

## Desenvolvimento de microencapsulados contendo extrato de *Hamamelis virginiana* L. como agente potencial em formulações dermocosméticas

Development of microencapsulate containing *Hamamelis virginiana* L. extract as a potential agent in derm cosmetic formulations

Desarrollo de microencapsulada que contiene extracto de *Hamamelis virginiana* L. como potencial agente en formulaciones dermocosméticas

Recebido: 16/01/2023 | Revisado: 05/02/2023 | Aceitado: 07/02/2023 | Publicado: 12/02/2023

### Marielly Silva Martins

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2924-6958>  
Centro Universitário do Sudoeste Goiano, Brasil  
E-mail: mariellysm@outlook.com

### Jenifer Ribeiro de Jesus

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0781-8812>  
Instituto Federal Goiano, Brasil  
E-mail: jeniferagrop@gmail.com

### Alex Rodrigues Gomes

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1336-4252>  
Instituto Federal Goiano, Brasil  
E-mail: argufgbio@gmail.com

### Manoel Aguiar Neto Filho

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3545-8746>  
Universidade de Passo Fundo, Brasil  
E-mail: manuel-aguiar@hotmail.com

### Luciana Arantes Dantas

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8138-4824>  
Centro Universitário do Sudoeste Goiano, Brasil  
E-mail: dra.luciana@hotmail.com

### Resumo

Em virtude dos inúmeros benefícios relacionados ao extrato da *Hamamelis virginiana* L., entre eles a função adstringente e anti-inflamatória, a planta tem sido bastante estudada com propósito de ser cada vez mais utilizada em cosméticos. O encapsulamento, igualmente relevante quando se trata de produtos dermatológicos, forma com o extrato a junção perfeita para um bom produto de beleza. Esse processo consiste em revestir determinado composto com bioatividade em uma fina camada de material polimérico, o alginato de sódio, polissacarídeo natural biodegradável. Diante disto, objetivou-se produzir microencapsulados de *H. virginiana*, utilizando alginato de sódio (encapsulante), avaliando seu perfil de liberação. Os microencapsulados foram preparados por gotejamento e reticulação, posteriormente submetidos à detecção dos compostos fenólicos em solução similar acidez da pele (pH 5,5), a cada 20 min durante 120 minutos. Além do processo de encapsulação, os microencapsulados foram avaliados frente ao tamanho e grau de embebição. Foi possível obter microencapsulados ( $\pm 5\mu\text{m}$ ) dopadas com extrato de *H. virginiana* na proporção (1:4), permitindo a imobilização de compostos fenólicos de forma satisfatória, sem poros, o que comprometeria sua estabilidade. O perfil máximo de liberação dos compostos ( $71,75 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ ) ocorreu após 40 min, atingindo estabilidade de embebição a partir de 60 min. Os microencapsulados produzidos possuem capacidade potencial de liberação programada para a incorporação de formulações cosméticas com aplicações tônicas e antioxidantes, resultando melhora no aspecto da pele e inibindo assim o processo de envelhecimento. A proposta abre espaço para aprisionamento de diferentes bioativos capazes de se ligarem a outros elementos de interesse biológico.

**Palavras-chave:** Alginato; Cosméticos; Encapsulação.

### Abstract

Due to the numerous benefits related to the *Hamamelis virginiana* L. extract, including its astringent and anti-inflammatory function, the plant has been extensively studied with the purpose of being increasingly used in cosmetics. Encapsulation, which is equally relevant when it comes to dermatological products, forms the perfect combination for a good beauty product with the extract. This process consists of coating a certain bioactive compound in a thin layer of polymeric material, sodium alginate, a biodegradable natural polysaccharide. In view of this, the objective was to produce microencapsulated *H. virginiana* using sodium alginate (encapsulant), evaluating its release

profile. The microencapsules were prepared by dripping and crosslinking, subsequently subjected to the detection of phenolic compounds in a solution similar to skin acidity (pH 5.5), every 20 min for 120 minutes. In addition to the encapsulation process, the microencapsules were evaluated in terms of size and degree of imbibition. It was possible to obtain microencapsules ( $\pm 5\text{mm}$ ) doped with *H. virginiana* extract in a ratio (1:4), satisfactorily allowing the immobilization of phenolic compounds, without pores, which would compromise their stability. The maximum release profile of the compounds ( $71.75\text{ mg. L}^{-1}$ ) occurred after 40 min, reaching imbibition stability after 60 min. The microencapsules produced have potential programmed release capacity for the incorporation of cosmetic formulations with tonic and antioxidant applications, resulting in an improvement in the appearance of the skin and thus inhibiting the aging process. The proposition makes room for the imprisonment of different bioactives capable of binding to other elements of biological interest.

**Keywords:** Alginate; Cosmetics; Encapsulation.

### Resumen

A causa de los numerosos beneficios relacionados con el extracto de *Hamamelis virginiana* L., incluso, su función astringente y antiinflamatoria, esta planta ha sido ampliamente estudiada con el objetivo de ser cada vez más utilizada en la cosmética. La encapsulación, que es igualmente relevante cuando se trata de productos dermatológicos, compone, juntamente con el extracto, la combinación perfecta para un buen producto de belleza. Este proceso consiste en recubrir un determinado compuesto con bioactividad, en una fina capa de material polimérico, alginato de sodio, un polisacárido natural biodegradable. Ante esto, el objetivo fue producir *H. virginiana* microencapsulada utilizando alginato de sodio (encapsulante), evaluando su perfil de liberación. Las microcápsulas fueron preparadas por goteo y entrecruzamiento, posteriormente sometidas a la detección de compuestos fenólicos en una solución similar a la acidez de la piel (pH 5,5), cada 20 min durante 120 minutos. Además del proceso de encapsulación, las microcápsulas fueron evaluadas en términos de tamaño y grado de imbibición. Se logró obtener microencapsuladas ( $\pm 5\text{mm}$ ) dopadas con extracto de *H. virginiana* en proporción (1:4), permitiendo la inmovilización de los compuestos fenólicos de manera satisfactoria, sin poros, lo que comprometería su estabilidad. El perfil máximo de liberación de los compuestos ( $71,75\text{ mg. L}^{-1}$ ) se presentó a los 40 min, alcanzando la estabilidad de imbibición a los 60 min. Las microcápsulas producidas tienen potencial capacidad de liberación programada para la incorporación de formulaciones cosméticas con aplicaciones tónicas y antioxidantes, resultando en un mejor aspecto de la piel y por lo tanto inhibiendo el proceso de envejecimiento. La propuesta posibilita el encarcelamiento de diferentes bioactivos capaces de unirse a otros elementos de interés biológico.

**Palabras clave:** Alginato; Cosméticos; Encapsulación.

## 1. Introdução

Pertencente à família Hamamelidácea, a espécie *Hamamelis virginiana* (*H. virginiana*) é comumente encontrada nas regiões norte e oriente dos EUA e Canadá. Seu extrato glicólico possui bastantes aplicações dermocosméticas no tratamento de diversas patologias (Ruivo, 2012). Seu uso para fins medicinais se dá pela presença de compostos fenólicos nas folhas e nas cascas. As folhas possuem de 3-10% de taninos catequinas, hamamelitanino, elagiotaninos, galhotaninos, proantocianidinas, flavonoides e vestígios de óleo essencial. Suas cascas apresentam grande quantidade de taninos, vestígios de óleo essencial, flavonoides e saponósidos (Teixeira, 2019).

Devido à presença desses bioativos, o extrato de *H. virginiana* possui propriedades que permitem a sua aplicação tópica em casos de lesões e inflamações da pele e mucosas, em varizes, hemorroidas, queimaduras solares e eczema atópico. Sua principal aplicação sob a forma de extrato é em preparações cosméticas devido às suas propriedades adstringentes (Moraes, 2004; Vaz, 2014).

Atribuindo todas essas características químicas, o extrato da espécie *H. virginiana* pode resultar em respostas positivas nas mais diversas terapias, principalmente quando delineadas com estabilidade. Por meio da utilização da técnica de microencapsulação, o extrato pode ser uma alternativa para o desenvolvimento de novas formas farmacêuticas de liberação à base de plantas medicinais, permitindo a formação de estruturas que possuem propriedades de proteção, gerando um sistema de liberação controlada do material a ser encapsulado.

Essa técnica foi desenvolvida há, aproximadamente, 60 anos e foi definida como uma tecnologia capaz de encapsular materiais sólidos, líquidos ou gasosos em pequenas cápsulas seladas, permitindo a libertação do seu conteúdo a taxas sob

condições específicas. Os benefícios trazidos por essa tecnologia são incalculáveis, dentre eles: proteger o ativo para que não haja contato com o meio externo, diminuir reações adversas e elevar a estabilidade do composto ativo, possibilitando uma administração mais segura (Jyothi et al., 2010).

A microencapsulação consiste em revestir o composto previamente selecionado com uma fina camada de material polimérico, conforme o resultado desejado (Constant & Stringheta, 2002). Para tal fim, existem diversos compostos que podem ser utilizados como agentes encapsulantes, entre eles, o alginato de sódio, que é um polissacarídeo natural extraído de algas marinhas pardas e um polímero ideal para o encapsulamento de ativos com fins cosmetológicos (Adokawa et al., 2005). O alginato possui cor branca ou marrom amarelado, sem cheiro ou sabor e tem como principais componentes os ácidos D manurônico e L gularônico. O alginato apresenta natureza biodegradável e biocompatível, sendo permitido pela Food and Drug Administration (FDA) (Fang & Bhandari, 2010).

Para se obter melhores resultados com a microencapsulação, a escolha do material polimérico utilizado deve ser feita levando em consideração: o método para desenvolver as cápsulas, o resultado a ser alcançado com a aplicação e a forma como será aplicado o produto (Rê, 2000).

Diante do grande interesse em se desenvolver novas formas farmacêuticas à base de plantas medicinais e diante também da escassez de informações a respeito dos sistemas de liberação desses compostos bioativos, este trabalho visa desenvolver partículas eficientes de alginato de sódio contendo bioativos de *H. virginiana*, com o objetivo de fornecer uma nova alternativa de manipulação e aplicação terapêutica.

## 2. Metodologia

### 2.1 Obtenção do extrato

O material vegetal foi obtido através dos fornecedores do extrato da *Hamamelis virginiana*, sendo devidamente identificado com base em suas características botânicas e físico-químicas.

### 2.2 Determinação de fenólicos pelo método Folin-Ciocalteu

A determinação quantitativa do conteúdo fenólico total presente no extrato foi feita por meio do ensaio de Folin-Ciocalteu (Bajčan et al., 2013; Blainski et al., 2013; Álvarez et al., 2016; Noreen et al., 2017; Galvão et al., 2018; Kim et al., 2019; Hudz et al., 2019; Abdallah et al., 2021). A determinação de fenóis totais é quantificada por meio de espectrofotometria UV/Vis. Inicialmente, realizou-se a curva padrão, utilizando-se, para isso, uma solução de ácido gálico (padrão para fenólicos totais) (Chan et al., 2014).

Para realização da curva de ácido gálico, diluiu-se, em um balão volumétrico de 10 ml, 50 mg de ácido gálico em metanol. Partindo desta solução, foram feitas sucessivas diluições em metanol, conforme Figura 1a, obtendo-se as seguintes concentrações: 500 mg/L, 250 mg/L, 150 mg/L, 100 mg/L e 50 mg/L. Para o branco, foi utilizado apenas o metanol.

Em cada tubo de ensaio, acrescentou-se: 40 µL da solução; 3,16 mL de água destilada; 200 µL de reagente Folin-Ciocalteu 1N e 600 µL de solução de Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> saturada previamente preparada. Realizou-se uma leitura após 30 minutos em espectrofotômetro, cujo comprimento de onda de 765 nm.

Os dados obtidos foram calculados segundo equação da reta obtida, formando-se uma curva em que R<sup>2</sup> ficasse o mais próximo possível de 1. Para a realização do branco da amostra, procedeu-se da mesma forma que na amostra, mas adicionou-se metanol ao invés da solução de extrato. Os valores obtidos de absorbância das amostras foram comparados com a curva padrão de ácido gálico (Singleton & Rossi, 1965; Ardissom, 2000).

### 2.3 Processo de encapsulação

Na produção das microencapsulados de alginato, foi utilizada a metodologia de Khandai et al. (2010) e Silva et al. (2013). As microesferas foram preparadas a partir da concentração do extrato de *H. virginiana* com o alginato, seguindo a proporção de 1:4, respectivamente (AG+Ext), além do preparo das microesferas com alginato sem o extrato (AG). A solução de alginato de sódio foi previamente preparada dissolvendo 0,75 g de alginato de sódio em 50ml de água deionizada e ajustando o pH a 6,5, com o auxílio de ácido clorídrico preparado a 0,1 mol. Com a assistência de um agitador magnético, a solução foi mantida em agitação a 300 rpm, por 24h, a 40°C.

Foram diluídos 2g de CaCl<sub>2</sub> em 200mL de água destilada e a solução foi mantida no agitador magnético a 300 rpm por 30 min, variando o pH de 3 a 4. Em seguida, a solução do alginato de sódio, que estava com pH de aproximadamente 6,5 e aquecida a 40°C, foi gotejada com o auxílio de seringas agulhadas, com agulhas de diferentes calibres (25 x 7mm e 25 x 8mm), a uma altura de 6 cm da solução de CaCl<sub>2</sub> em rotação magnética. Após gelificação do alginato de sódio, foram obtidas as microesferas, que foram mantidas sob agitação magnética a 400 rpm por 30 min. Por fim, a solução com as microesferas foi filtrada e reservada.

### 2.4 Medição do tamanho dos microencapsulados

Para a análise do tamanho das microesferas foi realizada, de forma aleatória a escolha de 10 unidades, que posteriormente foram medidas em paquímetro digital o valor real após o processo de encapsulação e obtido o valor das médias. As microesferas passaram pelo processo de secagem em temperatura ambiente e submetidas à pesagem e medição do diâmetro a cada 20 minutos, por duas horas de observação (Machado, 2016).

### 2.5 Grau de embebição (Q)

Para determinação do grau de embebição (Q), foi realizada a pesagem, em balança de precisão, de cerca de 10 microesferas após secagem em temperatura ambiente por 30 minutos. Foi realizado o mesmo procedimento com as microesferas com e sem o extrato e, em seguida, elas foram transferidas para recipiente contendo água destilada. Após um intervalo de tempo de 10 minutos, as microesferas foram retiradas do meio, o excesso de água foi removido e elas foram colocadas em um fino papel absorvente. Posteriormente, as partículas embebidas foram pesadas em intervalos de tempo durante o período de duas horas (Paula et al., 2010).

A embebição (Q) foi obtida de acordo com a equação abaixo:

$$Q = (M_t - M_o) / M_o$$

Em que  $M_o$  é a massa das partículas secas e  $M_t$  a massa das partículas após imersão em água e passados os intervalos de tempo.

### 2.6 Perfil de liberação

A liberação controlada de bioativos foi determinada de acordo com procedimento descrito por Cruz et al. (2009). As microesferas de alginato obtidas, contendo compostos bioativos (AG+Ext), foram submetidas à imersão em HCl a pH 5,5, simulando o comportamento do pH da pele. Dez microesferas foram selecionadas para esta avaliação, sendo que foi delineado o perfil em diferentes tempos (0, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 120 minutos). Elas foram mantidas em agitação com a velocidade de 400 rpm, em temperatura ambiental de 31 °C ± 0,5 °C. Todo o processo de liberação foi avaliado considerando os parâmetros de massa, diâmetro e concentração de fenólicos na solução em que as microesferas foram colocadas. As alíquotas foram retiradas com intervalos de tempo durante duas horas e as leituras foram realizadas em triplicata (Machado, 2016).

## 2.7 Análise estatística

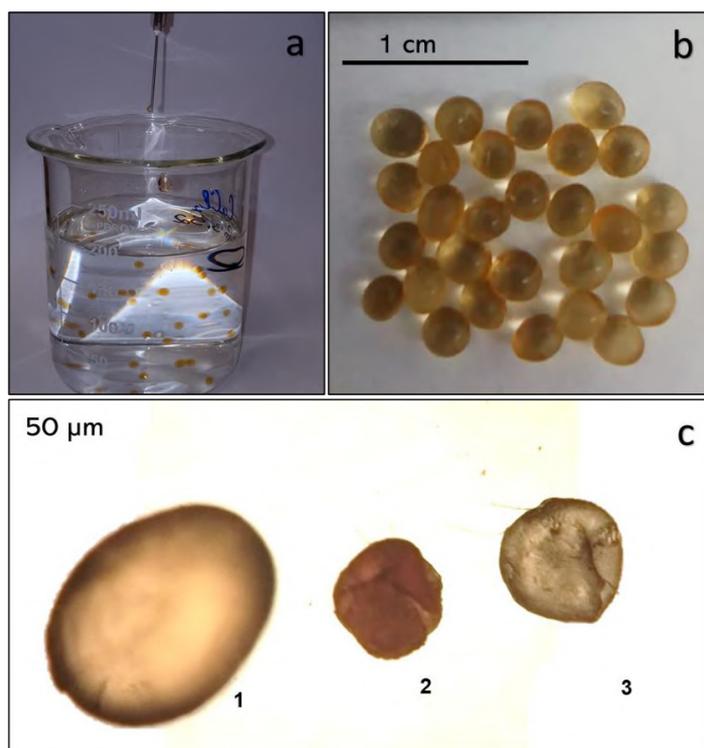
A análise de variância foi realizada pelo teste Tukey a 5% de probabilidade, utilizando-se o software SISVAR.

## 3. Resultados e Discussão

### 3.1 Medição do tamanho dos microencapsulados

No processo de obtenção das microesferas (Figura 1b) de *H. Virginiana*, foi possível constatar o processo de encapsulação, utilizando-se alginato de sódio com (EXT+AG) e sem extrato (AG) (Figura 1b e c), a partir de que se atingiu o objetivo proposto. Em ambas as situações, foram observados neste estudo, da mesma forma como constatado por Wong et al. (2020), que avaliou o processo *CLAMs spray-dry* alternativo de uma etapa usando quelação de cálcio responsiva ao pH. Do mesmo modo, as microesferas possuíam características com aderência, sem furos, arredondadas e nenhuma quebrada, não havendo diferenças notáveis em sua morfologia.

**Figura 1** - Obtenção dos microencapsulados de alginato de sódio com extrato de *H. Virginiana*. **a**: processo de gotejamento em  $\text{CaCl}_2$  produzindo as microesferas; **b**: microesferas após encapsulação; **c**: fotomicrografia do microencapsulado contendo o extrato logo após encapsulação (1), e dos microencapsulados com (2) e sem o extrato (3) após duas horas de secagem em temperatura ambiente.



Fonte: Autores (2021).

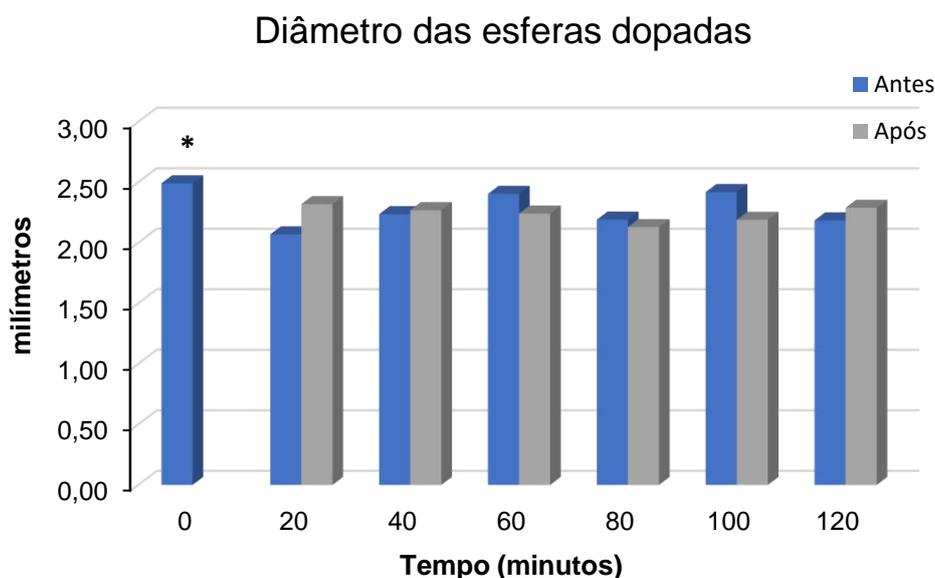
Para o preparo destes microencapsulados se deu por meio da técnica de gotejamento em  $\text{CaCl}_2$  resultando as microesferas, na Figura 1a observa-se este processo de agitação e encapsulamento imediato após o contato de cada gota com a solução encapsulante. Posteriormente foi possível verificar que após a retirada em tempo hábil da solução as microesferas apresentavam homogeneidade entre elas e superfícies íntegras após a encapsulação como demonstra a Figura 1b. Foram observados através de fotomicrografias conforme a Figura 1c o antes (1) e após a secagem (2 e 3), o tamanho e aspecto dos

microencapsulados, sendo que mesmo após a secagem em temperatura ambiente foi possível examinar a presença e ausência do extrato dos microencapsulados.

As microesferas sem extrato contendo apenas o alginato obtiveram comportamento parecido com aquele visto no trabalho de Lopes et al. (2017), cujos resultados descreveram partículas arredondadas e de coloração esbranquiçada com opacidade e com pequenas variações do diâmetro. Nesse mesmo estudo, quando encapsularam um tipo de bactéria (*Lacticaseibacillus rhamnosus*), notaram a eficácia do encapsulamento, assim como foi encontrado no presente estudo, com o microencapsulamento de extrato de *H. virginiana*. Devido às ligações catiônicas e aos arranjos moleculares existentes na composição do alginato, a dificuldade de solubilização em água e afinidade com o extrato resulta no encapsulamento com consistência gelatinosa, preservando-se o extrato até o momento da dispersão devido ao pH do ambiente exposto (Jeoh et al., 2021).

Em seus estudos, Nisisako e Liu (2020) relatam uma velocidade de liberação da amostra em esferas de hidrogel de alginato após 20, 40 e 120 minutos. O tamanho das esferas foi diminuindo quando elas foram submetidas à centrifugação. Diferentemente disso, os resultados do diâmetro das microesferas dopadas com extrato de *H. virginiana* não apresentaram alteração de tamanho após o processo de centrifugação no pH, simulando o processo de liberação da pele (Figura 2).

**Figura 2** - Diâmetro das esferas contendo extrato glicólico de *Hamamelis virginiana* encapsuladas com alginato durante 120 minutos em pH 5,5 (pele). Significância  $p < 0,05$ , \* não significativo; erro padrão  $\pm 0,08$ .



Fonte: Autores (2021).

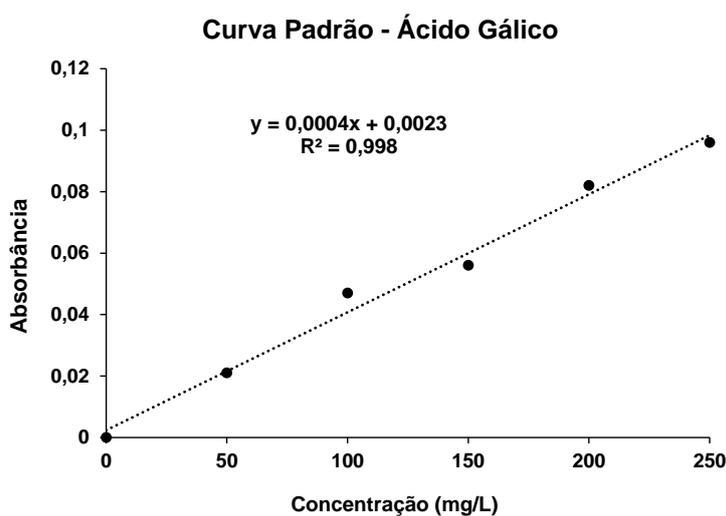
Observando o comportamento demonstrado da não redução do tamanho das microesferas de acordo com a Figura 2, destacamos que é necessária uma maior investigação das causas pois a não diminuição pode influenciar futuramente na sua aplicação sendo uma possível barreira de processamento (Silva et al., 2022). Pois o tamanho das microesferas também pode afetar a sua estabilidade e a sua capacidade de se dispersar em meios líquidos. A seleção cuidadosa dos parâmetros de produção é importante para otimizar o tamanho e o perfil de liberação das microesferas de alginato contendo ativos.

### 3.2 Quantificação de fenólicos totais

O estudo empreendido neste artigo não prevê a quantificação e identificação individualizada dos compostos fenólicos. No entanto, a quantificação foi obtida a partir de fenólicos totais e posteriormente à verificação do perfil de liberação do extrato submetido pelo microencapsulamento em alginato. Para tanto, a equação linear da curva de calibração ( $y = 0,0004x + 0,0023$ ) foi obtida juntamente com seu respectivo coeficiente de determinação (0,998) de forma satisfatória, servindo, então, como parâmetro de quantificação de fenólicos totais, a partir da calibração da curva padrão (Figura 3) obtida pela identificação com ácido gálico.

Moreira-Araujo et al. (2018), embasados pela metodologia de Singleton e Rossi (1965), descrevem a avaliação de compostos fenólicos de feijão-caupi (*Vigna unguiculata [L.] Walp.*). Os autores obtiveram resultados do teor de compostos fenólicos de forma moderada, o que difere dos resultados deste estudo por se tratar de extrato de planta com características arbustivas e com propriedades medicinais.

**Figura 3** - Curva padrão de ácido gálico (50 a 250 mg/L), segundo a metodologia de Fenólicos Totais (Folin Ciocalteu), 765 nm.

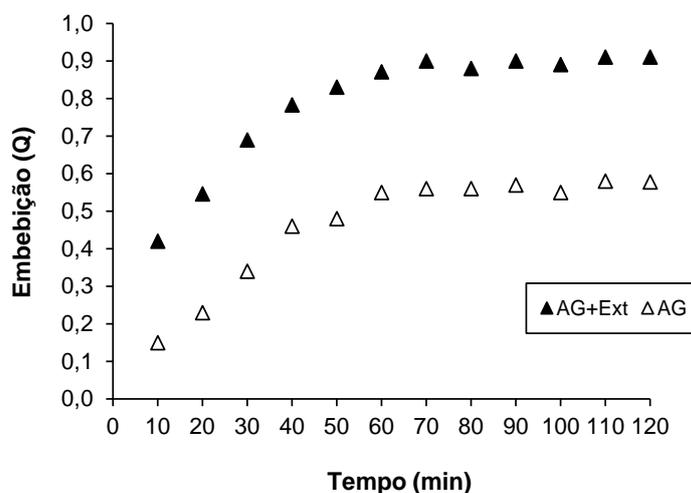


Fonte: Autores (2021).

### 3.3 Grau de embebição (Q)

As esferas AG+Ext apresentaram variação no grau de embebição entre 0,4 no minuto 10 até 0,9 no minuto 120, enquanto as esferas AG variaram 0,1 no minuto 10 a 0,6 no minuto 120 (Figura 4). Para Lopes et al. (2017), o grau de embebição é definido como conteúdo de umidade, em que se relaciona o peso das micropartículas secas com as micropartículas após serem produzidas.

**Figura 4** - Grau de embebição (Q) das esferas de alginato de sódio com (AG+Ext) e sem (AG) o extrato glicólico de *Hamamelis virginiana*.



Fonte: Autores (2021).

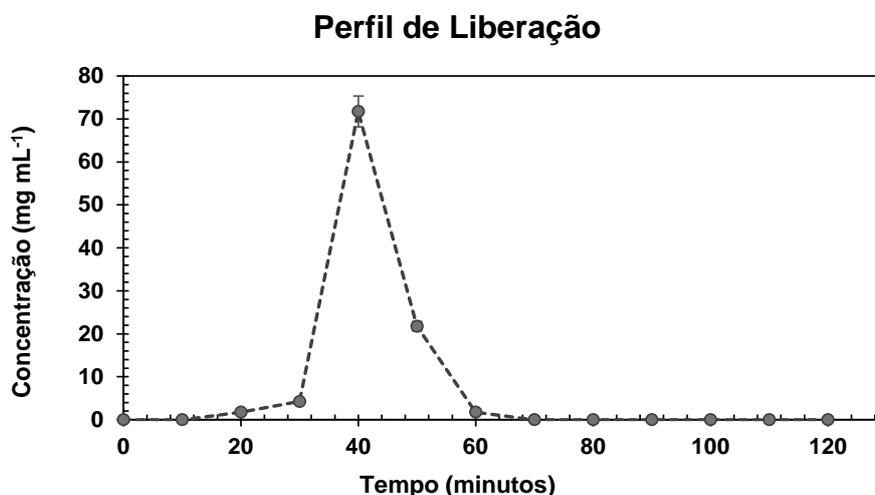
A partir dos dados apresentados na Figura 4 verifica-se que as esferas que contêm alginato e extrato de *H. virginiana* (AG+Ext) apresentaram maior capacidade de embebição (Q) do que as esferas contendo apenas alginato (AG). Podemos inferir que a presença do extrato nas esferas interfere no potencial de embebição, entretanto, a alteração de Q ao longo dos minutos se manteve em um padrão de variância de 0,5 nas duas condições de encapsulamento.

### 3.4 Perfil de liberação

O perfil de liberação das microesferas de alginato dopadas com extrato de *H. virginiana* demonstrou que, quando submetidas a pH 5,5, simulando o ambiente da pele, ocorre o início da liberação dos compostos fenólicos contidos após 20 minutos. A partir da Figura 5 é possível constatar que, após 40 minutos, ocorre a maior dispensa desses compostos fenólicos e, a partir de 60 minutos, não foram detectados compostos fenólicos, permanecendo da mesma forma durante 120 minutos. Diante desses resultados, é possível concluir que o pico de liberação das microesferas ocorre após 40 minutos e o comportamento das microesferas no processo de liberação mantém estágio de inerte após 60 minutos.

É sabido que a liberação de compostos encapsulados depende, de forma direta, do ambiente, especificamente do fator pH, o qual influencia muito na degradação/liberação do alginato e de suas substâncias acopladas (Lopes et al., 2017; Melo Júnior et al., 2021). Sendo que o alginato é hidrolisado em soluções ácidas, o que pode resultar em uma liberação acelerada dos compostos encapsulados, mas por outro lado, em soluções alcalinas, a hidrólise do alginato é reduzida, o que pode prolongar a liberação dos compostos. Portanto, é importante controlar o pH do ambiente externo para garantir a liberação desejada dos compostos encapsulados (Ghuri et al., 2022). O perfil de liberação foi examinado a partir de uma solução composta de Folin-Ciocalteu. Isso se deve a um perfil de liberação, subsidiando a quantificação dos compostos fenólicos captados neste estudo (Belščak-Cvitanović, 2010).

**Figura 5** - Perfil de liberação de compostos fenólicos a partir do extrato glicólico de *Hamamelis virginiana* encapsulado em alginato de sódio em pH 5,5 (pele).



Fonte: Autores (2021).

Wissam e Samer (2019) descrevem, em sua pesquisa, o processo de encapsulamento de extrato de óleo de linhaça e realizam esta avaliação no intuito de verificar o perfil de liberação. Os autores relatam que esse processo é codependente da infiltração do meio em que os microencapsulados se encontram para que haja a liberação. Verificamos que o pH e o meio em que se encontram as microesferas compõem o fator principal para que haja a liberação da substância de interesse, causando, em um primeiro momento, o inchaço da partícula após encapsulamento de forma fresca, seguido da dissolução/liberação após sua secagem.

#### 4. Conclusão

Com realização deste estudo, foi possível constatar que a metodologia no processo de síntese de microencapsulados permite a imobilização de compostos fenólicos em alginato. Os resultados são bastante promissores no que se refere aos dermocosméticos, pois é possível observar um pico de liberação dos compostos de forma prévia ajustado ao pH aproximado da pele. Os microencapsulados obtidos albergaram o extrato de *H. virginiana* na proporção (1:4) de forma satisfatória e sem poros. Caso fossem observados orifícios, isso comprometeria sua estabilidade e colocaria os compostos diretamente com o oxigênio.

O trabalho aqui proposto abre espaço para o aprisionamento de diferentes bioativos ou agentes complexantes capazes de se ligarem a outros elementos de interesse biológico. Neste estudo, as microesferas podem ser consideradas uma alternativa para um perfil de liberação programada de diversos extratos incorporados em cosméticos com aplicações tônicas e antioxidantes, resultando em uma melhora no aspecto da pele e inibindo o processo de envelhecimento. Apesar dos resultados animadores, vários ensaios são necessários para uma futura aplicação na criação de dermocosméticos utilizando-se microesferas de alginato dopados com extrato de *H. virginiana*.

As perspectivas futuras para o uso de microesferas de alginato com extratos de plantas são promissoras, pois o alginato é uma matéria-prima abundante e biodegradável, tornando as microesferas uma opção atraente para aplicações na indústria alimentícia, farmacêutica e cosmética. Além disso, os extratos de plantas apresentam uma variedade de propriedades medicinais e cosméticas, o que os torna uma escolha atraente para serem incorporados nas microesferas. Essas aplicações

futuras incluem o uso de microesferas com extratos de plantas para a liberação controlada de fármacos, a preservação de alimentos e a melhoria da aparência da pele. Nisto há diversos obstáculos, a superação requer uma abordagem multidisciplinar que inclua a otimização da formulação, o desenvolvimento de processos de produção eficientes e a avaliação rigorosa da eficiência e segurança das microesferas.

## Agradecimentos

Agradecemos ao Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde/GO pelo apoio na execução de toda etapa experimental.

## Referências

- Abdallah, M. S., Mustafa, M., Nallappan, M. A. P., Choi, S., Paik, J., & Rusea, G. (2021). Determination of phenolics and flavonoids of some useful medicinal plants and bioassay-guided fractionation substances of sclerocarya birrea (a. rich) hochst stem (bark) extract and their efficacy against salmonella typhi. *Frontiers in Chemistry*, 9, 1-13.
- Adokawa J., Saitou S., & Shoda S. (2005). Preparation of alginatepolymethacrylate hybrid material by radical polymerization of cationic methacrylate monomer in the presence of sodium alginate. *Carbohydrate Polymers*, 60(2), 253-258.
- Álvarez, R., Araya, H., Navarro-Lisboa, R., & Dicastillo, C. L. (2016). Evaluation of polyphenol content and antioxidant capacity of fruits and vegetables using a modified enzymatic extraction. *Food Technol. Biotechnol.*, 54(4), 462-467. 10.17113/ftb.54.04.16.4497.
- Ardisson, L. (2000). *Estudo do comportamento do propilenoglicol como solvente extrator para as cascas do Stryphnodendron adstringens (Mart.) Coville (barbatimão), planta utilizada na medicina popular no tratamento de feridas.* [Monografia Bacharelado em Ciências Farmacêuticas]. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- Bajčan, D., Harangozo, L., Hrabovská, D., & Bončíková, D. (2013). Optimizing conditions for spectrophotometric determination of total polyphenols in wines using folin-ciocalteu reagent. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, 2(Special issue), 1271-1280.
- Belščak-Cvitanović, C., et al. (2010). Encapsulation of polyphenols from Rubus idaeus L.leaves extract by electrostatic extrusion. *Book of Full Papers of the 5th Central European Congress on Food*, 44, 8-14.
- Bhandari, B., & Fang, Z. (2010). Encapsulation of polyphenols – a review. *Trends in Food Science & Technology*, 21(10), 510-523.
- Blainski, A., Lopes, G. C., & Mello, J. C. P. (2013). Application and analysis of the folin ciocalteu method for the determination of the total phenolic content from limonium brasiliense L. *Journal Molecules*, 18(6), 6852-6865.
- Chan, K. W., Iqbal, S., Khong, N. M. H., Ooi, D., & Ismail, M. (2014). Antioxidant activity of phenolicsaponins rich fraction prepared from defatted kenaf seed meal. *LWT - Food Science and Technology*, 56, 181-186.
- Constant, P. B. L., & Stringheta, P. C. (2002). Microencapsulação de ingredientes alimentícios. *Boletim SBCTA*, 36(1), 12-18.
- Cruz, M. E. M., Simões, S. I., Corvo, M. L., Martins, M. B. F. E., & Gaspar, M. M. (2009). “Nanoparticulate” Drug Delivery Systems: formulation and characterization.
- Ghauri, Z. H., Islam, A., Qadir, M. A., Ghaffar, A., Gull, N., Azam, M., & Khan, R. U. (2022). Novel pH-responsive chitosan/sodium alginate/PEG based hydrogels for release of sodium ceftriaxone. *Materials Chemistry and Physics*, 277, 125456.
- Galvão, M. A. M., Arruda, A. O., Bezerra, I. C. F., Ferreira, M. R. A., & Soares, L. A. L. (2018). Evaluation of the Folin-Ciocalteu Method and Quantification of Total Tannins in Stem Barks and Pods from Libidibia ferrea (Mart. ex Tul) L. P. Queiroz. *Brazilian archives of biology and technology*, 61, e18170586. <https://doi.org/10.1590/1678-4324-2018170586>.
- Hudz, N., Yezerska, O., Shanaida, M., Sedláčková, V. H., & Wiczorek, P. P. (2019). Application of the folin-ciocalteu method to the evaluation of salvia sclarea extracts. *Pharmacia*, 66(4), 209-215.
- Jeoh, T., Wong, D. E., Strobel, S. A., Hudnall, K., Pereira, N. R., Williams, K. A., Arbaugh, B. M., Cunniffe, J. C., & Scher, H. B. (2021). How alginate properties influence in situ internal gelation in crosslinked alginate microcapsules (CLAMs) formed by spray drying. Plos one. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0247171>. Acesso em: 05 nov. 2021.
- Melo Junior, J. P. M., Guerra Filho, V. G., Rosa, M., David, J., Souza, V. C., & Carvalho, V. P. (2021). Release profile of lansoprazole encapsulated in sodium alginate beads. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 9, 197-204.
- Jyothi, N. V., et al. (2010). Microencapsulation techniques, factors influencing encapsulation efficiency. *Journal of microencapsulation*, 27(3), 187-197.
- Khandai, M., Chakraborty, S., Sharma, A., Pattnaik, S., Patra, C. N., Dinda, S. C., & Sem, K. K. (2010). Preparation and evaluation of algino-sericin mucoadhesive microspheres: An approach for sustained drug delivery. *Journal of Advanced Pharmaceutical Research*, 1, 48-60.

- Kim, J., Soh, S. Y., Bae, H., & Nam, S. (2019). Antioxidant and phenolic contents in potatoes (*Solanum tuberosum* L.) and micropropagated potatoes. *Applied Biological Chemistry*, 62(17), 1-9. <https://doi.org/10.1186/s13765-019-0422-8>.
- Lopes, S., Bueno, L., Júnior, F. A., & Finkler, C. (2017). Preparation and characterization of alginate and gelatin microcapsules containing *Lactobacillus rhamnosus*. *Annals of the Brazilian Academy of Sciences*, 89(3), 1601-1613.
- Machado, A. R. (2016). *Encapsulação de compostos fenólicos extraídos de microalgas submetidos ao sistema gastro intestinal in vitro*. [Tese de Doutorado]. Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande.
- Moraes, M. L. L., Micke, G. A., & Tavares, M. F. M. (2004). Caracterização de água de hamamélis de interesse cosmético por cromatografia gasosa e eletroforese capilar. *Revista Analytica*, 3(2), 41-44.
- Moreira-Araújo, R. S., et al. (2018). Identificação e quantificação de compostos fenólicos e da atividade antioxidante no feijão-caupi em grãos da cultivar BRS xiquexique. *Revista Caatinga*, 31(1), 209-216.
- Nissako, T., & Liu, Y. (2020). Microfluidic Encapsulation of Hydrophobic Antifouling Biocides in Calcium Alginate Hydrogels for Controllable Release. *ACS Omega*, 5(40), 25695-25703.
- Noreen, H., Semmar, N., Farman, M., & Mccullagh, J. S. O. (2017). Measurement of total phenolic content and antioxidant activity of aerial parts of medicinal plant *Coronopus didymus*. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*, 10, 792-80.
- Paula, H. C. B., Oliveira, E. F., Abreu, F. O. M. S., Paula, R. C. M., Morais, S. M., & Forte, M. M. C. (2010). Esferas (Beads) de Alginato como Agente Encapsulante de Óleo de Croton Zehntneri Pax et Hoffm. *Polímeros: Ciência e Tecnologia*, 20(2), 112-120. <https://doi.org/10.1590/S0104-14282010005000019>.
- Rê, M. I. (2000). Microencapsulação em busca de produtos 'inteligentes'. *Ciência Hoje – Revista de divulgação científica da sociedade brasileira para o progresso e a ciência*, 27(162), 24-29.
- Ruivo, J. S. P. (2012). *Fitocosmética: aplicação de extratos vegetais em cosmética e dermatologia*. Porto: Universidade Fernando Pessoa.
- Silva, T. L., Gimenes, M. L., Vieira, M. G. A., & Silva, M. G. C. (2013). *Extração de sericina de casulos do bicho da seda (bombyx mori) e formação de partículas a base de sericina e alginato*.
- Silva, I. C. T., Tavares, J. R., & Lyra, A. M. (2022). Micropartículas de liberação modificada contendo cetoprofeno. *Visão Acadêmica*, 23(1).
- Singleton, V. L., & Rossi, J. A. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16, 144-158.
- Teixeira, C. S. (2019). *Hamamelis virginiana: composição fitoquímica, usos na medicina tradicional, propriedades biológicas e toxicologia*. [Dissertação de Mestrado em Ciências Farmacêuticas]. Universidade da Beira Interior, Covilhã, [https://ubibliorum.ubi.pt/bitstream/10400.6/8612/1/6818\\_14613.pdf](https://ubibliorum.ubi.pt/bitstream/10400.6/8612/1/6818_14613.pdf).
- Vaz, I. F. S. (2014). *Principais plantas em dermatologia*. [Dissertação de Mestrado em Ciências Farmacêuticas]. Faculdade de Ciências e Tecnologia, Algarve. <https://core.ac.uk/download/pdf/61527954.pdf>.
- Wissam, Z., & Samer, H. (2019). Encapsulation of flaxseed oil extract in alginate-salep system by ionic gelation. *Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences*, 55, 1-9.
- Wong, D. E., Cunniffe, J. C., Scher, H. B., & Jeoh, T. (2020). Chelator regulation of in situ calcium availability to enable spray-dry microencapsulation in cross-linked alginates. *American Chemical Society*, 5(38), 24453-24460. <https://doi.org/10.1021/acsomega.0c02030>.