



* B R 1 0 2 0 2 2 0 2 3 8 1 4 A 2 *

República Federativa do Brasil

Ministério do Desenvolvimento, Indústria,
Comércio e Serviços

Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(21) BR 102022023814-6 A2

(22) Data do Depósito: 23/11/2022

(43) Data da Publicação Nacional:
29/08/2023

(54) **Título:** PREPARO DE PÉROLAS DE ALGINATO DE CÁLCIO PARA ACOMPANHAMENTO DE CHÁS (BUBBLE TEAS) COMO SISTEMA DE ENTREGA DE COMPOSTOS FENÓLICOS

(51) **Int. Cl.:** A23P 10/30; A23L 2/52; A23F 3/14.

(52) **CPC:** A23P 10/30; A23L 2/52; A23F 3/14.

(71) **Depositante(es):** UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANA; UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ.

(72) **Inventor(es):** DÉBORA GONÇALVES BORTOLINI; ISABELA DE ANDRADE ARRUDA FERNANDES; GISELLE MARIA MACIEL; CHARLES WINDSON ISIDORO HAMINIUK.

(57) **Resumo:** PREPARO DE PÉROLAS DE ALGINATO DE CÁLCIO PARA ACOMPANHAMENTO DE CHÁS (BUBBLETEAS) COMO SISTEMA DE ENTREGA DE COMPOSTOS FENÓLICOS. A presente invenção aprimora um alimento conhecido no mercado, conferindo-lhe atividade antioxidante e capacidade de entrega de compostos fenólicos. O projeto visa a utilização de extratos de plantas como objeto de encapsulação nas pérolas de alginato de cálcio conhecidas mundo afora por bubbleteas. Assim, as pérolas obtidas apresentam uma camada superficial de alginato de cálcio e o extrato líquido no interior das bolhas. A obtenção das pérolas é caracterizada pelo congelamento de extratos secos de plantas diluídos em solução de cloreto de cálcio, seguidos pelo banho em alginato de sódio, enxágue em água, e posterior banho em cloreto de cálcio. Os banhos em soluções de alginato de sódio e cloreto de cálcio, possibilitam a troca iônica na superfície das pérolas, formando uma camada fina de alginato de cálcio. O polímero formado apresenta capacidade de adsorção dos compostos fenólicos na parede interna das pérolas, e capacidade de liberação destes compostos bioativos durante a digestão gastrointestinal, podendo atuar como sistemas de entrega de compostos fenólicos. Desta forma, o alimento aprimorado pode ser usado na preservação de compostos fenólicos durante a digestão gastrointestinal,(...).



PREPARO DE PÉROLAS DE ALGINATO DE CÁLCIO PARA ACOMPANHAMENTO DE CHÁS (BUBBLE TEAS) COMO SISTEMA DE ENTREGA DE COMPOSTOS FENÓLICOS

Campo da Invenção

[001]. A presente solicitação de patente de invenção se refere a um produto alimentício preparado a partir da reação entre cloreto de cálcio, extratos fenólicos de plantas e alginato de sódio, obtendo uma cápsula de aproximadamente 1 cm, contendo extrato fenólico líquido no interior e uma superfície mais rígida de alginato de cálcio e parte dos compostos fenólicos adsorvidos. Os campos de aplicação de dessas pérolas de alginato de cálcio incluem indústria de alimentos, sistemas de entrega de compostos fenólicos e alimentos potencialmente funcionais.

Fundamentos da Invenção e Descrição do Estado da Técnica

[002]. Os compostos fenólicos são encontrados em geral em plantas e apresentam diferentes propriedades biológicas, como redução do envelhecimento precoce, redução dos riscos de desenvolvimento de síndrome metabólica, problemas cardiovasculares e câncer (BLUMBERG et al., 2015; UDANI et al, 2011;YASSIN et al., 2018). No entanto, estes compostos apresentam sensibilidade a mudanças de pH e ação enzimática, o que acarreta redução da sua bioacessibilidade após a digestão gastrointestinal (MORAIS et al., 2020).

Descrição da abordagem do problema técnico

[003]. Devido a sensibilidade dos compostos bioativos à digestão gastrointestinal, sistemas de entrega de compostos fenólicos têm sido desenvolvidos para aumentar a bioacessibilidade (HUSSEIN et al., 2020; LOPEZ-MENDEZ et al., 2021; RIBEIRO et al., 2019).

[004]. Nos sistemas de entrega de compostos fenólicos, os compostos são ligados ou adsorvidos a uma matriz que o protege durante o processo, e permite a sua liberação controlada apenas em ambientes específicos, como estômago ou diferentes porções do intestino por exemplo.

[005]. O alginato de cálcio é uma gente encapsulante capaz de preservar compostos bioativos durante a digestão gastrointestinal (DADWAL et al., 2021).

Tabela 1: Patentes e proteções intelectuais similares a ideia proposta.

Nº do Pedido de Patente	Base de Dados	Indicar a diferença entre o invento proposto e a tecnologia apresentada no pedido de patente
BR 11 2015 025167 6 A2	INPI	Apesar de serem feitos do mesmo material (alginato de cálcio), nesta patente as cápsulas podem ser consideradas micropartículas (0,1 a 0,2 µm de diâmetro) para aplicação como aditivo, enquanto a nossa inovação propõe esferas de 1 cm de diâmetro para serem usadas como alimento acompanhando chás gelados.
PI 1001438-1 A2	INPI	As esferas de alginato de cálcio foram usadas para encapsular óleos essenciais, fragrâncias, pigmentos, esfoliantes, bases e sais. Não usadas para fins alimentícios.
BR 10 2017 027282 6 A2	INPI	Os inventores elaboraram microesferas contendo microorganismos, por meio da gelificação iônica de alginato de cálcio e casca de jabuticaba para aplicação em geléias.
BR 11 2020 019564 2 A2	INPI	Suplemento nutricional a base de alginato de cálcio contendo açúcares, carboidratos complexos, eletrólitos, cafeína e aminoácidos.
CN-214682178-U	Google Patents	O modelo de utilidade apresenta uma máquina usada para a fabricação de bubble teas.
PH-22021050404-Y1	Google patentes/ Espacenet	A invenção se refere a utilização de leite de soja para a fabricação de bubble teas.
KR-102181406-B1	Google patentes/ Espacenet	Trata-se da invenção de bubble teas a base de tapioca ao invés de alginato de cálcio.
CN-111820299-A	Google Patents	Apesar do nome "bubble teas" em comum, esta patente se refere a um chá gelado gaseificado.
GB-202011313-D0	Google Patents	Trata-se de bubble teas embalados pronto para consumo
KR-102131433-B1	Google patentes/ Espacenet	Trata de um método de fabricação de bubble teas, mas não menciona melhora da atividade antioxidante e bioacessibilidade
KR-102132680-B1	Google patentes/ Espacenet	Método de fabricação de bubble teas de iogurte
CN-108850365-A	Google Patents	A patente divulga um saco contendo as bubble teas e o seu método de preparo
US-PP29509-P2	Google Patents	Novo tipo de fruta vermelha, parecida com um mirtilo, nomeada bubble tea
CN-107232347-A	Google Patents	Sacos de bubble teas usados para limpar a garganta e seu método de preparo
CN-107232368-A	Google Patents	Sacos para bubble tea e seu processamento

CN-104026286-B	Google Patents	Misturas de ervas capazes de reduzir a inflamação aplicadas em sacos de bubble teas
DE-102012015342-A1	Google Patents	Desenvolvimento de formulação e processo de Buble teas convencionais, sem aplicação de compostos naturais e antioxidantes, e do armazenamento do produto pronto em garrafas.
CN-101933547-A	Google Patents	Método convencional para o preparo de bubble teas

[006]. A utilização da técnica de encapsulação em alginato de cálcio é relativamente simples e eficaz para a melhoria da bioacessibilidade de compostos fenólicos após a digestão gastrointestinal *in vitro* (PASUKAMONSET et al., 2016).

[007]. No entanto, esta técnica tem sido aplicada majoritariamente para a fabricação de suplementos contendo compostos bioativos. Porém, a mesma técnica pode ser usada para a fabricação de pérolas para acompanhamento de chás gelados, apreciadas mundo afora como *bubble teas*.

[008]. Assim, a presente inovação consiste em utilizar técnicas já conhecidas para a suplementação de pérolas para acompanhamento de chás gelados, com compostos bioativos, as quais apresentam-se como sistemas de entrega de tais compostos.

[009]. A tabela 1 apresenta patentes e proteções intelectuais de alguns produtos e métodos que apresentam similaridades com a produção de pérolas para consumo com chás gelados (*bubble teas*) e preservação de compostos durante a digestão gastrointestinal.

[010]. Os registros encontrados envolvem técnicas de produção e formulação de *bubble teas*, e automatização da produção.

[011]. No que se refere à encapsulação, a aplicação se refere a produção de suplementos e não como alimentos.

[012]. Dessa forma, a ideia é inovadora e necessita de uma proteção intelectual.

Descrição detalhada da Invenção

[013]. O “Preparo de pérolas de alginato de cálcio para acompanhamento de chás (*bubble teas*) como sistema de entrega de compostos fenólicos”, objeto desta solicitação de Patente de Invenção, compreende o seguinte procedimento, como demonstrado na Figura 1.

[014]. Frutas vermelhas (açaí, jabuticaba e morango) e rosas comestíveis foram submetidas a extração por micro-ondas (Speedwave Xpert, Modelo DAR 60X;50 kHz), na proporção de 33,3 g/L, usando etanol 80%, por 1 min, a 100 °C. O líquido foi filtrado em papel e o etanol evaporado em destilador rotatório a vácuo. Em seguida, os extratos foram congelados e liofilizados.

[015]. Os líquidos de preparo para a produção das pérolas de alginato de cálcio foram elaborados por meio da resuspensão dos extratos liofilizados em solução aquosa contendo 1% de cloreto de cálcio, nas proporções apresentadas na Tabela 2.

[016]. Os extratos foram acondicionados em formas de meia circunferência de silicone, de 1 cm de diâmetro, e congeladas a -20 ± 1 °C por 12 h.

TABELA 2: Formulação dos líquidos de preparo das pérolas de alginato de cálcio.

Amostra	CaCl ₂	Açaí	Jabuticaba	Morango	Rosa
BT (controle)	1%	-	-	-	-
BT1	1%	5 mg/mL	-	-	-
BT2	1%	-	2,5 mg/mL	12,5 mg/mL	-
BT3	1%	-	-	-	2 mg/mL

Nota: -: não adicionado a formulação.

[017]. As semiesferas formadas desenformadas e imediatamente imersas em alginato de sódio 0,75%, por 1 min. Após, as esferas foram enxaguadas em água, e imersas em uma solução de cloreto de cálcio 5% por 15 minutos. Por fim, as pérolas foram armazenadas sob refrigeração a 5 ± 1 °C. As imersões das semiesferas congeladas em diferentes soluções permitem a formação de uma camada externa de alginato de cálcio. O extrato encapsulado torna-se líquido após o descongelamento da parte interna.

[018]. O desenho experimental está apresentado na Figura 2.A digestão gastrointestinal simulada dos extratos utilizados na preparação, bem como do produto final (*bubble teas*), foi realizada de acordo com o protocolo descrito por (BRODKORB et al., 2019), com adaptações. As pérolas de alginato de cálcio (2,5 g) foram adicionados aos tubos de falcon e estourados antes da análise, simulando o estouro

de bolhas que ocorre na boca. Os materiais da superfície das pérolas de alginato de cálcio foram mantidos no fluido gastrointestinal *in vitro* durante toda a simulação do processo. Os extratos para preparar as pérolas foram homogeneizados e adicionados aos tubos. O fluido salivar (SSF) foi adicionado na proporção de 1:1 (m/m), juntamente com 1,5 mM de CaCl₂. A solução foi mantida a 37°C por 2 min, com agitação. Posteriormente, foi adicionado fluido gástrico (SGF) na proporção de 1:1 v/v, pepsina 2000 U/mL e HCl até atingir pH 3, sendo mantido por 2 h, com agitação, a 37°C. Finalmente, a digestão intestinal foi realizada pela adição de fluido intestinal (SIF) na proporção de 1:1 v/v, 10 mM de sais biliares, 0,6 mM de CaCl₂, 100 U/mL de pancreatina e NaOH até atingir pH 7. As amostras foram mantidas sob agitação a 37°C durante 2 h. Em seguida, as amostras foram rapidamente resfriadas e filtradas em papel de filtro.

[019]. A bioacessibilidade foi calculada como porcentagem remanescente de compostos fenólicos individuais, considerando a concentração inicial (C_i , concentração antes da digestão) e concentração final (C_f , concentração após a digestão) como mostrado na Equação 1.

$$B = \left(\frac{C_f}{C_i} \right) \times 100 \quad (1)$$

[020]. Para determinar a bioacessibilidade, uma alíquota de cada amostra de pérolas de alginato de cálcio foi estourada em tubos de Falcon e diluída em água, a fim de obter a mesma concentração das pérolas digeridas. Todas as amostras, antes e após a digestão simulada foram analisadas por cromatografia líquida de alta eficiência acoplada com detector de arranjo de diodos (HPLC-DAD).

[021]. As análises de cromatografia líquida de alta eficiência acopladas com arranjo de diodos (HPLC-DAD) foram realizadas em um

equipamento da Modelo Prominence (Shimadzu), com a coluna Hypersil BDS C18 250x6mm 5 μ .

[022]. A análise foi conduzida em 2 métodos distintos a fim de obter melhor separação dos compostos. As amostras foram previamente filtradas em filtro com poros de 0,22 μ m.

[023]. Método 1: O tempo de corrida foi 60 min. A fase móvel consistiu em acetonitrila (A) e água acidificada com 0,1% de ácido acético (B). O gradiente foi descrito como: Até 10 min 5% A; de 10 a 50 min 95% de A; de 50 a 55 min 5% de A, mantido até 60' para estabilização. A análise foi realizada a 35 °C. O volume de injeção foi de 10 μ L e a vazão 1 mL/min.

[024]. Método 2: O tempo de corrida foi 45 min. A fase móvel foi composta por Acetonitrila (B), metanol (C) e água acidificada com 0,1% de ácido fosfórico. O gradiente iniciou com 3% de B + 2% de C, 3% de B + 5% C até 5 min, 5% de B + 15% de C até 10 min, 5% de B + 25% de C até 25 min, 30% de B + 30% de C até 30 minutos, entre 35 e 45 min foi feita a estabilização da coluna para as condições iniciais. A análise foi realizada a 30 °C. O volume de injeção foi de 10 μ L e a vazão 1 mL/min.

[025]. A Tabela 3 apresenta as concentrações de compostos fenólicos individuais antes e após a digestão dos extratos usados para encapsulação e das pérolas de alginato de cálcio.

TABELA 3: Compostos fenólicos individuais dos extratos usados no preparo e nas pérolas de alginato de cálcio.

		Catequina (mg/ 100 g)			
		BT	BT1	BT2	BT3
Extratos*	Antes da digestão	0	88,89	54,75	260,54
	Após digestão	0	27,34	10,31	25,16
	Bioacessibilidade (%)	-	30,76	18,83	9,66
Pérolas de	Antes da digestão	0	<LOQ	0,15	0

alginato de cálcio	Após digestão	0	2,39	3,74	2,56
	Bioacessibilidade (%)	-	-	2493	-
Epicatequina (mg/ 100 g)					
		BT	BT1	BT2	BT3
	Antes da digestão	0	2,38	9,93	36,80
Extratos*	Após digestão	0	2,38	<LOQ	5,39
	Bioacessibilidade (%)	-	100	-	14,64
Pérolas de alginato de cálcio	Antes da digestão	0	0,19	<LOQ	<LOQ
	Após digestão	0	0,86	<LOQ	0,41
	Bioacessibilidade (%)	-	452,63	-	-
Procianidina B2 (mg/ 100 g)					
		BT	BT1	BT2	BT3
	Antes da digestão	0	185,72	13,36	327,85
Extratos*	Após digestão	0	14,96	0	<LOQ
	Bioacessibilidade (%)	-	8,05	0	-
Pérolas de alginato de cálcio	Antes da digestão	0	<LOQ	0	0
	Após digestão	0	<LOQ	0	0
	Bioacessibilidade (%)	-	-	-	-
Ácido gálico (mg/ 100 g)					
		BT	BT1	BT2	BT3
	Antes da digestão	0	0	0	245,48
Extratos*	Após digestão	0	0	2,16	11,25
	Bioacessibilidade (%)	-	-	-	4,58
Pérolas de alginato de cálcio	Antes da digestão	0	0	0	0,20
	Após digestão	0	0,84	1,05	1,37
	Bioacessibilidade (%)	-	-	-	685
Ácido clorogênico (mg/ 100 g)					
		BT	BT1	BT2	BT3
	Antes da digestão	0	0	7,64	9,16
Extratos*	Após digestão	0	3,19	0,60	2,49
	Bioacessibilidade (%)	-	-	7,85	27,18
Pérolas de alginato de cálcio	Antes da digestão	0	0,23	0,04	0
	Após digestão	0	0,27	0,17	0
	Bioacessibilidade (%)	-	117,39	425	-

cálcio (%)		Ácido vanílico (mg/ 100 g)			
		BT	BT1	BT2	BT3
Extratos*	Antes da digestão	0	2,38	1,71	44,03
	Após digestão	0	4,24	<LOQ	1,22
	Bioacessibilidade (%)	-	178,15	-	2,77
Pérolas de alginato de cálcio	Antes da digestão	0	0,54	0,14	<LOQ
	Após digestão	0	1,51	0,35	<LOQ
	Bioacessibilidade (%)	-	279,62	250	-
		Ácido cafeico (mg/ 100 g)			
		BT	BT1	BT2	BT3
Extratos*	Antes da digestão	0	2,28	0,39	12,17
	Após digestão	0	2,08	<LOQ	<LOQ
	Bioacessibilidade (%)	-	91,23	-	-
Pérolas de alginato de cálcio	Antes da digestão	0	0,18	0,04	0
	Após digestão	0	0,20	<LOQ	0
	Bioacessibilidade (%)	-	111,11	-	-
		Ácido siríngico (mg/ 100 g)			
		BT	BT1	BT2	BT3
Extratos*	Antes da digestão	0	6,60	6,28	36,81
	Após digestão	0	10,31	0,81	1,15
	Bioacessibilidade (%)	-	156,21	12,90	3,12
Pérolas de alginato de cálcio	Antes da digestão	0	0,28	0,08	0,10
	Após digestão	0	0,78	<LOQ	<LOQ
	Bioacessibilidade (%)	-	278,57	-	-
		Ácido p-cumárico (mg/ 100 g)			
		BT	BT1	BT2	BT3
Extratos*	Antes da digestão	0	2,93	0,59	<LOQ
	Após digestão	0	2,08	0,33	3,07
	Bioacessibilidade (%)	-	140,86	55,93	-
Pérolas de alginato de cálcio	Antes da digestão	0	0,10	0,05	0,07
	Após digestão	0	0,39	0,62	0,40
	Bioacessibilidade (%)	-	390	1240	571,43
		Ácido ferúlico (mg/ 100 g)			

		BT	BT1	BT2	BT3
Extratos*	Antes da digestão	0	0	0,41	19,79
	Após digestão	0	6,36	0,51	<LOQ
	Bioacessibilidade (%)	-	-	124,39	-
Pérolas de alginato de cálcio	Antes da digestão	0	0,04	0,05	<LOQ
	Após digestão	0	0,5	0,28	<LOQ
	Bioacessibilidade (%)	-	1250	560	-

Nota: -: Não foi possível calcular. *: Contém 1% de CaCl₂. BT: Pérolas controle (1% CaCl₂). BT1: Pérolas de açaí (5 mg/mL de extrato de açaí, 1% CaCl₂). BT2: Pérolas de jabuticaba e morango (2,5 mg/mL de extrato de jabuticaba, 12,5 mg/mL de extrato de morango, 1% CaCl₂). BT3: Pérolas de rosas comestíveis (2 mg/mL de extrato de rosas, 1% CaCl₂).

[026]. Na presente invenção, foram monitorados 10 compostos, incluindo 3 flavanóis (catequina, epicatequina, e procianidina B2) e 7 ácidos fenólicos (ácidos gálico, clorogênico, vanílico, cafeico, siríngico, *p*-cumárico e ferúlico) durante a digestão gastrointestinal simulada.

[027]. A bioacessibilidade foi expressa em %, sendo considerada não determinada (apresentada como -) para os casos em que ao menos uma das concentrações foi menor que o limite de quantificação (<LOQ) ou em que a concentração inicial foi igual a zero. A bioacessibilidade foi considerada zero somente nos casos em que a concentração final foi igual a zero (Tabela 4).

[028]. Algumas variáveis interferem na bioacessibilidade de compostos fenólicos individuais, destacando-se reações de hidrólises ácida e enzimática, a concentração inicial de cada composto e a presença de outros compostos fenólicos que podem promover sinergismo ou antagonismo a tais reações. Assim, bioacessibilidade dos compostos individuais variou entre as amostras estudadas.

[029]. As modificações na bioacessibilidade dos flavanóis pode ocorrer devido as conversões entre os compostos desta classe. A

procianidina B2 é um composto dimérico formado por duas moléculas de epicatequina (KHAN et al., 1997). Assim, a alta bioacessibilidade da epicatequina nos extratos pode estar relacionada a hidrólise da procianidina B2, que apresentou baixa bioacessibilidade (MENDES et al., 2019). Este efeito foi observado nas flores comestíveis (BORTOLINI et al., 2022b). A catequina apresentou bioacessibilidade baixa para todos os extratos, variando de 9,66 a 30,76%.

[030]. A baixa concentração inicial de flavanóis nas pérolas de alginato de cálcio impossibilitou a determinação da bioacessibilidade para algumas amostras (BT1 e BT3). A procianidina B2 não foi encontrada nas pérolas de alginato de cálcio. Entretanto, os resultados sugerem que os flavanóis monoméricos ficam aderidos ao material da superfície das pérolas e liberados durante a digestão gastrointestinal, implicando no aumento da bioacessibilidade.

[031]. Este efeito de liberação ficou claro para catequina na amostra BT2 e na epicatequina para BT1. Apesar da bioacessibilidade indeterminada para esses compostos nas demais amostras, exceto para a epicatequina na amostra BT2, a concentração menor que o limite de quantificação (<LOQ) ou igual a zero nas pérolas antes da digestão, e uma concentração quantificável após a simulação da digestão gastrointestinal corroboram com a ideia de desorção dos flavanóis neste processo.

[032]. Os ácidos fenólicos podem ser divididos em ácidos hidroxibenzoicos (ácidos gálico, siríngico e vanílico) e ácidos hidroxicinâmicos (ácidos clorogênico, *p*-cumárico, cafeico e ferúlico).

[033]. Os extratos da amostra BT1 apresentaram alta bioacessibilidade para os ácidos vanílico e siríngico. Ácido gálico não foi encontrado nestes extratos, porém foi encontrado nas pérolas após a digestão. Comportamento similar foi encontrado na amostra BT2, no entanto, o aumento da concentração de ácido gálico ocorreu

também após a digestão do extrato fenólico. Nas amostras BT3, os três ácidos hidroxibenzóicos foram encontrados. No geral, a encapsulação em pérolas de alginato de cálcio aumentou a bioacessibilidade de ácidos hidroxibenzóicos.

[034]. O ácido clorogênico apresentou baixa bioacessibilidade nos extratos usados para elaboração das pérolas de alginato de cálcio, exceto para a amostra BT1. Este composto não foi encontrado nas perolas BT3, porém nas demais formulações a bioacessibilidade aumentou, indicando a liberação dos compostos adsorvidos na superfície interna das pérolas. O ácido cafeico, porém, apresentou aumento da bioacessibilidade apenas nas perolas BT1.

[035]. O ácido ferúlico apresentou aumento na bioacessibilidade nas perolas BT1 e BT2 e não foi quantificável nas perolas BT3 (<LOQ). A bioacessibilidade do ácido *p*-cumárico nas perolas de alginato de cálcio se destacou entre os ácidos hidroxicinâmicos.

[036]. As mudanças na concentração de ácidos fenólicos após a simulação da digestão gastrointestinal *in vitro* estão relacionadas a mudanças de pH, que podem promover reações de oxidação, polimerização, e formação de derivados de ácidos fenólicos (SUN et al., 2019).

[037]. A análise dos compostos individuais evidenciou a liberação de compostos fenólicos, especialmente flavanóis e ácidos fenólicos, após a simulação do processo de digestão das pérolas de alginato de cálcio. A bioacessibilidade nas pérolas foi, em geral, maior do que a bioacessibilidade encontrada nos extratos usados para a sua fabricação.

[038]. Estes resultados sugerem que os compostos bioativos das flores comestíveis e frutas vermelhas foram adsorvidos na superfície interna das pérolas de alginato de cálcio. Após a digestão

gastrointestinal simulada, os compostos fenólicos foram liberados, evidenciando que as pérolas de alginato de cálcio atuam como sistema de entrega de compostos fenólicos.

[039]. As pérolas de alginato de cálcio, no tamanho em que foram desenvolvidas, podem ser consumidas como acompanhamento para chás (*bubble teas*). Esta pesquisa objetivou o desenvolvimento de um produto alimentício que permita a preservação dos compostos fenólicos durante a digestão gastrointestinal simulada. Desta forma, a tecnologia simples e relativamente de baixo custo utilizada no desenvolvimento deste produto pode ser uma alternativa mais saudável para as bolhas consumidas como acompanhamentos de chás.

Descrição das Figuras

[040]. Figura 1 – Descreve o processo de fabricação das pérolas de alginato de cálcio por meio de um fluxograma. Apresenta o experimento realizado para avaliar a hipótese das pérolas de alginato de cálcio consumidas como *bubble teas* serem sistemas de entrega de compostos fenólicos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BLUMBERG, J. B.; VITA, J. A.; OLIVER CHEN, C. Y. Concord grape juice polyphenols and cardiovascular risk factors: Dose-response relationships. **Nutrients**, v. 7, n. 12, p. 10032–10052, 2015.

BORTOLINI, D. G.; BARROS, L.; MACIEL, G. M.; et al. Bioactive profile of edible nasturtium and rose flowers during simulated gastrointestinal digestion. **Food Chemistry**, v. 381, p. 132267, 2022.

BRODKORB, A.; EGGER, L.; ALMINGER, M.; et al. INFOGEST static in vitro simulation of gastrointestinal food digestion. **Nature Protocols**, v. 14, n. 4, p. 991–1014, 2019.

DADWAL, V.; JOSHI, R.; GUPTA, M. Formulation, characterization and in vitro digestion of polysaccharide reinforced Ca-alginate microbeads encapsulating citrus medic L. phenolics. **LWT -Food Science and Technology**, v. 152, p. 112290, 2021.

HUSSEIN, J.; EL-NAGGAR, M. E.; FOUDA, M. M. G.; et al. The efficiency of blackberry loaded AgNPs, AuNPs and Ag@AuNPs mediated pectin in the treatment of cisplatin-induced cardiotoxicity in experimental rats. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 159, p. 1084–1093, 2020.

KHAN, M. L.; HASLAM, E.; WILLIAMSON, M. P. Structure and conformation of the procyanidin B-2 dimer. **Magnetic Resonance in Chemistry**, v. 35, n. 12, p. 854–858, 1997.

LOPEZ-MENDEZ, T. B.; SANTOS-VIZCAINO, E.; PEDRAZ, J. L.; ORIVE, G.; HERNANDEZ, R. M. Cell microencapsulation technologies for sustained drug delivery: Latest advances in efficacy and biosafety. **Journal of Controlled Release**, v. 335, p. 619–636, 2021.

MENDES, T. M. N.; MURAYAMA, Y.; YAMAGUCHI, N.; et al. Guaraná (Paullinia cupana) catechins and procyanidins: Gastrointestinal/colonic bioaccessibility, Caco-2 cell permeability and the impact of macronutrients. **Journal of Functional Foods**, v. 55, p. 352–361, 2019.

MORAIS, J. S. DE; SANT'ANA, A. S.; DANTAS, A. M.; et al. Antioxidant activity and bioaccessibility of phenolic compounds in white, red, blue, purple, yellow and orange edible flowers through a simulated intestinal barrier. **Food Research International**, v. 131, p. 109046, 2020. Elsevier.

PASUKAMONSET, P.; KWON, O.; ADISAKWATTANA, S. Alginate-

based encapsulation of polyphenols from *Clitoria ternatea* petal flower extract enhances stability and biological activity under simulated gastrointestinal conditions. **Food Hydrocolloids**, v. 61, p. 772–779, 2016.

RIBEIRO, V. R.; FERNANDES, I. DE A. A.; MARI, I. P.; et al. Bringing together *Saccharomyces cerevisiae* and bioactive compounds from plants: A new function for a well-known biosorbent. **Journal of Functional Foods**, v. 60, p. 103433, 2019.

SUN, Y.; TAO, W.; HUANG, H.; YE, X.; SUN, P. Flavonoids, phenolic acids, carotenoids and antioxidant activity of fresh eating citrus fruits, using the coupled in vitro digestion and human intestinal HepG2 cells model. **Food Chemistry**, v. 279, p. 321–327, 2019.

UDANI, J. K.; SINGH, B. B.; SINGH, V. J.; BARRETT, M. L. Effects of Açai (*Euterpe oleracea* Mart.) berry preparation on metabolic parameters in a healthy overweight population: A pilot study. **Nutrition Journal**, v. 10, n. 1, p. 1–7, 2011.

YASSIN, L. S.; ALBERTI, A.; FERREIRA ZIELINSKI, A. A.; DA ROSA OLIVEIRA-EMILIO, H.; NOGUEIRA, A. Cytoprotective Effect of Phenolic Extract from Brazilian Apple Peel in Insulin-Producing Cells. **Current Nutrition & Food Science**, v. 14, n. 2, p. 136–142, 2018.

REIVINDICAÇÕES

1. PRODUÇÃO DE PÉROLAS DE ALGINATO DE CÁLCIO (BUBBLETEAS) COM FUNÇÃO DE ENTREGA DE COMPOSTOS FENÓLICOS

caracterizada pela produção de um alimento com característica antioxidante e preservação de compostos fenólicos durante a digestão gastrointestinal a partir da encapsulação de extratos em alginato de cálcio.

2. PROCESSAMENTO DAS PÉROLAS DE ALGINATO DE CÁLCIO (BUBBLETEAS)

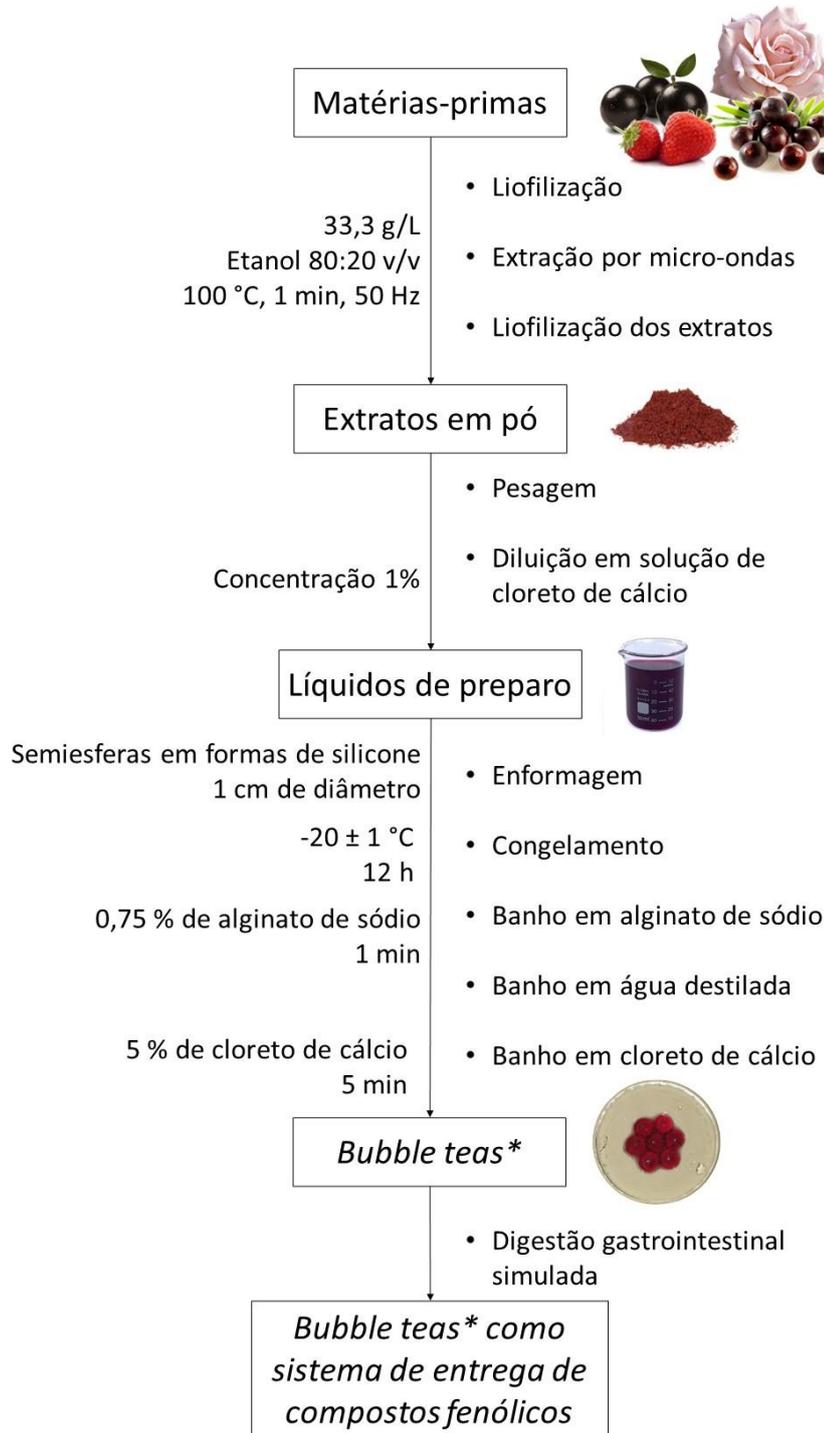
caracterizada pelo congelamento de extratos de plantas diluídos em cloreto de cálcio 1% em formas de silicone, seguido de banho em alginato de sódio 0,75%, enxague em água e banho em cloreto de cálcio 5%.

3. UTILIZAÇÃO DAS PÉROLAS DE ALGINATO DE CÁLCIO COMO SISTEMA DE ENTREGA DE COMPOSTOS FENÓLICOS

caracterizada pela utilização das pérolas como agente bioabsorvente de compostos fenólicos, com capacidade de liberação após a digestão gastrointestinal.

DESENHOS

Figura 1



Nota: Bubbleteas: Pérolas de alginato de cálcio contendo compostos bioativos, para consumo com chás gelados.

RESUMO**PREPARO DE PÉROLAS DE ALGINATO DE CÁLCIO PARA
ACOMPANHAMENTO DE CHÁS (BUBBLETEAS) COMO SISTEMA DE ENTREGA
DE COMPOSTOS FENÓLICOS**

A presente invenção aprimora um alimento conhecido no mercado, conferindo-lhe atividade antioxidante e capacidade de entrega de compostos fenólicos. O projeto visa a utilização de extratos de plantas como objeto de encapsulação nas pérolas de alginato de cálcio conhecidas mundo afora por bubbleteas. Assim, as pérolas obtidas apresentam uma camada superficial de alginato de cálcio e o extrato líquido no interior das bolhas. A obtenção das pérolas é caracterizada pelo congelamento de extratos secos de plantas diluídos em solução de cloreto de cálcio, seguidos pelo banho em alginato de sódio, enxágue em água, e posterior banho em cloreto de cálcio. Os banhos em soluções de alginato de sódio e cloreto de cálcio, possibilitam a troca iônica na superfície das pérolas, formando uma camada fina de alginato de cálcio. O polímero formado apresenta capacidade de adsorção dos compostos fenólicos na parede interna das pérolas, e capacidade de liberação destes compostos bioativos durante a digestão gastrointestinal, podendo atuar como sistemas de entrega de compostos fenólicos. Desta forma, o alimento aprimorado pode ser usado na preservação de compostos fenólicos durante a digestão gastrointestinal, aumentando a sua bioacessibilidade.