

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ALIMENTOS
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM ALIMENTOS

KELLY CRISTINA DA SILVA

**MICROENCAPSULAÇÃO DE ÓLEO DE SEMENTE DE UVA POR
*SPRAY DRYING***

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

LONDRINA

2018

KELLY CRISTINA DA SILVA

**MICROENCAPSULAÇÃO DE ÓLEO DE SEMENTE DE UVA POR
*SPRAY DRYING***

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, apresentado à disciplina Trabalho de Conclusão de Curso 2 do Curso Superior de Tecnologia em Alimentos, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Câmpus Londrina, como requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo em Alimentos.

Orientador: Prof^a. Dr^a. Marianne Ayumi Shirai

LONDRINA

2018

TERMO DE APROVAÇÃO

MICROENCAPSULAÇÃO DE ÓLEO DE SEMENTE DE UVA POR
SPRAY DRYING

KELLY CRISTINA DA SILVA

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado em 25 de junho de 2018 como requisito parcial para a obtenção do título de Tecnólogo em Alimentos e foi avaliado pelos seguintes professores:

Dra. Marianne Ayumi Shirai

Prof.(a) Orientador(a)

Dra. Amélia Elena Terrile

Avaliador 1 do trabalho escrito

Dra. Lúcia Felicidades Dias

Avaliador 2 do trabalho escrito

Dra. Lyssa Setsuko Sakanaka

Avaliador 1 da apresentação oral

Dra. Caroline Maria Calliari

Avaliador 2 da apresentação oral

Dedico este trabalho à minha família, em especial à minha mãe Maria Odete e meu marido Roberto e a todos aqueles que de alguma forma contribuíram para que este sonho se tornasse realidade.

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar a Deus pela vida, por ter abençoado meu caminho e por ter permitido de alcançar mais essa vitória.

À minha orientadora e amiga professora Dra. Marianne Ayumi Shirai pela orientação, pela disposição em compartilhar o seu conhecimento, pela oportunidade, incentivo e por todo auxílio em meu crescimento profissional, muito obrigada.

A todos os professores da UTFPR que de alguma maneira contribuíram para que esse dia chegasse, sou muito grata a todos.

Ao Prof. Dr. Carlos Grosso por ter auxiliado em dúvidas e dando sugestões para o enriquecimento deste trabalho.

À Dra. Izabela Dutra Alvim do Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL) pela realização da análise de distribuição de tamanhos das partículas.

Ao Centro Multiusuário de Caracterização de Materiais da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Curitiba, pela análise de microscopia eletrônica de varredura.

À Profa. Dra. Lyssa Setsuko Sakanaka pelo auxílio no desenvolvimento deste trabalho.

À banca pela avaliação este trabalho.

Às minhas amigas, Amanda Sanches, Bruna Fujii, Suellen Ribeiro e Lais Ribeiro, pela amizade, incentivos, cafés, roles, conversas e o valioso auxílio emocional durante o período do curso, por aguentarem meus desabafos e minhas reclamações, uma amizade que quero levar para sempre.

À minha querida amiga Camila Vicentino Fonteles que sempre esteve do meu lado desde o curso de processos químicos, que me apoiou e me acompanhou na transferência do curso, sempre esteve do meu lado nos momentos difíceis, por aguentar minhas reclamações e me aconselhar a não desistir. Além, claro, da amizade e disposição, acima de tudo por me presentear com sua amizade.

À minha mãe, pelo amor incondicional, por me apoiar a seguir em frente e incentivar a lutar pelos meus sonhos, pela confiança depositada em mim e por estar sempre presente na minha vida. A senhora, todo o meu amor, gratidão e respeito.

Ao meu esposo, companheiro e amigo Roberto, que desde o começo me apoiou e esteve ao meu lado, pela paciência, amor, compreensão e por segurar a barra me aguentando nos momentos de dificuldade, obrigada por tudo, te amo.

Em especial ao meu pai João Batista da Silva (in memoriam), que infelizmente não esteve presente na minha formação, mas que não poderia deixar de dedicar a ele, pois se hoje estou aqui foi graças a ele, por ter passados seus valores e ensinamentos. Obrigada por tudo! Saudades eternas!

À minha irmã Katty pela amizade, apoio e companheirismo sempre.

Ao meu irmão João Marcos, pela amizade, por entender os momentos de ausência e pelo apoio.

À minha cunhada Erica Garcia, pela amizade, torcida, pelo auxílio e colaboração.

À minha amiga que me ajudou de alguma forma nessa jornada e sempre levarei em meu coração, em especial Greisse Kelly Ferreira, por todos os momentos, por todas as conversas no whats, pelo incentivo, enfim, por sempre ter uma palavra amiga quando precisei, obrigada.

Agradeço também a todos os colegas da faculdade, do trabalho e da van que torceram e torcem pelo meu sucesso.

Enfim, a todos os que por algum motivo contribuíram para a realização desta pesquisa, o meu muito obrigada.

“Não deixes que outros digam ‘Aquele caminho é melhor’ ou ‘Este percurso é mais fácil’. O maior dom que Deus nos deu foi o poder das nossas decisões.”

(Paulo Coelho)

RESUMO

A extração e o uso como ingrediente alimentício do óleo de semente de uva é uma possibilidade de reaproveitamento de subproduto da indústria vinícola. O óleo de semente de uva é rico em ácidos graxos insaturados e antioxidante natural, sendo importante para a saúde, pois auxilia na prevenção de várias doenças. Entretanto, a alta quantidade de ácidos graxos poliinsaturados faz com que o óleo de semente de uva seja quimicamente instável e susceptível a degradação oxidativa quando exposto a luz, oxigênio e altas temperaturas, resultado em perda do valor nutritivo e produção de sabor e aroma desagradáveis. Assim, a microencapsulação surge como uma alternativa para proteger o óleo de semente de uva e possibilitar a sua aplicação em diferentes formulações de alimentos. A microencapsulação por *spray drying* é uma tecnologia utilizada em diversos segmentos industriais e se destaca por ser um processo econômico e flexível. O objetivo deste trabalho foi microencapsular o óleo de semente de uva por *spray drying* utilizando-se goma arábica como material de parede. As micropartículas foram caracterizadas quanto à distribuição de tamanho, atividade de água, higroscopicidade, densidade e eficiência de encapsulação. As micropartículas de óleo de semente de uva apresentaram diâmetro médio de 12,5 μm , densidade de 0,500 g/mL e eficiência de encapsulação de 96,17 %. Os resultados deste estudo são promissores e demonstra o potencial do *spray dryer* em microencapsular o óleo de semente de uva, gerando micropartículas que podem ser aplicadas em formulações de alimentos e agregando valor a um subproduto da indústria vinícola.

Palavras-chave: Microencapsulação. Óleo vegetal. Eficiência de encapsulação. Goma arábica, Atomização.

ABSTRACT

The extraction and use of grape seed oil as food ingredient is a possibility of reuse the by-products of the wine industry. Grape seed oil is rich in unsaturated fatty acids and natural antioxidant, being important for health and preventing various diseases. However, due the high amount of polyunsaturated fatty acids, the grape seed oil is chemically unstable and susceptible to oxidative degradation when exposed to light, oxygen and high temperatures, resulting in loss of nutritive value and production of undesirable flavor and aroma. Thus, the microencapsulation emerges as an alternative to protect grape seed oil, and enable its application in different food systems. Microencapsulation by spray drying is a technology used in several industrial segments, and highlight as an economical and flexible process. The objective of this work was to microencapsulate the grape seed oil by spray drying using arabic gum as wall material. The microparticles were characterized in terms of size distribution, water activity, hygroscopicity, density and encapsulation efficiency. The microparticles of grape seed oil showed mean diameter of 12.5 μm , density of 0.500 g / mL and encapsulation efficiency of 96.17%. The results of this study are promising and demonstrate the potential of spray drier in microencapsulate grape seed oil, generating microparticles that can be applied in food formulations and adding value to a by-product of the wine and grape juice industry.

Keywords: Microencapsulation. Vegetable oil. Efficiency of encapsulation. Arabic gum. Atomization.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Uva.....	14
Figura 2 – Estruturas que podem ser obtidas na microencapsulação.....	17
Figura 3 – Estrutura química da goma arábica	19
Figura 4 – <i>Spray dryer</i> utilizado neste trabalho.....	22
Figura 5 – Extração do óleo das micropartículas.....	23
Figura 6 – Higroscopicidade das micropartículas.....	29
Figura 7 – Morfologia das micropartículas.....	32

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Óleo total e superficial, retenção de óleo e eficiência de encapsulação de óleo de semente de uva microencapsulado.....	26
Tabela 2 – Atividade de água, densidade aparente e higroscopicidade de micropartículas controle e de óleo de semente de uva.....	27
Tabela 3 – Diâmetro médio, distribuição de tamanho e <i>span</i> de micropartículas controle e de óleo de semente de uva.....	29

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 OBJETIVOS	12
2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
3 UVA	13
3.1 SEMENTES DE UVA	15
3.2 MICROENCAPSULAÇÃO	16
3.3 MICROENCAPSULAÇÃO POR <i>SPRAY DRYING</i>	18
3.4 GOMA ARÁBICA COMO MATERIAL DE PAREDE	18
4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	21
4.1 MATERIAL EM ESTUDO	21
4.2 MÉTODOS	21
4.2.1 Preparo da emulsão	21
4.2.2. Microencapsulação por <i>spray drying</i>	22
4.2.3.1. Extração do óleo das micropartículas	23
4.2.3.2. Teor de óleo, eficiência de encapsulação e retenção de óleo	23
4.2.3.3. Atividade de água	24
4.2.3.3. Distribuição de tamanhos da partícula	24
4.2.3.5. Higroscopicidade	25
4.2.4. Análise estatística	26
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
5.1 ÓLEO TOTAL, ÓLEO SUPERFICIAL, RETENÇÃO DE ÓLEO E EFICIÊNCIA DE ENCAPSULAÇÃO	27
5.2 ATIVIDADE DE ÁGUA, DENSIDADE E HIGROSCOPICIDADE	28
5.3 DISTRIBUIÇÃO DE TAMANHO DAS MICROESFERAS, <i>SPAN</i> E DENSIDADE APARENTE	30
6 CONCLUSÃO	33
REFERÊNCIAS	33

1 INTRODUÇÃO

O consumo de alimentos funcionais está em constante crescimento e vem sendo aceito cada vez mais pelos consumidores de diferentes classes sociais e faixas etárias. Entre estes alimentos destacam-se compostos bioativos como as vitaminas, minerais e ácidos graxos. Esses compostos têm diferentes benefícios e são de diversas naturezas fazendo com que o seu processamento ou armazenamento seja um desafio para as indústrias (LEE et al., 2008; PAUCAR et al., 2016).

Uma das frutas mais cultivadas no mundo é a uva, sendo que 80% da produção é destinada à produção de vinho e suco, originando uma grande quantidade de subprodutos como a casca e a semente. Com o objetivo de maximizar o aproveitamento dos subprodutos, as indústrias estão investindo em novos processos onde permite unir a produtividade com a eficiência ambiental. Deste modo, destaca-se o reaproveitamento das sementes de uva para a extração do óleo, que são ricos em ácidos graxos poliinsaturados e apresenta antioxidantes naturais, como os polifenóis e vitamina E (FREITAS, 2007; MELLO, 2015). Além disso, as sementes são ricas em compostos fenólicos, como os flavonoides, que apresentam atividade antioxidante e contribuem para prevenção de diversas enfermidades cardiovasculares, cancerígenas e doenças neurológicas (ROCKENBACH et al., 2008).

A microencapsulação é um processo onde os compostos (sólidos, líquidos e gases) são revestidos com finas membranas de polímeros, com o objetivo de proteger os compostos sensíveis de condições adversas como luz, ar, umidade, temperatura. Desta maneira o produto é estabilizado, promovendo sua liberação controlada e aumentando sua vida útil. A substância encapsulada é denominada núcleo e o material utilizado, cobertura ou material de parede (RAMOS, 2006; SUAVE et al., 2006).

A microencapsulação por *spray drying* é uma tecnologia utilizada em diversos segmentos industriais e na alimentícia é empregada para melhorar a estabilidade de diferentes compostos e manter o seu valor nutritivo. Esta tecnologia consiste na nebulização de uma mistura em estado líquido dentro de uma câmara mantida a uma corrente controlada de ar quente. A evaporação do solvente produz gotículas que se

solidificam obtendo o material em pó formando as micropartículas (RAMOS, 2006; VITALI et al., 2008; OLIVEIRA; PETROVICK, 2009).

Desta maneira a microencapsulação do óleo de semente de uva por *spray drying* seria interessante para possibilitar a sua aplicação em diferentes alimentos. Além disso, na forma encapsulada este composto estaria protegido de condições drásticas de processamento como calor, variação de pH, pressão, temperatura e luz, reduzindo a perda de nutrientes e a formação de sabor e odor desagradáveis (RAMOS, 2006; VITALI et al., 2008).

2 OBJETIVOS

Microencapsular o óleo de semente de uva pela técnica de *spray drying*.

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Microencapsular o óleo de semente de uva utilizando a goma arábica como material de parede;
- Determinar a distribuição de tamanho, higroscopicidade, densidade, atividade de água e eficiência de encapsulação das micropartículas obtidas.

3 UVA

A uva é uma das frutas mais antigas do mundo e também uma das mais produzidas, sendo originada da América do Norte e Eurásia, mas a origem das primeiras produções de vinhos é incerta. A evolução da viticultura (ciência que estuda a produção da uva) ocorreu no século XIX com as pesquisas, que proporcionaram o desenvolvimento da produção de uva para o comércio industrial (RITSCHHEL; QUECINI, 2015).

As uvas são produzidas pelas videiras que são classificadas botanicamente como *Vitis* spp como mostrado na Figura 1. Há mais de 10.000 tipos no mundo, mas no Brasil são encontrados basicamente duas espécies: um grupo formado pelas uvas comuns ou americanas (*Vitis labrusca* ou híbridas) que são empregadas para o consumo *in natura* e para a produção de vinhos de mesa, sucos e derivados. Outro grupo são as destinadas à produção de vinhos finos ou para mesa pelas uvas europeias ou finas (*Vitis, vinifera*). A maior produção de uvas no Brasil se localiza nas regiões Sul principalmente no Rio Grande do Sul e Santa Catarina (CAMARGO; NACHTIGAL, 2007; PÖTTER, 2010).

Um cacho de uva pode ser dividido em duas partes: uma parte herbácea, e a outra parte carnosa nomeada de baga ou grão. A herbácea é intitulada como engaço que equivale ao cacho que sustenta as bagas de uva. Sua composição consiste em grande quantidade de água, minerais, taninos e matéria lenhosa. Segundo Böger (2016), o grão ou baga apresenta de 6 a 12% de casca ou película, a qual consiste de um envoltório e em seu interior estão localizadas a polpa (85% a 92%) e as sementes (2 a 5%).

A casca é constituída de antocianinas, ácidos, taninos, substâncias aromáticas. As sementes possuem taninos, ácidos voláteis, substância resinosa e óleo comestível. A polpa abrange a parte mais importante da fruta composta de ácidos, minerais, substâncias pécticas e compostos fenólicos (AQUARONE et al., 2001; BÖGER, 2016).

Figura 1 – Uva

Fonte: IBRAVIN (2018)

A produção de uvas em 2015 no Brasil teve um aumento de 4,41% em relação ao ano de 2014, onde foram produzidas 1.499.353 toneladas de uvas, mas ocorreu redução de produção nos estados da Bahia, São Paulo e Paraná. Nesses estados, ocorreu a redução da área além dos fatores climáticos. No Rio Grande do Sul, teve-se um aumento de 7,85% na produção em 2015 (MELLO, 2016).

No primeiro trimestre de 2018, as exportações brasileiras do setor vitivinícola registraram um crescimento em valor de 44%, segundo balanço divulgado pelo Instituto Brasileiro do vinho (Ibravin). Os espumantes representam 30% do total e apresentaram um crescimento de 64% em relação ao mesmo período de 2017, sendo o valor médio por litro de US\$ 4,88. Os vinhos por sua vez apontaram um aumento de 37% e o valor médio por litro foi de US\$ 2,25 (IBRAVIN, 2018).

A produção de derivados da uva gera milhões de toneladas de subprodutos, tais como o bagaço de uva, que é constituído pela semente, casca, engaço e restos

da polpa da uva. Este resíduo é uma fonte rica de minerais, fibras, ácidos graxos poli-insaturados, compostos fenólicos, flavonoides e antocianinas, sendo considerado uma importante fonte de compostos bioativos para a aplicação em alimentos (IORA et al., 2015).

No Brasil, o bagaço de uva é geralmente usado na adubação do solo e como complementos para ração animal, sendo que esse não é um meio adequado devido à lenta biodegradabilidade das sementes de uvas no solo e à elevada concentração de fibras que o torna inviável ao consumo animal. Na Europa já é fabricado o óleo de semente de uva desde 1930 e é usado como óleo comestível, na produção de sabonetes finos, sabões e emulsões (FREITAS, 2007).

3.1 SEMENTES DE UVA

As sementes de uva apresentam 3% ao peso da uva e representam aproximadamente 15% dos subprodutos sólidos resultantes da indústria vinícola. A partir delas são extraídas o óleo, pois contêm cerca de 7 a 20% de óleo, 35% de fibras, 29% de compostos fenólicos, 11% de proteínas, 3% de minerais e 7% de água. A quantidade de óleo varia de acordo com as condições ambientais e da espécie da uva, conseguindo atingir valores de 10 a 16% do peso seco.

A Europa já consome o óleo de semente de uva como óleo comestível e utiliza como matéria-prima no setor industrial. O mesmo apresenta odor agradável e pode substituir quase todos os óleos vegetais, até mesmo o azeite de oliva, pois sua digestibilidade (97,2%) é maior do que o óleo de soja (95%) segundo Oliveira et al. (2003).

Comparando o óleo de semente de uva com os de outras sementes, o mesmo contém uma porcentagem alta de taninos, lipídios insaponificáveis e tocoferol (vitamina E). Com isso, o óleo tem maior resistência à peroxidação, sendo um bom ingrediente na indústria alimentícia, farmacêutica e cosmética (PEREIRA, 2008; BÖGER, 2016).

O conteúdo de ácido linoleico e oleico é superior em relação aos outros óleos vegetais, sendo uma importante fonte para produção de ácido linoleico conjugado. Estudos apontam que o ácido linoleico conjugado produzido sinteticamente é eficaz

na interdição de cânceres e mostrou ser eficaz também na redução da percentagem de gordura em animais (PEREIRA, 2008).

A vitamina E presente no óleo de semente de uva é um antioxidante lipossolúvel composto de tocoferóis e tocotrienóis (α , β , γ , σ), sendo α -tocoferol a mais abundante e ativa. Ele impede a oxidação dos radicais livres e reage com o oxigênio, impedindo a transformações dos ácidos graxos insaturados em aldeídos. Além disso, é um dos antioxidantes mais utilizados e auxiliam na prevenção de doenças crônicas e seu emprego em alimentos ajuda na prevenção de doenças cardiovasculares. Desta forma, a grande vantagem na utilização do óleo de semente de uva é de que a matéria-prima é resultante de resíduo industrial (FREITAS, 2007; PEREIRA, 2008; BÖGER, 2016).

3.2 MICROENCAPSULAÇÃO

A microencapsulação surgiu ao final da década de 50 e vem sendo explorada desde então, com aplicações em diversas áreas utilizando vários métodos, pois cada um proporciona materiais com propriedades distintas (RAMOS, 2006; GHARSALLAOUI et al., 2007).

A microencapsulação é definida como um processo no qual pequenas partículas ou gotas são envolvidas por uma cobertura, ou são embebidas em uma matriz homogênea ou heterogênea, proporcionando a formação de pequenas cápsulas com várias propriedades. As microcápsulas têm como objetivo proteger compostos ativos de condições adversas como luz, umidade, temperatura, oxigênio, aumentando assim a estabilidade (GHARSALLAOUI et al., 2007).

De forma simplificada, uma microcápsula é uma pequena esfera com uma parede uniforme ao seu redor. O material que se encontra no interior da microcápsula é chamado de núcleo, fase interna ou material ativo, enquanto que o revestimento é denominado de material de parede, cobertura, casca ou membrana (GHARSALLAOUI et al., 2007).

No processamento da microencapsulação pode-se obter dois tipos de estruturas, que diferem pela distribuição do material encapsulado sendo conhecido como microcápsula e micropartícula. Nas micropartículas o material encapsulado permanece uniforme em todo volume da partícula e nas microcápsulas o material é

totalmente envolvido pelo material de parede formando um núcleo de material ativo, conforme ilustrado na Figura 2 (SUAVE et al., 2006; GHARSALLAOUI et al., 2007).

Figura 2 - Estruturas que podem ser obtidas na microencapsulação



Fonte: Suave et al. (2006).

A microencapsulação de compostos bioativos vem crescendo nas indústrias alimentícias, pois os ingredientes ativos são encapsulados reduzindo a volatilização dos aromas durante o armazenamento, inibe a reatividade em relação aos fatores ambientais e as interações indesejáveis com outros componentes dos alimentos, diminui as alterações de cor, perda do valor nutricional e a separação de componentes reativos ou incompatíveis e permite uma liberação controlada (BÖGER, 2016).

A microencapsulação de óleos tem como objetivo prevenir a oxidação, a perda de substâncias voláteis e controlar a liberação do aroma. Já foram realizados estudos de microencapsulação de diferentes óleos, tais como óleo essencial de manjeriço (GARCIA, 2013), óleo de linhaça (CARNEIRO, 2011), óleo de abacate (BAE; LEE, 2008), óleo de semente de uva (BÖGER; GEORGETTI; KUROZAWA, 2018), dentre outros.

3.3 MICROENCAPSULAÇÃO POR *SPRAY DRYING*

Um dos processos mais utilizados para microencapsulação na indústria de alimentos é o *spray drying*, por ser considerado um processo econômico e flexível, podendo ser realizado em um equipamento de fácil acesso que resulta em partículas de boa qualidade (DZIEZAK, 1988).

A secagem por aspersão ou atomização é um processo contínuo, onde um líquido ou pasta é transformado em um produto seco, na forma de pó, caracterizando-se por um tempo de secagem relativamente curto. O processo consiste basicamente na aspersão do líquido em um compartimento que recebe um fluxo de ar quente, de modo que a rápida evaporação da água permite manter baixa a temperatura das partículas (RÉ, 1998; CARNEIRO, 2011). Além disso, permite obter partículas de qualidade e com custo relativamente baixo comparado com outros processos (DESAI; PARK, 2005).

O método de encapsulação é um processo contínuo, podendo ser resumido em três etapas: atomização, desidratação e obtenção do pó. Na primeira etapa é preparada a emulsão e o líquido é atomizado e pulverizado. A atomização ocorre conforme é lançada no meio gasoso, tomando a forma esférica. Na segunda etapa as partículas são desidratadas por um fluxo de ar quente que evapora a água presente. Finalmente, na terceira etapa as partículas sólidas são coletadas e caracterizadas (FERNANDES et al., 2008; AMERI; MAA, 2006).

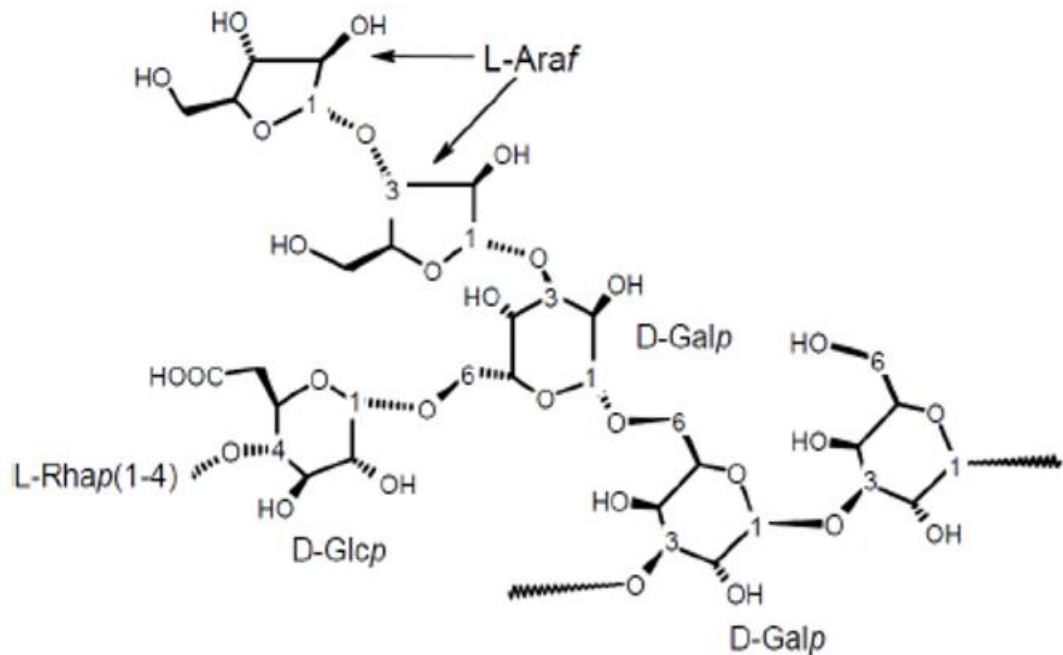
3.4 GOMA ARÁBICA COMO MATERIAL DE PAREDE

Conhecida também como goma acácia, a goma arábica (GA) é extraída a partir do exsudado de árvores de Acácia (*Acacia senegal* e *Acacia seyal*) das regiões sub-desérticas da África e Sudão. É obtida por um processo manual no período da seca, um fator que compromete a obtenção por depender de fatores climáticos (ROCHA, 2009).

De acordo com a Figura 3, a goma arábica é um heteropolissacarídeo e sua cadeia principal é formada por unidades de D-galactose, unidas por ligações glicosídicas em β -1,3, e apresenta estruturas diferentes em suas cadeias laterais como D-galactose, L-ramnose, L-arabinose e ácido D-glucurônico, que estão ligadas

à cadeia principal por ligações β -1,6 (BEMILLER; WHISTLER, 1996; MCNAMEE; O'RIORDAN; O'SULLIVAN, 1998; RANDALL; PHILLIPS; WILLIAMS, 1988).

Figura 3 - Estrutura química da goma arábica



Fonte: Böger (2016)

A goma arábica é um polissacarídeo complexo solúvel em água com baixa viscosidade, que possibilita emulsões estáveis com propriedade emulsificante e estabilizante. Assim, é considerada um excelente material encapsulante para compostos voláteis, podendo ser utilizadas soluções com a concentração de até 50%, pois acima disto pode apresentar propriedades de gel. A GA é muito utilizada na área alimentícia, por suas propriedades funcionais como a boa propriedade emulsificante (JAFARI et al., 2008; ROCHA, 2009).

A proposta de usar a goma arábica como material de parede em processos de microencapsulação é devido à boa atividade emulsificante, estabilizador de emulsões do tipo óleo em água, e por produzir micropartículas com boas propriedades de proteção dos compostos bioativos (GHARSALLAOUI et al., 2007). Diversos estudos sobre a microencapsulação de compostos lipossolúveis já foram realizados utilizando a goma arábica, tais como, microencapsulação de óleo de laranja (ASCHERI; MARQUEZ; MARTUCCI, 2003), azeite de oliva (CALVO et al., 2010), óleo

de linhaça (CARNEIRO, 2011), óleo de semente de uva (BÖGER; GEORGETTI; KUROZAWA, 2018), entre outros.

4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este projeto teve caráter experimental com obtenção de dados quantitativos em laboratório. O experimento foi desenvolvido nos laboratórios do curso de Tecnologia de Alimentos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Londrina, no período de agosto de 2017 a maio de 2018.

4.1 MATERIAL EM ESTUDO

Para a produção das micropartículas foi utilizado o óleo de semente de uva (Pazze Indústria de Alimentos Ltda, Panambi, RS) e goma arábica doada pela Nexira Brasil Comercial Ltda.

4.2 MÉTODOS

Neste item estão descritos os métodos de obtenção das micropartículas de óleo de semente de uva e as técnicas de caracterização.

4.2.1 Preparo da emulsão

Inicialmente, foi preparada uma emulsão de óleo de semente de uva e goma arábica. A concentração de sólidos (goma arábica + óleo) foi fixada em 30% (m/m) e o teor de óleo de semente de uva foi de 10% (m/m) em relação à massa de sólidos conforme descrito por Carneiro (2011). A goma arábica foi adicionada em água destilada e a mistura ficou em agitação por 10 minutos até sua completa dissolução. Em seguida, adicionou-se o óleo e homogeneizou-se em Ultra-turrax (Ika, modelo T18, EUA) a 12.000 rpm durante 3 minutos. Uma formulação controle foi preparada contendo 30% (m/m) de goma arábica.

4.2.2. Microencapsulação por *spray drying*

Após o preparo das emulsões (com óleo e controle), foi realizada a secagem e microencapsulação do óleo de semente de uva por atomização em um *spray drying* laboratorial (Labmaq, modelo MSDi 1.0, Brasil) (Figura 4). As condições do processo foram: diâmetro do bico de 0,7 mm; temperatura do ar de entrada $120\pm 2^{\circ}\text{C}$; temperatura do ar de saída de $88\pm 3^{\circ}\text{C}$; vazão de alimentação de 600 mL/min; fluxo de ar de $1,65\text{ m}^3/\text{min}$ e pressão do ar comprimido de 35 L/min. Esse equipamento encontra-se disponível no Laboratório de Tecnologia de carnes do Departamento Acadêmico de Alimentos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Londrina.

As micropartículas obtidas foram avaliadas quanto ao teor de óleo superficial, óleo total, eficiência de encapsulação, retenção de óleo, atividade de água, densidade aparente, distribuição de tamanho, higroscopicidade e morfologia.

Figura 4 – *Spray dryer* utilizado neste trabalho



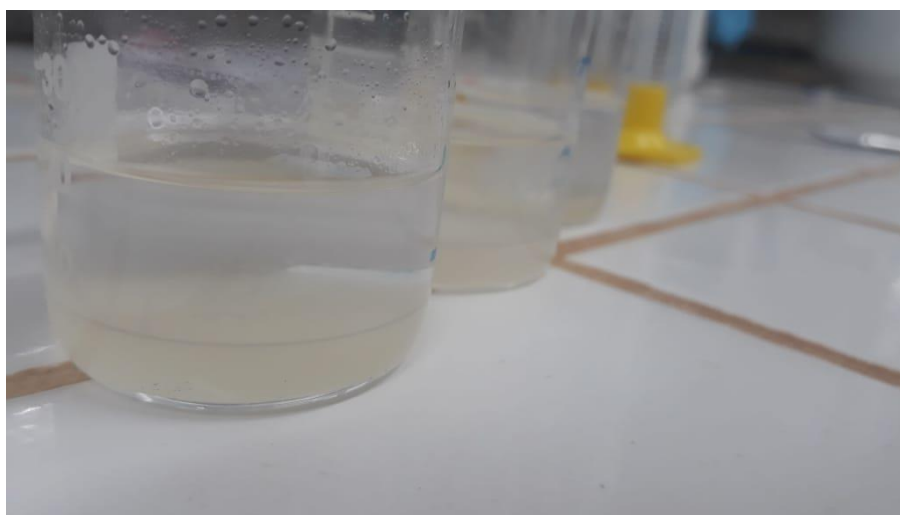
Fonte: Autoria própria.

4.2.3. Caracterização das micropartículas

4.2.3.1. Extração do óleo das micropartículas

A extração do óleo das micropartículas foi realizada em triplicata conforme descrito por Böger, Georgetti e Kurozawa (2016) (Figura 5). Pesou-se 0,5 g de amostra de pó, dissolveu-se em 4 mL de água destilada a 50°C e agitou-se a mistura por 10 min em agitador magnético. Em seguida foram adicionados 20 mL de hexano:isopropanol (3:1) e agitados no agitador magnético por mais 15 minutos. Após a separação de fases, coletou-se a fase sobrenadante e colocou-se em placas de Petri. As placas ficaram na capela para evaporar os solventes e em seguida na estufa a 30°C até o peso constante.

Figura 5 – Extração do óleo das micropartículas



Fonte: Autoria própria.

4.2.3.2. Teor de óleo, eficiência de encapsulação e retenção de óleo

Após a extração do óleo das micropartículas (item 4.2.3.1), o conteúdo de óleo total nas microesferas (TO, %) foi determinado como sendo a razão entre a massa do óleo extraído e a massa do pó.

Para a determinação do óleo superficial (SO, %) seguiu-se metodologia descrita por Bae e Lee (2008), com modificações. O volume de 15 mL de hexano foi adicionado a 1 g de pó e agitado manualmente para a extração de óleo livre, durante

10 min, à temperatura ambiente. A mistura de solvente foi filtrada e o pó retido no filtro foi lavado três vezes com 10 mL de hexano. Em seguida, o solvente foi evaporado em capela, à temperatura ambiente, e depois em estufa a 60 °C até peso constante. O óleo superficial foi determinado como sendo a relação entre a massa do óleo superficial e a do pó. Assim, a eficiência de encapsulação (EE) foi calculada a partir da Equação 1.

$$EE = \left(\frac{TO-SO}{TO} \right) \times 100 \quad (1)$$

Onde:

TO = conteúdo total de óleo (%)

SO = teor de óleo superficial (%)

A retenção de óleo (RO) foi calculada, com a Equação 2, como sendo a relação entre o óleo total obtido analiticamente nas micropartículas (TO) e a concentração inicial de óleo adicionada à emulsão antes da secagem em relação à quantidade de sólidos totais, que corresponde a 10 % (TO₀) (BÖGER; GEORGETTI; KUROSZAWA, 2018)

$$RO = \frac{TO}{TO_0} \quad (2)$$

4.2.3.3. Atividade de água

A atividade de água foi realizada em triplicata e medida em um higrômetro digital Aqualab, modelo 3TE, a 25°C.

4.2.3.3. Distribuição de tamanhos da partícula

O diâmetro médio e a distribuição de tamanho das micropartículas foram determinados no laboratório do Centro de Tecnologia de Cereais e Chocolates do Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL), Campinas – SP, através de um aparelho determinador de distribuição de tamanho de partículas, baseado no espalhamento de luz (Horiba, modelo LV950, Japão). O diâmetro médio da partícula foi expresso em

termos de volume médio ($D_{4,3}$) e a polidispersidade foi dada pelo índice span, calculado com a Equação 3:

$$Span = \frac{D_{90} - D_{10}}{D_{50}} \quad (3)$$

Onde:

D_{10} = diâmetros de 10 % da distribuição acumulada.

D_{50} = diâmetros de 50 % da distribuição acumulada.

D_{90} = diâmetros de 90 % da distribuição acumulada.

4.2.3.4. Densidade aparente

A densidade das micropartículas foi determinada por pesagem de 2 g da amostra em pó em uma proveta graduada de 25 mL, em duplicata. Uma vibração constante foi realizada durante três minutos. O volume ocupado foi utilizado para calcular a densidade (CAI; CORKE, 2000), o qual foi expresso em g/mL.

4.2.3.5. Higroscopicidade

Foi pesado 2 g de micropartícula e armazenou-se em um dessecador com uma solução saturada de Na_2SO_4 (81% UR). A higroscopicidade foi expressa como a umidade adsorvida em 100 g de sólidos secos (CAI; CORKE, 2000).

4.2.3.6 Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV)

A morfologia das micropartículas foi avaliada por microscopia eletrônica de varredura (EVO MA 15, Carl Zeiss, Oberkochen, Alemanha), com potência de aceleração de 10 KV. Previamente à análise, as amostras foram recobertas com ouro em um sputter coater (Q150R ES rotary-pumped sputter coater; Quorum Technologies Ltd, Lewes, Inglaterra).

4.2.4. Análise estatística

Os resultados foram avaliados por teste t-Student ao nível de 5% de significância ($p < 0,05$), utilizando o software Statistica 7.0.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 ÓLEO TOTAL, ÓLEO SUPERFICIAL, RETENÇÃO DE ÓLEO E EFICIÊNCIA DE ENCAPSULAÇÃO

Os resultados de óleo total e superficial, retenção de óleo e eficiência de encapsulação de micropartículas contendo óleo de semente de uva são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Óleo total e superficial, retenção de óleo e eficiência de encapsulação de óleo de semente de uva microencapsulado.

Parâmetros	Controle	Óleo de semente de uva
Óleo total (%)	-	9,24 ± 0,22
Óleo superficial (%)	-	0,36 ± 0,09
Retenção de óleo (%)	-	92,40 ± 2,2
Eficiência de encapsulação (%)	-	96,17 ± 0,87

Fonte: Autoria própria.

O teor de óleo superficial está relacionado ao óleo que não foi microencapsulado e que está presente na superfície das micropartículas. Para que um processo de microencapsulação seja bem-sucedido, as micropartículas devem ter uma mínima quantidade de óleo na superfície, ou seja, apresentar a máxima retenção de óleo dentro da matriz (TAN; CHAN; HENG, 2005). Neste trabalho o teor de óleo superficial foi de 0,36 %, valor abaixo do relatado por Böger, Georgetti e Kurozawa (2018) em óleo de semente de uva microencapsulado com goma arábica e maltodextrina. A retenção de óleo foi de 92,40 %, sendo próximo do relatado por estes mesmos autores.

A quantidade de óleo total foi de 9,24 %, o que resultou em uma eficiência de encapsulação de 96,17 %. A eficiência de encapsulação indica a porcentagem de óleo que está efetivamente encapsulada, no interior da matriz de goma arábica (OGRODOWSKA; TAŃSKA; BRANDT, 2017). Comparado a outros trabalhos que realizaram a microencapsulação de óleos por *spray drying* utilizando a goma arábica como material de parede (BÖGER; GEORGETTI; KUROZAWA, 2018; CARNEIRO et al., 2013; GARCIA, 2013), os valores obtidos no presente estudo foram superiores.

Ao preparar a emulsão é preferível que as gotículas de óleo fiquem menor possível, pois assim serão retidas de forma mais eficiente dentro da matriz de goma arábica. Quanto maiores forem as gotas de óleo, maior será o rompimento da emulsão durante a atomização, alterando a distribuição de tamanho. Este rompimento da emulsão favorece o aumento do óleo de superfície, diminuindo a eficiência de encapsulamento (JAFARI et al., 2008; MUNOZ-IBANEZ et al., 2015). Assim, pode-se concluir que a alta eficiência de encapsulação e a retenção de óleo obtidas neste trabalho estão diretamente relacionadas com as adequadas condições de preparo da emulsão como: tempo e velocidade de rotação do Ultraturrax, quantidade de goma arábica e óleo de semente de uva.

5.2 ATIVIDADE DE ÁGUA, DENSIDADE E HIGROSCOPICIDADE

De acordo com a Tabela 2, observa-se que a amostra com óleo de semente de uva teve maior valor de atividade de água (a_w) em comparação à amostra controle. É possível que durante a pulverização e secagem, a presença do óleo tenha dificultado a difusão de água. Valores semelhantes de a_w foram reportados por Böger, Georgetti e Kurozawa (2018) em óleo de semente de uva microencapsulado com goma arábica. O valor da a_w está relacionado à conservação dos alimentos, podendo indicar a possibilidade de reações químicas e enzimáticas.

Tabela 2 – Atividade de água, densidade aparente e higroscopicidade de micropartículas controle e de óleo de semente de uva.

Parâmetros	Controle	Óleo de semente de uva
Atividade de água	0,1740 ^a ± 0,009	0,2080 ^b ± 0,0163
Densidade aparente (g/mL)	0,500 ^a ± 0,001	0,500 ^a ± 0,001
Higroscopicidade (g/100g)	28,75 ^b ± 0,35	25,04 ^a ± 0,06

^{a,b} Letras diferentes na linha apresentam diferença significativa ($p < 0,05$) pelo Teste t-Student. Fonte: Autoria própria.

A densidade é um parâmetro importante de se avaliar para o processamento, embalagem, transporte e estocagem de produtos em pó, pois com esse resultado verifica-se a quantidade de material, por peso, que pode caber em uma embalagem com um determinado volume. A densidade mais utilizada é a densidade aparente que

considera o volume de material e o volume de ar entre partículas (BARBOSA-CANOVÁS; JULIANO, 2005). Tanto a amostra controle como a amostra encapsulada apresentaram valor de 0,500 g/mL. As densidades encontradas foram maiores que as descritas por Böger, Georgetti e Kurozawa (2018) e Bae e Lee (2008) para microcápsulas de óleo de semente de uva e óleo de abacate, respectivamente, mas foram semelhantes à descrita por Garcia (2013) em microcápsulas de óleo essencial de manjeriço. Materiais com baixa densidade não são desejáveis, pois necessitam de espaço maior para armazenamento, gerando custos. Além disso, partículas com baixa densidade podem ser resultantes da presença de ar em seu interior e isso pode estar relacionado com maiores chances de degradação oxidativa e menor estabilidade na estocagem (CAI; CORKE, 2000).

Com relação à higroscopicidade, foi observada diferença significativa ($p < 0,05$) entre as amostras e as microcápsulas com óleo de semente de uva que apresentaram menor valor (25,04 g/100 g), possivelmente pela presença de óleo na formulação. Os dados da higroscopicidade encontrado foram maiores que os descrito por Garcia (2013) para microcápsulas de óleo essencial de manjeriço (9,13 a 10,43 g/100 g de material) e menores que os reportados por Cai e Corke em micropartículas de betacianinas de amaranto (44,6 a 49,5 g/100 g de material), todas obtidas por *spray drying*. Na Figura 6 observam-se os cadinhos com as microcápsulas após uma semana em dessecador com umidade relativa de 81%.

É esperado que as partículas apresentem higroscopicidade baixa, pois o ganho de umidade pode originar mudanças nas propriedades de escoamento das micropartículas, além das mudanças visuais e alterações de cor. A alta higroscopicidade também pode levar a uma maior degradação do material encapsulado (CAI; CORKE, 2000; GARCIA, 2013).

Figura 6 – Higroscopicidade das micropartículas

Fonte: Autoria própria.

5.3 DISTRIBUIÇÃO DE TAMANHO DAS MICROESFERAS E SPAN

Na Tabela 3 estão apresentados os valores de diâmetro médio ($D_{4,3}$), distribuição de tamanho e índice span das micropartículas obtidas por *spray drying*.

Tabela 3 – Diâmetro médio, distribuição de tamanho e span de micropartículas controle e de óleo de semente de uva.

	$D_{4,3}$ (μm)	D_{10} (μm)	D_{50} (μm)	D_{90} (μm)	Span
Controle	16,0 ^b ±0,3	3,0 ^b ±0,1	15,4 ^b ±0,3	28,6 ^b ±0,4	1,7 ^b ±0,1
Óleo de semente uva	12,5 ^a ±0,4	2,5 ^a ±0,1	13,1 ^a ±0,3	19,0 ^a ±0,3	1,3 ^a ±0,1

^{a,b} Letras diferentes na coluna apresentam diferença significativa ($p < 0,05$) pelo Teste t-Student. Fonte: Autoria própria.

O diâmetro médio foi de 16,0 μm e 12,5 μm para a amostra controle e com óleo de semente de uva, respectivamente, e apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$). De acordo com Gong et al. (2007), os pós obtidos por *spray drying* apresentam diâmetro menor que 50 μm , estando condizente com os valores obtidos neste estudo. O tamanho da gota atomizada varia com a viscosidade do líquido, a uma velocidade de atomização constante. Quanto maior a viscosidade do líquido, maiores são as gotas geradas através da atomização e, conseqüentemente, maiores as partículas de pó obtidas (MASTERS, 1991).

O tamanho da partícula afeta diretamente a textura dos alimentos e quando estas são muito grandes, pode ter um impacto prejudicial nas propriedades sensoriais. Assim, é importante obter partículas menores que 100 μm como as apresentadas neste estudo (PAUCAR et al., 2016). Somado a este fato, a distribuição do tamanho das microcápsulas significa um importante parâmetro físico, pois pode influenciar na mistura de elementos diferentes, na compactação e separação da mistura. As partículas menores tendem a localizar na parte inferior, enquanto as partículas maiores tendem a ficar na parte superior da embalagem.

Os valores de polidispersão ou *span* representam o equilíbrio e a distribuição do tamanho das partículas, ou seja, quanto maior o valor do *span*, mais heterogênea ou polidispersa é a sua distribuição (BÖGER, 2016). Observando a Tabela 3, verifica-se que houve diferença nos valores de *span* das amostras ($p > 0,05$). O *span* encontrado neste estudo variou de 1,3 a 1,7, sendo considerado um valor elevado, indicando que não houve homogeneidade quanto ao tamanho das amostras. Valor superior de *span* foi encontrado por Böger, Georgetti e Kurozawa (2018) ao estudar microencapsulação de óleo de semente de uva utilizando goma arábica como material de parede e valor inferior foi encontrado por Carneiro (2011) ao microencapsular óleo de linhaça com diferentes combinações de materiais de parede. A diferença nos valores encontrados pode estar relacionada com as diferentes condições de processo empregada.

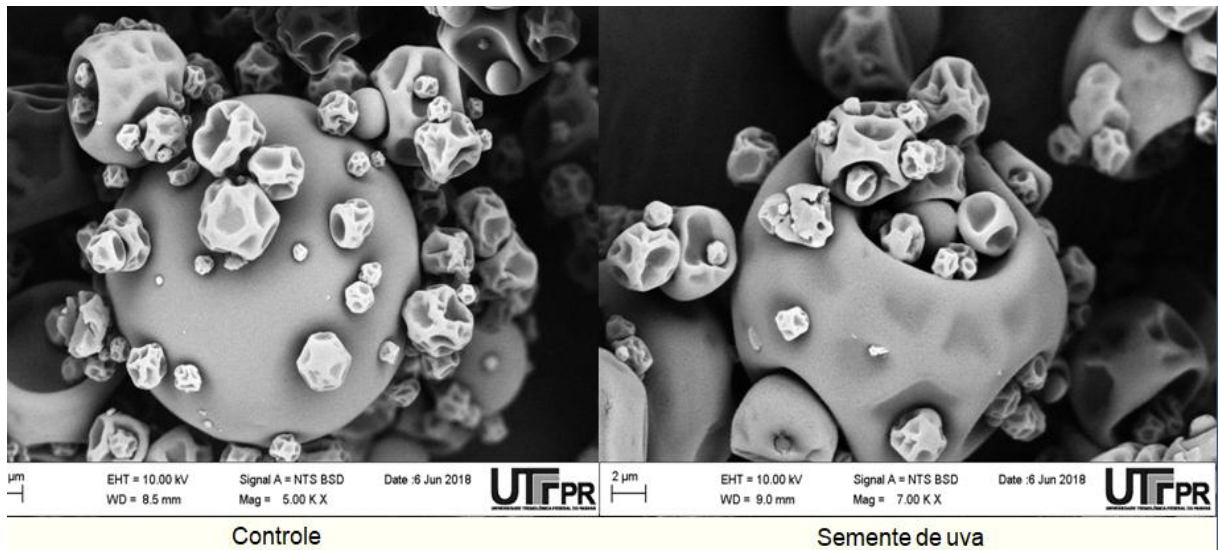
5.4 MORFOLOGIA

A morfologia das micropartículas foi avaliada por microscopia eletrônica de varredura (MEV). A Figura 7 mostra a estrutura externa das micropartículas controle e as que contêm óleo de semente de uva. De um modo geral, verifica-se partículas de diferentes tamanhos, o que corrobora com os valores elevados de *span* discutidos anteriormente.

Observando as imagens da estrutura externa, pode-se dizer que as micropartículas tiveram formato esférico, característico de micropartículas produzidas por *spray-dryer*, e superfície enrugada, resultante da redução das gotas durante as etapas iniciais da secagem (ROSENBERG et al., 1990).

De acordo com Ré (1998), é desejável que partículas esféricas sejam geradas por mostrarem maior fluidez, menor razão superfície/volume, e por isso beneficiar a retenção de aroma, e maior densidade aparente, resultado de um melhor “empacotamento” do material de recheio.

Figura 7 – Morfologia das micropartículas



Fonte:

6 CONCLUSÃO

No presente trabalho foi possível microencapsular o óleo de semente de uva comercial com sucesso pela técnica de *spray drying*, conseguindo obter resultados satisfatórios de eficiência de encapsulação e retenção de óleo.

A partir desses dados conclui-se que as microcápsulas de óleo de semente de uva podem ser uma alternativa de ingrediente, pois conforme a literatura, possuem propriedades benéficas à saúde devido a sua composição de ácidos graxos e ser rico em antioxidante natural. Além disso, estaria agregando valor a subprodutos.

Por fim, diante dos resultados obtidos, sugere-se a continuidade deste trabalho realizando a microencapsulação do óleo de semente de uva com diferentes materiais de parede e utilizando outras técnicas de microencapsulação.

REFERÊNCIAS

AMERI, M., MAA, Y. Spray-drying of biopharmaceuticals: stability and process considerations. **Drying Technology**, v. 24, n. 6, p. 763-768, 2006.

AQUARONE, E.; BORZANI, W.; SCHIMIDELL, W.; LIMA, U. de A. **Biotecnologia industrial**. São Paulo: Blucher, v. 4, 2001.

ASCHERI, D. P.R.; MARQUEZ, M. O.M.; MARTUCCI, E. T. Microencapsulação de óleo essencial de laranja: Seleção de material de parede. **Ciência e tecnologia de Alimentos**, v. 23, p.1-6, 2003.

BAE, E.K.; LEE, S.J. Microencapsulation of avocado oil by spray drying using whey protein and maltodextrina. **Journal of Microencapsulation**, v. 25, n. 8, p. 549-560, 2008.

BARBOSA-CÁNOVAS, G.V.; JULIANO, P. Physical and chemical properties of food powders. In: ONWULATA, C. (Ed.). **Encapsulated and powdered foods**, Boca Raton, Taylor & Francis, 2005, p. 39-71.

BEMILLER, J. N.; WHISTLER, R. L. Carbohydrates. In: FENNEMA, O.R. **Food Chemistry**, 3 ed. Cap.4, p.157-224. 1996.

BÖGER, B. R. **Extração de óleo de semente de uva por ultrassom e microencapsulação por spray drying**. 2016. 129 f. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos). Universidade Estadual de Londrina. Londrina, 2016.

BÖGER, B. R.; GEORGETTI, S. R.; KUROZAWA, L. E. Microencapsulation of grape seed oil by spray drying. **Food Science and Technology**, 2018.

CAI, Y. Z.; CORKE, H. Production and properties of spray-dried *Amaranthus* betacyanin pigments. **Journal of Food Science**, v. 65, p. 1248-1252, 2000.

CALVO, P.; HERNÁNDEZ, T.; LOZANO, M.; GONZÁLEZ-GÓMEZ, D. Microencapsulation of extra-virgin olive oil by spray-drying: Influence of wall material and olive quality. **European Journal of Lipid Science and Technology**, v. 112, p. 852–858, 2010.

CAMARGO, U. A.; NACHTIGAL, J. C. Recomendações para produção de videiras em sistemas de base ecológica. **Embrapa Uva e Vinho**, 2007. Disponível em: <<http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/documentos/doc065.pdf>>. Acesso em: 19 mai. 2018.

CARNEIRO, H. C. F. **Microencapsulação de óleo de linhaça por spray drying: influência da utilização de diferentes combinações de materiais de parede**. 2011. 113 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos). Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2011.

DESAI, K.G.H.; PARK, H.J. Recent developments in microencapsulation of food ingredients. **Drying Technology**, v. 23, n. 7, p. 1361-1394, 2005.

DZIEZAK, J.D. Microencapsulation and encapsulated ingredients. **Food Technology**, v. 42, n. 4, p. 136-148, 1988.

FERNANDES, L.P. et al. Volatile retention and antifungal properties of spray-dried microparticles of *Lippia sidoides* essential oil. **Drying Technology**, v. 26, p.1534-1542, 2008.

FREITAS, Lisiane dos Santos. **Desenvolvimento de procedimentos de extração do óleo de semente de uva e caracterização química dos compostos extraídos**. 2007. 227 f. Tese (Doutorado em Química). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2007.

GARCIA, L. C. **Microencapsulação por *spray-drying* de Óleo essencial de manjeriço**. 2013. 217f. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos). Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2013.

GHARSALLAOUI, A. et al. Applications of spray drying in Microencapsulation of food ingredients: An overview. **Food Research International**, v. 40, n. 9, p. 1107-1121, 2007.

GONG, Z.; ZHANG, M.; MUJUMDAR, A. S.; SUN, J. Spray drying and agglomeration of instant bayberry powder. **Drying Technology**, v. 26, n. 1, p. 116-121, 2007.

IBRAVIN – Instituto Brasileiro do Vinho. **Exportações de vinhos e espumantes brasileiros crescem 44% em valor no primeiro trimestre de 2018**. 21 de Maio de 2018. Disponível em: <http://www.ibravin.org.br/Noticia/exportacoes-de-vinhos-e-espumantes-brasileiros-crescem-44-em-valor-no-primeiro-trimestre-de-2018/354>. Acesso em 24 de maio 2018.

IORA, S. R. F.; MACIEL, G. M.; ZIELINSKI, A. A. F.; SILVA, M. V.; PONTES, P. V. A.; HAMINIUK, C. W. I.; GRANATO, D. Evaluation of the bioactive compounds and the antioxidant capacity of grape pomace. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 50, n. 1, p. 62-69, 2015.

JAFARI, S. M.; ASSADPOOR, E.; HE, Y.; BHANDARI, B. Encapsulation efficiency of food flavours and oils during spray drying. **Drying Technology**, v. 26, n. 7, p. 816-835, 2008.

MASTERS, K. Spray drying handbook. 5th ed., London: Longman **Scientific & Technical**, 725p. 1991.

McNAMEE, B. F.; O'RIORDAN, E. D.; O'SULLIVAN, M. Emulsification and microencapsulation properties of gum Arabic. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 46, p. 4551-4555, 1998.

MELLO, L. M. R. Vitivinicultura mundial: Principais países e posição do Brasil. Comunicado técnico 121. **Embrapa uva e vinho**. Agosto, 2012. Disponível em: <<http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/comunicado/cot121.pdf>>. Acesso em 20 de maio 2018.

MUNOZ-IBANEZ, M.; AZAGOH, C.; DUBEY, B. N.; DUMOULIN, E.; TURCHIULI, C. Changes in oil-in-water emulsion size distribution during the atomization step in spray-drying encapsulation. **Journal of Food Engineering**, v. 167, p. 122-132, 2015.

OGRODOWSKA, D.; TAŃSKA, M.; BRANDT, W. The influence of drying process conditions on the physical properties, bioactive compounds and stability of encapsulated pumpkin seed oil. **Food and Bioprocess Technology**, v. 10, n. 7, p. 1265-1280, 2017.

OLIVEIRA, G.P.; ECHEVENHUÁ, M. M.; MESSIAS, R.S.; **Processo de extração e caracterização do óleo de semente de uva**, UFSC, Santa Catarina, 2003.

OLIVEIRA, O. W.; PETROVICK, P. R. Secagem por aspersão (spray drying) de extratos vegetais: bases e aplicações. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 20, n. 4, p.641-650, 2009.

PAUCAR, O. C.; TULINI, F. L.; THOMAZINI, M.; BALIEIRO, J. C. C.; PALLONE, E. M. J. A.; FAVARO-TRINDADE, C. S. Production by spray chilling and characterization of solid lipid microparticles loaded with vitamin D₃. **Food and Bioproducts Processing**, v. 1000, p. 344-350, 2016.

PEREIRA, Gabriela Garrastazu. **Obtenção de nanoemulsões O/A à base de óleo de semente de uva e oliva aditivadas de metoxicinamato de octila e estudo do potencial antioxidante e fotoprotetor das emulsões**. 2008. 118 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas). Ribeirão Preto, 2008.

PÖTTER, G. H.; DAUDT, C. E.; BRACKAMNN, A.; LEITE, T. T.; PENNA, N. G. Desfolha parcial em videiras e seus efeitos em uvas e vinhos Cabernet Sauvignon da região da Campanha do Rio Grande do Sul, Brasil. **Ciência Rural**, v. 40, n. 9, p. 2011-2016, 2010.

RAMOS, Mônica Freiman de Souza. **Desenvolvimento de microcápsulas contendo a fração volátil de copaína por spray-drying: estudo de estabilidade e avaliação farmacológica**. 2006. 132 f. Tese (Doutorado em Farmácia, Fármacos e Medicamentos), Universidade de São Paulo. Ribeirão Preto, 2006.

RANDALL, R.C.; PHILLIPS, G.O.; WILLIAMS, P.A. The role of the proteinaceous component on the emulsifying properties of gum arabic. **Food Hydrocolloids**, v. 2, n. 2, p. 131-140, 1988.

RÉ, M. I. Microencapsulation by spray drying. **Drying Technology**, v. 16, n. 6, p. 1195-1236, 1998.

RITSCHHEL; QUECINI, V. Suco de Uva In: REIFSCHNEIDER, F. J. B.; NASS, L. L.; HEINRICH, A. G.; RIBEIRO, C. S. da C.; HENZ, G. P.; EUCLIDES FILHO, K.; BOITEUX, L. S.; RITSCHHEL, P. S.; FERRAZ, R. M.; QUECINI, V. **Uma pitada de biodiversidade na mesa dos brasileiros**. Brasília, DF, 2015. p. 107-123.

ROCHA, G. A. **Produção, caracterização, estabilidade e aplicação de microesferas de Licopeno**. 2009. 80 f. Dissertação (Mestrado em Alimentos e Nutrição). Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2009.

ROCKENBACH, Ismael Ivan; da SILVA, Graciela Lessa; RODRIGUES, Eliseu; KUSKOSKI, Eugênia Marta; FETT, Roseane. Influência do solvente no conteúdo total de polifenóis, antocianinas e atividade antioxidante de extratos de bagaço de uva (*Vitis vinifera*) variedades Tannat e Ancelota. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**: v. 28, n. 1, p.238-244, 2008.

SUAVE, J et al. Microencapsulação: inovação em diferentes áreas. **Revista Saúde e Ambiente**, v. 7, n. 2, p. 12-20, 2006.

TAN, L. H.; CHAN, L. W.; HENG, P. W. Effect of oil loading on microspheres produced by spray drying. **Journal of Microencapsulation**, v. 22, p. 253–259, 2005.

VITALI, Luciano et al. Microencapsulação do agente quelante sulfoxina em microesferas de quitosana preparadas por spray drying como novo adsorvente para íons metálicos. **Química Nova**, v. 31, n. 6, p.1400-1404, 2008.