, o elevado custo, o suprimento limitado e variações na qualidade têm restringido o uso dessa goma como material de parede na microencapsulação e incentivado a busca por materiais encapsulantes alternativos (GHARSALLAOUI *et al.*, 2007).

Ácidos, bases, óleos, vitaminas, sais, gases, aminoácidos, *flavors*, corantes, enzimas e microrganismos são alguns dos exemplos de materiais que podem ser encapsulados na indústria de alimentos (MENEZES, *et al.*, 2012).

Na indústria de alimentos, existe uma grande demanda por alimentos que tragam benefícios à saúde, para isso a tecnologia de microencapsulação tem como objetivo principal, manter compostos que são considerados instáveis ou que possuem sabor e odor indesejáveis, como por exemplo, antioxidantes, vitaminas, ácidos graxos e probióticos, viáveis desde a sua preparação, armazenamento, até o consumo (DIAS *et al.*, 2017).

A microencapsulação também pode ser utilizada em produtos como ômega 3,

sendo que o principal objetivo é evitar a degradação gerada pela luz, umidade, oxigênio, pH extremo e ingredientes reativos, facilitando assim a produção de alimentos tendo como característica principal a funcionalidade do composto dentro do organismo. Atualmente é possível encontrar no mercado, diversos produtos enriquecidos com ômega 3, como por exemplo leite, ovo, azeites, carnes, e queijos, além de aplicação em gelados comestíveis (GAVA, SILVA, FRIAS, 2008).

Alguns outros exemplos de alimentos que trazem consigo essa técnica de microencapsulação são: leites enriquecidos com ferro, vitaminas, e ômega 3, ovos e margarinas enriquecidas também com ômega 3, além de água mineral que ingressou no mercado caracterizada como bebida funcional por ter altas concentrações de vitamina C, além de vitaminas do complexo B (RAUD, 2008).

A microencapsulação também é utilizada na transformação de aromatizantes líquidos em pó a fim de evitar a volatilização de aromas que estão em alimentos que passam por tratamento com alta temperatura (BHANDARI *et al.*, 2001). Aromatizantes e óleos essenciais podem ser encapsulados com a finalidade de aumentar a vida de prateleira, prevenindo a oxidação, volatilização e formação de aglomerados (BERTOLINI *et al.*, 2001).

O sucesso e a estabilidade de um material encapsulado vai depender de uma série de fatores como: técnica de microencapsulação utilizada, aplicação do produto, propriedades físico-químicas do núcleo compatibilidade do produto com a parede e também, fatores econômicos. Já os principais requisitos para um bom material encapsulante é baixa higroscopicidade, facilidade de manipulação, baixa viscosidade, habilidade para se dispersar e emulsificar, não reagir com o material do núcleo, propriedades para formação de filme, proteção do núcleo contra pH, oxigênio, solventes, entre outros (RÉ, 2000).

O tamanho da microcápsula depende do material e método utilizado na sua preparação (MENEZES, *et al.*, 2012). A maior vantagem do microencapsulamento é que as cápsulas por serem de diversos tamanhos, ou seja, macropartículas ($\geq 5.000 \mu\text{m}$), micropartículas ($0,2$ a $5.000 \mu\text{m}$) e nanopartículas ($\leq 0,2 \mu\text{m}$) podem ser projetadas para liberar de forma gradual os ingredientes ativos nos alimentos para assim, atuar em áreas específicas do organismo humano sendo inclusive, resistente as condições ácidas do estômago chegando ao destino final, intactas (ASCHERI, D. P. R., *et al.*, 2003). Pode-se encapsular diversas substâncias como acidulantes, agentes aromatizantes, adoçantes, corantes, óleos, vitaminas, minerais, enzimas e microrganismos porém, para poder aplicar em alimentos, o material de parede deve ser de grau alimentar, biodegradável e com capacidade para formar barreira entre o agente ativo e o meio além disso, deve haver compatibilidade entre

o agente ativo e o material de parede (PEREIRA, *et al.*, 2018).

5 MÉTODOS DE MICROENCAPSULAÇÃO

Os métodos de encapsulação são variados e aumentam a cada dia, visto o surgimento constante de materiais que podem ser utilizados para determinado fim. Os principais métodos utilizados são: *spray drying*, *spray cooling*, leite fluidizado, extrusão centrífuga (métodos físicos), inclusão molecular, polimerização (métodos químicos), emulsificação, pulverização (métodos físico-químicos).

A escolha do método de encapsulação vai depender do tamanho das partículas, do mecanismo de liberação e propriedades biológicas e físico-químicas, tanto do agente encapsulante quanto do material encapsulado (MENEZES, *et al.*, 2012). A proteção dos compostos bioativos a serem encapsulados pode ser melhorada com o uso de agentes transportadores. A técnica e o material de parede (tipo, hidrofili- cidade, relação entre material ativo e de parede, etc) têm um grande impacto nas características de encapsulamento, incluindo estabilidade, solubilidade e atividade antioxidante dos alimentos (Ozkan *et al.*, 2019).

A microencapsulação por *spray chilling*, também conhecido como *spray cooling* e *spray congealing*, é uma técnica semelhante ao *spray drying*. No entanto, fundamenta-se na injeção de ar frio para permitir a solidificação da partícula. As micropartículas são produzidas por uma mistura contendo o ingrediente ativo (ou recheio) e o agente encapsulante na forma de gotículas. A gelificação iônica ocorre por ligação de um hidrocolóide com íons, tipicamente gelificação de polissacá- rideos negativamente carregados mediada por cátions, por exemplo, entre alginato, carragena ou pectina com íons como o cálcio (BUREY *et al.*, 2008).

A técnica mais utilizada em grande escala é a *spray-drying* ou atomização que emprega calor por ter baixo custo e altas taxas de produção. Esta técnica é uma tecnologia em que um produto líquido é atomizado em ar quente obtendo-se um pó de boa qualidade, baixa atividade de água, facilidade de armazenamento e esto- cagem além de, proteger o material ativo contra reações indesejáveis (PEREIRA, *et al.*, 2018).

Ascheri, *et al.*, (2003) realizaram a microencapsulação de óleo essencial de laranja utilizando capsul, maltodextrina e goma arábica em diferentes concentrações, e observaram que, as concentrações de capsul como componente de material de parede, demonstrou maior retenção de umidade no produto final.

Dentre as técnicas de microencapsulação de probióticos, a extrusão se destaca devido ao baixo custo e simplicidade, além de não envolver altas temperaturas

(FAVARO-TRINDADE *et al.*, 2011; KENT; DOHERTY, 2014). No método de extrusão, o material do núcleo na forma líquida, fundido ou em solução, é lançado através do orifício de um tubo fino ou seringa para formar microgotas, cujo tamanho será dependente do diâmetro do orifício e da velocidade de saída do material. As gotas contêm o material de revestimento ou este é adicionado quando as gotas caem ou são injetadas. A solidificação do material de revestimento pode ocorrer por evaporação do solvente, difusão do solvente ou reação química (KRASAEKOOPT; BRANDARI; DEETH, 2003).

A técnica de polimerização interfacial é realizada por meio de método químico, porém não tem sido frequentemente utilizada. Esta técnica demonstrou que é possível obter uma alta viabilidade das bactérias lácticas para as suas possíveis aplicações em alimentos. Yáñez-Fernández *et al.* (2008), avaliaram a caracterização reológica de dispersões e emulsões utilizadas na preparação de microcápsulas, bem como as microcápsulas obtidas a partir de goma arábica, goma de gel e goma de sementes de algaroba, onde obtiveram uma viabilidade de *Lactobacillus sp.* de 46,7%, utilizando a técnica de polimerização interfacial.

Estudos demonstram que os métodos de microencapsulação apresentam vantagens e desvantagens. A seleção do processo de microencapsulação deve levar em consideração aspectos de termossensibilidade e solubilidade dos compostos a serem microencapsulados (Ozkan *et al.* 2019).

6 MICROENCAPSULAMENTO EM ALIMENTOS

A microencapsulação é amplamente utilizada na indústria alimentícia. Há estudos em que demonstram que alimentos como leite, queijo, sucos, produtos cárneos possuem grandes benefícios e respondem bem ao efeito da microencapsulação, porém, com resultados distintos a tecnologia empregue.

Dentre os alimentos encapsulados, os mais conhecidos são os probióticos, que são alimentos caracterizados por trazerem benefícios à saúde por conterem organismos vivos. Contudo, estes alimentos seguem legislação que descreve que para ser considerado como tal, deverá conter quantidade de 10^8 a 10^9 UFC de organismos viáveis no alimento para desenvolverem adequadamente sua função (CHAMPAGNE *et al.*, 2005). No entanto, o maior problema encontrado pelas indústrias probióticas em alimentos está relacionado à manutenção e à viabilidade destas culturas. As culturas probióticas podem não sobreviver em números suficientemente alto quando submetidas a determinadas condições como, por exemplo, o armazenamento em baixas temperaturas e a passagem pelo trato gastrointestinal humano.

Estudos realizados em microencapsulamento de probióticos demonstrou resultados vantajosos. A adição de componentes protetores pode ser incorporados na microcápsula, aumentando assim a viabilidade e sobrevivência das células durante o processamento e armazenamento principalmente quando há etapas de congelamento ou até mesmo a ação de bacteriófagos. Além da funcionalidade, auxilia também na melhoria da estética do produto (MENEZES, *et al.*, 2012). A técnica de microencapsulação é utilizada em alimentos probióticos para garantir que microrganismos resistam as condições do estômago e outros órgãos do trato gastrointestinal, além de temperatura e umidade elevadas e também garantia da viabilidade deste alimento durante seu período de armazenamento. Para utilização em produtos cárneos, o maior desejo é fazer com que o microrganismo resista à grande quantidade de sal, sais de cura, pH, atividade de água, e as temperaturas quando em produtos cozidos (KIM, *et al.* 2008).

O uso de soro de leite na forma líquida foi estudado somente por PIMENTEL GONZÁLEZ *et al.* (2009), empregaram o soro doce concentrado como emulsificante na microencapsulação de *Lactobacillus rhamnosus* por emulsificação.

O soro de leite mostrou-se eficiente como agente encapsulante de *Bifidobacterium* Bb-12, quando comparado à goma arábica (CASTRO-CISLAGHI, F.P; FRITZEN-FREIRE, C. B; SANT'ANNA, E. S, 2012). Dessa forma, é possível empregar o soro de leite líquido na tecnologia de microencapsulação de probióticos, o que contribui para sua maior utilização, redução do desperdício e da poluição ambiental.

Estudos realizados com encapsulamento de suco de maracujá utilizando sacarose, para definir a melhoria das características nutricionais e sensoriais do produto, já que, o mesmo possui sabor intenso e acidez alta ao mesmo tempo em que é uma ótima fonte de vitamina C e carotenóides essenciais à alimentação humana (ASTOLFI-FILHO *et al.*, 2005).

A microencapsulação também foi testada para pigmentos naturais que por serem muito instáveis quimicamente, quase não são utilizados. A encapsulação de carotenóides, por exemplo, mantém a sua funcionalidade evitando a sua degradação e oxidação quando exposto ao meio já que seu material ativo está envolto pela capa protetora do agente encapsulante (SERVAT, *et al.*, 2010).

Estudos atuais vêm buscando o desenvolvimento de técnicas mais sofisticadas para manutenção de ingredientes funcionais, como é o caso da nanoencapsulação. Brum *et al.* (2017) realizou a nanoencapsulação de luteína, um importante carotenóide para a saúde humana e relatou manutenção de 36% da luteína nas nanocapsulas após 60 dias de armazenamento a 4°C.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A técnica de microencapsulação é uma importante ferramenta que pode ser utilizada em diversos setores, como farmacêutico, de cosmetologia, agricultura e alimentício. A microencapsulação promove o aprimoramento de produtos já existentes, buscando, entre outros benefícios, promover a manutenção de ingredientes funcionais.

A microencapsulação tecnologia traz benefícios a saúde humana, tendo em vista que a liberação do ingrediente funcional nas concentrações desejadas, é de fundamental importância para a obtenção dos efeitos desejados ao organismo humano. No entanto, esse é um desafio para muitos pesquisadores, pois vários destes compostos não apresentam a manutenção das características desejadas após passar pelo trato gastrointestinal humano, motivando o aprimoramento da técnica de acordo com o ingrediente funcional que se deseja microencapsular.

REFERÊNCIAS

ASTOLFI-FILHO, Z. *et al.* Encapsulação de suco de maracujá por co-cristalização com sacarose: cinética de cristalização e propriedades físicas. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*. Campinas, out. – dez 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cta/v25n4/27653.pdf>>. Acesso em: 03 dezembro 2018.

ASCHERI, D. P. R. *et al.* Encapsulação de óleo essencial de laranja: seleção de material de parede. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*. Campinas, dez 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cta/v23s0/19462.pdf>>. Acesso em: 03 dezembro 2018.

BERTOLINI, A. C.; SIANI, A. C.; GROSSO, C. R. F. Stability of monoterpenes of encapsulated in gum arabic by spray-dring. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Washington, v. 49, n. 2, p. 780-785, 2001.

BHANDARI, B.; D'ARCY, B.; YOUNG, G. Flavour retention during high temperature short time extrusion cooking process: a review. *International Journal of Food Science and Technology*, Oxford, v. 36, n. 5, p. 453-461, 2001.

BUREY, P. *et al.* Hydrocolloid Gel Particles: Formation, Characterization, And Application. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, v. 48, n. 5, p. 361-377, 2008. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/rebrapa/article/download/3651/pdf>>. Acesso em: 05 de dezembro de 2018.

BRUM, A. S. *et al.* Lutein-loaded lipid-core nanocapsules: Physicochemical characterization and stability evaluation. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical*

and Engineering Aspects.

CASTRO-CISLAGHI, F.P.; FRITZEN-FREIRE, C. B.; SANT'ANNA, E. S. **Potencial do soro de leite líquido como agente encapsulante de *Bifidobacterium Bb-12* por spray drying: comparação com goma arábica.** Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis, SC, Brasil. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/cr/2012nahead/a26612cr6748.pdf>

Acesso em: 05 de dezembro de 2018.

CHAMPAGNE, C. P.; GARDNER, N.J.; ROY, D. Challenges in the - addition of probiotic cultures to foods. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 45, n. 1, p. 61-84, 2005.

CONSTANT, P.B.L.; STRINGHETA, P.C. Microencapsulação de ingredientes alimentícios. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.36, n.1, p.12-18, 2002.

DIAS, D.R.; BOTREL, D.A.; FERNANDES, R.V. DE.; Encapsulation as a tool for bioprocessing of functional foods. **Current Opinion in Food Science**, v.13, p31-37, 2017.

DICKINSON, E. Hydrocolloids at interfaces and the influence on the properties of dispersed systems. **Food Hydrocolloids**, v.17, p.25-39, 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cr/2012nahead/a26612cr6748.pdf>>.

Acesso em: 05 de dezembro de 2018.

FAVARO-TRINDADE, C. S.; HEINEMANN, R. J. B.; PEDROSO, D. L. Developments in probiotic encapsulation. **CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources**, v. 6. p. 1-8, 2011. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/rebrapa/article/download/3651/pdf>>.

Acesso em: 05 de dezembro de 2018.

GAVA, A. J.; SILVA, C. A. B.; FRIAS, J. R. G. **Tecnologia de alimentos: Princípios e aplicação.** São Paulo: Nobel, 2008.

GHARSALLAOUI, A. *et al.* Applications of spray drying in microencapsulation of food ingredients: an overview. **Food Research International**, v.40, p.1107-1121, 2007. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/cr/2012nahead/a26612cr6748.pdf>> . Acesso em: 05 de dezembro de 2018.

GOMES, C. R. *et al.* Influência de diferentes agentes de corpo nas características reológicas esensoriais de chocolates diet em sacarose e light em calorias. **Ciência e Tecnologia de Alimentos Campinas**, v. 27, n. 3, p. 614-623, 2007.

KENT, R. M.; DOHERTY, S. B. Probiotic bacteria in infant formula and follow-up formula: microencapsulation using milk and pea proteins to improve microbiologi-

cal quality. **Food Research International**, v. 64, p. 567-576, 2014. Disponível em: < <https://periodicos.utfpr.edu.br/rebrapa/article/download/3651/pdf>>. Acesso em: 05 de dezembro de 2018.

KIM, S. J. *et al.* Effect of microencapsulation on viability and other characteristics in *Lactobacillus acidophilus* ATCC 43121. **LWT – Food Science and Technology**, v. 41, n. 3, p. 493-500, 2008.

KRASAETKOOPT, W.; BHANDARI, B.; DEETH, H. Evaluation of encapsulation techniques of probiotics for yoghurt. **International Dairy Journal**, v. 13, n. 1, p. 3- 13, 2003.

Disponível em: <

<https://periodicos.utfpr.edu.br/rebrapa/article/download/3651/pdf>>.

Acesso em: 05 de dezembro de 2018.

MENEZES, C. R. *et al.* Microencapsulação de probióticos: avanços e perspectivas. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, dez. 2012. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/cr/2013nahead/a18613cr2012-0763.pdf>> . Acesso em: 03 dezembro 2018.

OZKAN, G. *et al.* A review of microencapsulation methods for food antioxidants: Principles, advantages, drawbacks and applications. **Food Chemistry**, v., p. 494-506, 2019

PEREIRA, K. C. *et al.* Microencapsulação e liberação controlada por difusão de ingredientes alimentícios produzidos através de secagem por atomização: revisão. **Brazilian Journal of Foods Tecnology**. Campinas, 2018. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/bjft/v21/1981-6723-bjft-21-e2017083.pdf>>. Acesso em: 03 dezembro 2018.

PIMENTEL-GONZÁLEZ, D.J. *et al.* Encapsulation of *Lactobacillus rhamnosus* in double emulsions formulated with sweet whey as emulsifier and survival in simulated gastrointestinal conditions. **Food Research International**, v.42, p.292-297, 2009.

Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/cr/2012nahead/a26612cr6748.pdf>

Acesso em: 05 de dezembro de 2018.

RAUD, C. Os alimentos funcionais: a nova fronteira da indústria alimentar análise das estratégias da danone e da nestlé no mercado brasileiro de iogurtes. **Rev. Sociol. Polít.**, Curitiba, v. 16, n. 31, p. 85-100, 2008.

RÉ, M.I. Microencapsulação – em busca de produtos ‘inteligentes’. **Ciência hoje**, v.27, n.162, p.24-29, 2000.

SANTOS, A.B.; FERREIRA, V.P.; GROSSO, C.R.F. Microcápsulas – uma alternativa viável. Microencapsulação de produtos sensíveis à oxidação: óleo-resina de páprica. **Biotecnologia, Ciência & Desenvolvimento**, v.16, p.26-30, 2000.

SERVAT, L. *et al.* Microencapsulação: uma alternativa promissora para preservação

de produtos naturais. **Revista Fitos**. São Paulo. 2010.

YÁÑEZ-FERNÁNDEZ, J.; RAMOS-RAMÍREZ, E.; SALAZAR-MONTOYA, J. Rheological characterization of dispersions and emulsions used in the preparation of microcapsules obtained by interfacial polymerization containing *Lactobacillus* Sp.

European Food Research And Technology, v. 226, n. 5, p. 957-966, 2008.

Disponível em: <

<https://periodicos.utfpr.edu.br/rebrapa/article/download/3651/pdf>>.

Acesso em: 05 de dezembro de 2018.