

EXTRATO DE SOJA CRIOCONCENTRADO APLICADO NA ELABORAÇÃO DE MAIONESE

*Ana Flávia Sampaio Paulo
Nadine Letícia Vieira Da Silva
Neusa Fátima Seibel*

1 INTRODUÇÃO

A soja possui diversos derivados, sendo o extrato de soja (ES) o de maior destaque, pois é um produto pronto para consumo, de alto valor nutritivo, custo baixo e de fácil obtenção. Ele também possui uma grande aplicação na indústria alimentícia, tanto na forma líquida como pó, podendo ser consumido em diferentes produtos, bebidas ou como componente de produtos lácteos, tais como iogurtes, sorvetes e cremes (SILVA et al., 2007; RIBEIRO, et al., 2014).

A crioconcentração é um método que consiste na remoção de água por cristalização e a subsequente separação do gelo do líquido concentrado. Esse processo baseia-se na concentração de produtos alimentares líquidos, na qual ocorre a separação de fases sólido-líquido a baixas temperaturas, preservando as características sensoriais e os componentes termicamente sensíveis dos alimentos, resultando em um produto de melhor qualidade. Isso é fundamental, pois na indústria alimentícia é muito importante desenvolver processos de separação que mantenham o sabor, o odor e a textura dos alimentos (FELLOWS, 2006).

O consumo de alimentos industrializados e o interesse por parte das indústrias na elaboração desses produtos têm aumentado significativamente no Brasil

desde a década de 70. Dentre os vários tipos de molho a maionese é, provavelmente, o mais utilizado no mundo; é composta por ovos, vinagre e condimentos, mas o principal componente é o óleo, entre 70 a 80% (CAMPOS et al., 2009). No Brasil, é definida pela RDC nº 276/2005 como o “[...] produto cremoso em forma de emulsão estável, preparado a partir de óleo(s) vegetal (is), água e ovos, podendo ser adicionado de outros ingredientes desde que não descaracterizem o produto” (BRASIL, 2005).

Muitos estudos têm sido realizados para tentar substituir alguns ingredientes da maionese, tais como a gema do ovo, na tentativa de reduzir o teor de colesterol (DOLZ; HERNÁNDEZ; DELIEGIDO, 2006), ou ainda, substituir a fração lipídica, na tentativa de obter uma maionese com características sensoriais típicas, porém com valor energético reduzido (SHEN; LUO; DONG, 2011).

A utilização de derivados de soja é uma opção para substituição lipídica, pois possui grande destaque nas emulsões do tipo óleo em água devido à sua capacidade de emulsificar e estabilizar as emulsões, além de aumentar o conteúdo de proteínas e reduzir o conteúdo de gordura (CAMPOS et al., 2009).

Para elaborar formulações de alimentos com baixos teores de gordura é necessário realizar uma alteração de ingredientes, que as diferencia das tradicionais. Dessa forma, para substituir ou reduzir a quantidade de gorduras alguns ingredientes e aditivos são utilizados, podendo ser eles: derivados de amido, de proteínas de soro de leite e/ou hidrocoloides como goma, pectina, celulose e gelatina, que, devido à capacidade de absorver água, proporcionam a percepção dos atributos de textura semelhante às formulações com gorduras, desse modo, as características dos produtos podem ser mantidas (GROSSKLAUS, 1996; PINHEIRO; PENNA, 2004).

O objetivo deste trabalho foi crioconcentrar extrato de soja e aplicar na formulação de um molho tipo maionese.

2 CRIOCONCENTRAÇÃO DO EXTRATO DE SOJA PARA USAR EM MAIONESE

A soja cultivada comercialmente (*Glycinemax* (L.) Merrill), é uma oleaginosa pertencente à família *Leguminosae*, sub família *Papilionoideae* e gênero *Glycine* L. Seu potencial nutricional é conhecido há milhares de anos. Ela teve sua origem na China e foi difundida no Ocidente, especialmente por ser uma importante fonte de óleo para o consumo humano. É compreendida como alimento funcional, pois, além das funções nutricionais básicas é capaz de beneficiar uma ou mais funções

do organismo, reduzindo o risco de doenças e melhorando a saúde e o bem-estar (MENACHO, 2009; OLIVEIRA; ROMAN, 2013; EMBRAPA, 2017).

Sua composição química apresenta importantes nutrientes, tais como: proteínas, carboidratos, lipídios, minerais e vitaminas. Dentre seus componentes, destacam-se as proteínas, as quais são ricas em aminoácidos essenciais e qualidade semelhante às proteínas de origem animal. Destaca-se também pela presença de compostos bioativos como as isoflavonas, que agem como modulador hormonal natural e apresentam atividade antioxidante (PEREIRA et al., 2010; CUNHA et al., 2007).

De acordo com Amaral (2006), considera-se atualmente que a soja é o único vegetal que contém proteínas completas com qualidade equivalente à albumina do ovo (proteína conhecida como padrão ouro, dentro da escala de classificação) podendo ser empregada como fonte única de proteínas, tanto em curto como em longo prazo. Sendo também pobre em sódio e com um teor elevado de Fe, Cu, Mg, P, K, Zn.

Em 1999 a Food and Drug Administration (FDA) alegou a funcionalidade das proteínas de soja, concluindo que alimentos que as contenham e estejam relacionados a dietas com teor reduzido de gorduras saturadas e colesterol, podem reduzir o risco de doenças cardíacas (FDA, 1999).

Segundo a Resolução RDC nº268 de 22 de setembro de 2005, extrato de soja é definido como:

[...] alimento obtido a partir de partes proteicas de espécie (s) vegetal (is), podendo ser apresentados em grânulo, pó, líquido, ou outras formas com exceção daquelas não convencionais para alimentos. Podem ser adicionados de outros ingredientes, desde que não descaracterizem o produto (BRASIL, 2005).

Por ser uma bebida proteica, representa uma importante alternativa para a nutrição humana, tendo destaque na alimentação de crianças e adultos que apresentam intolerância ao leite de vaca e também para diabéticos, por possuir baixo teor de carboidratos. Além disso, não contém colesterol e é uma fonte de ácidos graxos insaturados e de lecitina (ZADINELLO et al., 2010).

De acordo com a EMBRAPA (2015), em média, cada 100 ml de extrato de soja (ES) contém 52 calorias, 2,5% de carboidratos, 3,4% de proteínas, 2,3% de lipídios, 40 mg de cálcio, 105 mg de potássio, 1,2 mg de ferro, 40 mg de vitamina B1 e 120 mg de vitamina B2.

Ao observar a Tabela 1, em comparação ao leite de vaca, o extrato de soja, dependendo do fator de diluição utilizado, pode apresentar maiores quantidades

de proteínas, ferro, gorduras insaturadas e niacina e, ao mesmo tempo, quantidades inferiores de gorduras saturadas, carboidratos e cálcio. Além disso, a sua composição química é livre de colesterol e lactose (LIU, 1997).

Apesar do alto valor nutritivo e do grande potencial de utilização, o extrato de soja obteve baixa aceitação no Brasil, basicamente devido ao sabor e aroma desagradáveis ao paladar dos consumidores brasileiros. O sabor característico da soja, descrito de forma geral como rançoso ou de feijão cru, se dá devido à presença de compostos voláteis resultantes da ação catalítica da enzima lipoxigenase na oxidação de ácidos graxos insaturados, especialmente linoleico e linolênico, presentes no grão da soja (SACCO, 2001; FELBERG et al., 2004; MARIN et al., 2014).

Tabela 1 - Composição Nutricional Extrato de soja x Leite de Vaca (100 g)

	Extrato de soja	Leite de vaca
Valor Energético	54 Kcal = 226 KJ	61 kcal = 256 KJ
Carboidratos	6,3 g	4,8 g
Proteínas	3,3 g	3,2 g
Gorduras Totais	1,8 g	3,3 g
Gorduras Saturadas	0,2 g	1,9 g
Gorduras Monoinsaturadas	0,4 g	0,8 g
Gorduras Poli-insaturadas	1,0 g	0,2 g
Colesterol	0 mg	10 mg
Fibra Alimentar	0,6 g	0 g
Sódio	51 mg	43 mg
Cálcio	25 mg	113 mg
Ferro	0,64 mg	0,03 mg

Fonte: USDA National Nutrient Database for Standard Reference, 2011.

Para resolver esse problema várias tentativas de modificações em seu processo de obtenção têm sido realizadas, buscando a minimização ou eliminação dessa característica indesejável. A indústria nacional tem utilizado novas tecnologias na elaboração do extrato de soja para o mercado brasileiro, apresentando melhor qualidade sensorial. Com o avanço da tecnologia e das pesquisas, novos produtos à base de extrato de soja estão surgindo e sendo comercializados, indicando que os consumidores podem estar mudando sua atitude com os produtos à base de soja (SEIBEL, 2018; FELBERG et al., 2004; MARIN et al., 2014).

2.1 CRIOCONCENTRAÇÃO

A crioconcentração é considerada um processo promissor e eficaz na obtenção de alimentos líquidos concentrados, que pode ser usada para evitar perda de qualidade de alimentos líquidos, como produtos lácteos e extratos vegetais; incluindo sucos e produtos farmacêuticos. O princípio desse processo é baseado no congelamento total de uma solução, seguido por um procedimento de descongelamento parcial, empregando a separação gravitacional simples (AIDER; HALLEUX; AKBACHE, 2007; PETZOLD et al., 2015).

Esse processo de desidratação é fundamentado em um fenômeno de cristalização induzida por congelamento. Idealmente, à medida que os cristais de água aparecem durante a fase de nucleação e à medida que crescem, os solutos são expulsos para a interface sólido-líquido. Assim, a concentração da fase aquosa aumenta à medida que os cristais de água pura são formados. A eficiência das soluções de concentração pelo congelamento depende da pureza do cristal, que por sua vez depende da cinética da formação de gelo (núcleos) (HERNÁNDEZ et al., 2010; NAKAGAWA et al., 2010).

A retirada parcial de água é um processo empregado para aumentar a estabilidade do alimento, ao reduzir sua atividade de água e seu volume e massa. Como resultado, há economia de energia e de custos em demais operações, como armazenamento, transporte e distribuição (MCLELLAN; PADILLA-ZAKOUR, 2004; FELLOWS, 2006). O emprego de calor, embora apresente maior eficiência de retirada de água, leva a uma perda de compostos mais voláteis, alterando as características sensoriais do produto (FELLOWS, 2006).

As proteínas da soja, quando expostas ao calor, apresentam uma mudança na sua conformação, rompendo ligações que estabilizam essa estrutura, causando um desenrolamento das cadeias peptídicas e, em consequência elas se tornam menos solúveis e quimicamente mais reativas. As proteínas nativas solúveis em sais no seu ponto isoelétrico, em geral tornam-se insolúveis quando desnaturadas. Já no processo utilizando frio, as proteínas da soja permaneceriam com suas características intactas, ou seja, seriam mantidas sua qualidade nutricional e propriedades funcionais, como viscosidade, solubilidade e capacidade geleificante (FIB, 2014a).

2.2 MAIONESE

Segundo a Resolução RDC nº 276 de 22 de setembro de 2005, maionese é definida como:

[...] produto cremoso em forma de emulsão estável, óleo em água, preparado a partir de óleo(s) vegetal(is), água e ovos podendo ser adicionado de outros ingredientes desde que não descaracterizem o produto. O produto deve ser acidificado (BRASIL, 2005).

A maionese é um dos molhos mais consumidos nos dias atuais. Sua produção comercial teve início por volta do ano de 1900, tornando-se popular nos Estados Unidos e obtendo um aumento rápido do seu consumo em diversos países. Por ser um produto com baixo pH e um elevado teor lipídico, ela se apresenta resistente à deterioração microbiana, sendo as preocupações mais relevantes quanto à emulsão, os bolores e leveduras, oxidação lipídica e quebra da emulsão (DEPREE; SAVAGE, 2001).

Caracterizada como uma emulsão semissólida de óleo em água tem na sua composição comercial típica, além do óleo, a gema de ovo, o vinagre, o sal e especiarias, especialmente a mostarda. A gema do ovo é o ingrediente mais crítico para a estabilidade da maionese, pois tem comportamento anfótero, pelo fato desta ser rica em lecitina, a qual é uma substância cujas moléculas têm uma extremidade polar, que é atraída pela água, e outra extremidade apolar, que é atraída pelo óleo, formando uma dispersão do tipo água-óleo. Mas a formação de uma rede com outros polímeros em solução aquosa através de interações hidrofóbicas provoca um aumento na viscosidade do sistema e pode, portanto, estabilizar as partículas (KRSTONOSIC et al., 2015).

O principal problema relacionado com a gema de ovo é o elevado conteúdo de colesterol. Assim, a utilização de outro emulsionante como substituto total ou parcial desse ingrediente, fornece vantagens, como uma diminuição do teor de colesterol e, geralmente, do teor de gordura, aumento da estabilidade microbiológica e, em alguns casos, menores custos de fabricação (RISCARDO; FRANCO; GALLEGOS, 2003).

Na preparação de substitutos de maionese com menor teor de óleo e de ovos, ocorre, em paralelo, a redução da estabilidade da emulsão, que pode ser aumentada pela ação de proteínas, maltodextrina e gomas (DEPREE; SAVAGE, 2001). Realizando uma substituição adequada de gordura em quantidades apropriadas, é possível obter-se um produto com textura próxima à maionese tradicional (LIU; XU; GUO, 2007).

Para conseguir uma maionese com propriedades de emulsão apropriadas e de alta estabilidade, várias investigações foram conduzidas, principalmente, usando proteínas com diversos emulsificantes e gomas, tais como a goma xantana e guar (BORTNOWSKA; TOKARCZYK, 2009; LARROSA et al., 2012). A interação goma-proteína pode desempenhar um papel importante na

maionese em comparação com a contribuição única do polímero individual (ABU GHOUSH et al., 2008). Abu Ghoush et al., (2008) mencionaram que proteínas de soja foram usadas com sucesso para estabilizar emulsões óleo em água, devido à sua capacidade de diminuir a tensão superficial entre os componentes hidrofílicos e hidrofóbicos.

2.2.1 MAIONESE COM BAIXO TEOR DE GORDURA/ IMPORTÂNCIA DA GORDURA

Para que a maionese com redução do teor de gordura apresente uma elevada estabilidade e textura próxima à da maionese tradicional alguns substitutos de gorduras podem ser utilizados, tais como: amido modificado, inulina, pectina e celulose microcristalina, carragena, goma xantana, goma guar, alguns espessantes e proteínas, que são utilizados para estabilizar e aumentar a viscosidade do produto. A estabilidade envolve a prevenção da coalescência das gotas, floculação e cremosidade. Normalmente a cremosidade não é um problema para maioneses com alto teor de gordura, pois as gotículas estão bem agrupadas e desse modo não se movimentam. Contudo, em maioneses com redução de gordura é necessário utilizar algum agente espessante para retardar o movimento da gota (NIKZADE; TEHRANI; TARZJAN, 2012).

Como componente alimentar essencial, a gordura desempenha um papel importante na determinação das propriedades reológicas e das características sensoriais dos alimentos, tais como sabor, sensação de boca, cor e textura (MUN et al., 2009). Com a diminuição da concentração de gordura, a fase aquosa e o teor de água podem aumentar, correspondentemente, induzindo à diminuição da viscosidade e firmeza da emulsão semi-sólida. Substituintes específicos de gordura em quantidades específicas são possíveis para gerar um produto com uma textura próxima à da maionese tradicional (CHANG et al., 2017).

Embora o valor nutricional dos óleos vegetais seja altamente apreciado, principalmente devido ao alto teor de ácidos graxos poli-insaturados sua utilização como ingrediente alimentar pode ser problemática devido ao aumento da susceptibilidade à rápida deterioração oxidativa. A oxidação de lipídios é conhecida por prejudicar a qualidade do produto através da produção de odores de ranço, sabores desagradáveis e até mesmo comprometer a segurança dos alimentos devido à formação de compostos nocivos (FIB, 2014a).

Vários pesquisadores estudaram a possibilidade de agregações de proteínas para serem usadas como substitutos de gordura. As capacidades das micropartículas de proteínas para conferir impressões sensoriais de emulsões de gordura total em alimentos com baixo teor de gordura foram uma descoberta acidental,

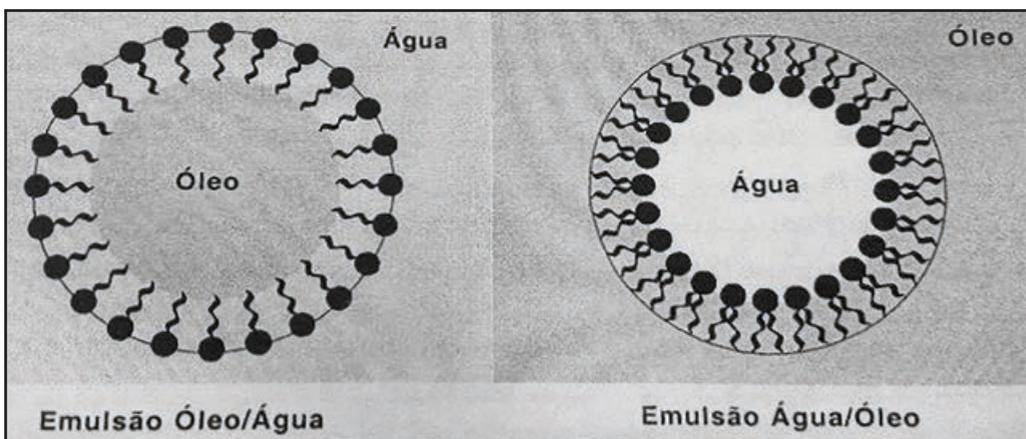
que provou ser o principal indicador da indústria alimentar contra a dieta rica em gordura (YAZICI; AKGUN, 2004). A importância maior das proteínas como substitutos de gorduras reside em sua habilidade de originar micropartículas. O tamanho destas, o volume da hidratação e as propriedades de superfície afetam a habilidade das proteínas de simular gorduras (GOMES et al., 2008).

2.3 FORMAÇÃO E ESTABILIZAÇÃO DA EMULSÃO

Emulsões podem ser definidas como a mistura de dois líquidos imiscíveis em que um deles (fase dispersa) se encontra na forma de finos glóbulos no meio de outro líquido (fase contínua), geralmente as duas fases imiscíveis são óleo e água. Durante a formação da emulsão ocorre uma mudança positiva na energia livre, o que gera um produto instável (DICKINSON, 2003).

A classificação da emulsão é de acordo com a distribuição de suas fases: óleo e água. Gotículas de óleo dispersas na fase aquosa são definidas como emulsão óleo/água (O/A), porém quando é ao contrário, gotículas de água dispersas na fase oleosa tem-se a emulsão água/óleo (A/O). A substância que forma as gotículas em uma emulsão denomina-se de fase dispersa ou interna, enquanto o líquido envolto é a fase contínua ou externa, (Figura 1). A formação da emulsão requer energia para manter as gotículas dispersas na fase contínua, deste modo à estabilidade é menor, contudo ela pode ser aumentada através da adição de agentes de superfície, como emulsificantes (ARAÚJO, 2004).

Figura 1 - Tipos de emulsões



Fonte: Araújo (2004).

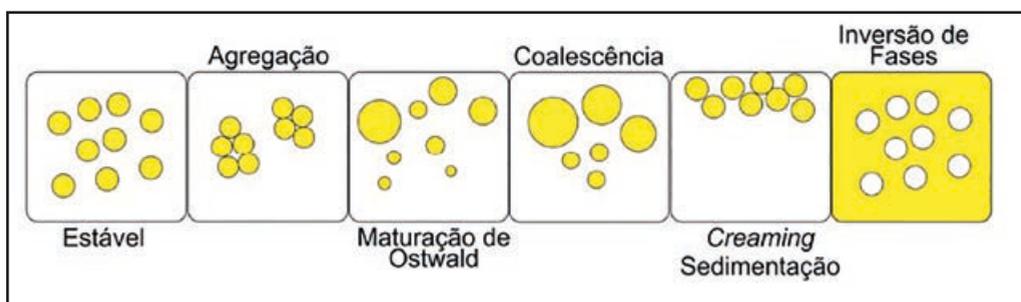
A fase aquosa pode ser incorporada com diferentes ingredientes solúveis, tais como açúcares, sais, ácidos, bases, proteínas e carboidratos. As emulsões

alimentícias possuem uma complexidade estrutural, pois sua estabilidade ocorre pela utilização de diferentes quantidades de proteínas, emulsificantes, polissacarídeos, temperatura, tempo de homogeneização e entrada de energia, que influenciam na microestrutura e propriedades reológicas da emulsão (TCHOLAKOVA; DENKOV; LIPS, 2008; BINKS, 2002; DICKINSON, 2009; BENGOCHEA et al., 2009).

Diferentes processos desestabilizadores podem ocorrer nas emulsões (Figura 2), tais como:

- Agregação/Floculação: causada por atração de Van der Waals, quando a repulsão entre as gotículas não é suficiente;
- Maturação de Ostwald: causada pela diferença na solubilidade entre as gotículas pequenas e grandes;
- Coalescência: induzida pelo afinamento e ruptura da película líquida entre as gotículas;
- *Creaming* ou sedimentação: causada por ação da gravidade;
- Inversão de fases: onde ocorre intercâmbio entre a fase dispersa e o meio (TADROS, 2004).

Figura 2 - Processos de degradação da emulsão



Fonte: Adaptado de Badolato et al.(2008).

Para evitar esses processos de degradação, é importante utilizar os emulsificantes, pois eles são moléculas ativas que se aderem na superfície das gotículas formadas durante a homogeneização, formando uma membrana protetora que impede a aproximação suficiente das gotículas, evitando a agregação, aumentam a viscosidade da fase contínua, retardam a movimentação de partículas e aumentam a estabilidade (ARAÚJO, 2004).

2.4 EMULSIFICANTES PARA ALIMENTOS

De um modo geral, segundo Bastida-Rodríguez (2013), os emulsificantes devem:

- Adsorver-se rapidamente às superfícies das gotículas de óleo durante a homogeneização, de modo a reduzir a tensão interfacial e facilitar a ruptura das gotículas;
- Formar uma camada protetora estável em torno das gotículas de óleo que impede a sua agregação durante a fabricação, transporte e armazenamento;
- Ser fáceis de utilizar e disponíveis numa quantidade e qualidade confiáveis;
- Ser economicamente viáveis. Sua estrutura é composta por duas regiões, sendo uma hidrofílica (interage com a fase aquosa) e a outra lipofílica (interage com a fase oleosa).

Essa estrutura possibilita a atuação na interface de duas substâncias imiscíveis. Contudo, para essa aplicação, é necessário realizar o cálculo de BHL (Balanço Hidrofílico Lipofílico) da molécula do emulsificante. Alto valor de BHL indica que a molécula do emulsificante apresenta elevada relação de grupos hidrofílicos/hidrofóbicos e vice-versa, e pode ser calculado conhecendo-se o número e tipos dos grupos hidrofílicos e lipofílicos (BASTIDA-RODRIGUÉZ, 2013).

Esse balanço possibilita a escolha ideal do aditivo para as diferentes emulsões, pois é possível determinar a estabilidade máxima, sendo para O/A com um BHL entre 10 e 12, e para A/O com BHL entre 3 a 5. Os emulsificantes quando utilizados em mistura geralmente apresentam uma estabilidade maior do que quando aplicados separadamente (O'BRIEN, 2009; BASTIDA-RODRIGUÉZ, 2013; ARAÚJO, 2004).

Segundo Nikzade, Tehrani e Tarzjan (2012), isolados proteicos de vegetais ou leguminosas podem ser utilizados de forma eficaz como estabilizadores de emulsões alimentares, devido à sua capacidade de reduzir a tensão interfacial entre componentes hidrofóbicos e hidrofílicos. A fim de obter maioneses com adequadas propriedades emulsificantes e elevada estabilidade, pesquisas têm conduzido ao uso de proteínas em combinação com várias gomas e emulsificantes.

2.4.1 GOMAS

As gomas podem ser definidas em termos práticos como moléculas de alto peso molecular com características hidrofílicas ou hidrofóbicas que, usualmente,

têm propriedades coloidais com capacidade de produzir géis ao combinar-se com solvente apropriado. Desse modo, o termo goma se aplica a uma grande variedade de substâncias com características gomosas (FIB, 2015).

As gomas dissolvem-se ou dispersam-se em água e aumentam a viscosidade, são espessantes e podem ser ou não gelificantes. Apresentam também propriedades secundárias, incluindo estabilização de emulsões e de sóis, controle de cristalização, inibição de sinérese, encapsulação e formação de filmes. Quando solubilizadas, as moléculas são capazes de se organizar de duas formas diferentes: ligação com as moléculas de água, denominado de efeito de espessamento, ou pela construção de redes, envolvendo zonas de ligação, denominado efeito de gelificação (RIBEIRO; SERAVALI, 2007).

As gomas realizam, no mínimo, três funções no processamento dos alimentos: são emulsificantes, estabilizantes e espessantes. Além disso, algumas também são agentes gelificantes, formadores de corpo, agentes de suspensão e aumentam a capacidade de dispersão de gases em sólidos ou líquidos. As indústrias de processamento de alimentos, assim como outras aplicações industriais das gomas, aproveitam suas propriedades físicas, especialmente sua viscosidade e sua estrutura coloidal (FIB, 2015).

No ramo alimentício é mais comum a utilização do termo goma para referir-se a polissacarídeos ou seus derivados, obtidos de plantas ou por processamento microbiológico que, ao dispersar-se em água fria ou quente, produzem soluções ou misturas viscosas. Uma goma pode ser definida, em sentido amplo, como qualquer polissacarídeo solúvel em água, que pode ser extraído a partir de vegetais terrestres ou marinhos, ou de micro-organismos, que tenham a capacidade, em solução, de incrementar a viscosidade e/ou de formar géis (FIB, 2015).

A goma xantana (GX) é um hetero polissacarídeo sintetizado pela fermentação de *Xanthomonas*, e é amplamente usada como espessante, dispersante e emulsificante (XIE et al., 2014). É produzida a partir de algumas espécies de bactérias fitopatógenas do gênero *Xanthomonas* sp. (KOGAN et al., 2006), tem um alto peso molecular e, normalmente é composta de repetidas unidades de glicose, manose e ácido glucurônico, na relação de 2:2:1 (SALAH et al., 2011).

Tanto a dispersão como a hidratação dessa goma pode ser feita em água fria ou quente. A dispersão pode ser melhorada com adição de açúcar, já a hidratação não é bem-sucedida em concentrações elevadas de açúcar. Ao produzir um gel, este é termo reversível, de elevada viscosidade e de aparência transparente. Só

em interação sinérgica com outros hidrocolóides, tais como o konjac ou a goma de alfarroba, a goma xantana gelifica, caso contrário, apenas forma soluções viscosas. Caso a sinergia seja com o konjac, os géis formados são suaves (FRIEDRICH; TEVOS; QUADROS, 2008; MOURA, 2011).

A sua gama de pH é elevada (1-13), como tal, tolera bem ácidos, bases e sais. Dentro da gama de pH indicada, a viscosidade da solução é elevada e uniforme, e independente da temperatura, sendo que as diferenças de viscosidades são mais notáveis quando se utilizam baixas concentrações da goma xantana. Mesmo com valores de pH reduzido, as soluções apresentam uma excelente estabilidade durante longos períodos de tempo (LERSCH, 2008).

Mesmo em concentrações baixas, a goma xantana tem um elevado poder espessante, e, consoante a concentração, diferente será o produto obtido: 0,25% (p/v) para molhos pouco espessos, 0,7-1,5% (p/v) para molhos espessos e 0,5-0,8% (p/v) para espumas (LERSCH, 2008; MOURA, 2011).

2.4.2 PROTEÍNAS

Em geral as proteínas são consideradas bons agentes emulsificantes porque possuem numa mesma molécula regiões hidrofílicas e hidrofóbicas, as quais reduzem a tensão superficial e interagem na interface da emulsão. As proteínas são moléculas anfílicas, migrando espontaneamente para uma interface ar-água ou óleo-água. A migração espontânea das proteínas a partir do volume total de líquido para uma interface indica que a energia livre das proteínas é menor na interface do que na fase aquosa total. Dessa forma, quando o equilíbrio é estabelecido, a concentração da proteína na região interfacial é sempre muito maior do que a encontrada na fase aquosa total (FENNEMA; DAMODARAN; PARKIN, 2010).

Diferente dos surfactantes de baixo peso molecular, as proteínas formam uma película altamente viscoelástica, em uma interface, a qual tem a capacidade de suportar choques mecânicos durante a estocagem e manipulação. Como esses filmes interfaciais possuem grupos carregados, provocam repulsões eletrostáticas entre as gotas vizinhas, o que impede a aproximação das mesmas, evitando assim os fenômenos de instabilidade das emulsões, como a coalescência (FENNEMA; DAMODARAN; PARKIN, 2010).

Contudo a maioria das proteínas apresenta uma redução ou perda da atividade emulsificante em regiões de pH próximo ao ponto isoelétrico da proteína, onde a carga líquida e a solubilidade apresentam-se reduzidas. Outros fatores que prejudicam a capacidade emulsificante das proteínas são a presença de sais

e a exposição ao aquecimento. A capacidade de uma proteína em formar e estabilizar uma emulsão é afetada por diversos fatores, intrínsecos, tais como, as estruturas primária, secundária e terciária, o pH, a força iônica, a temperatura, o volume da fase óleo e o ponto de fusão do óleo usado; e fatores extrínsecos, como o tipo de equipamento, a taxa de entrada de energia e a taxa de cisalhamento (FENNEMA; DAMODARAN; PARKIN, 2010).

3 METODOLOGIA

Todo o experimento foi desenvolvido nos laboratórios de Bebidas e vegetais e Análise de alimentos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Londrina, entre o período de abril/2016 a outubro/2017.

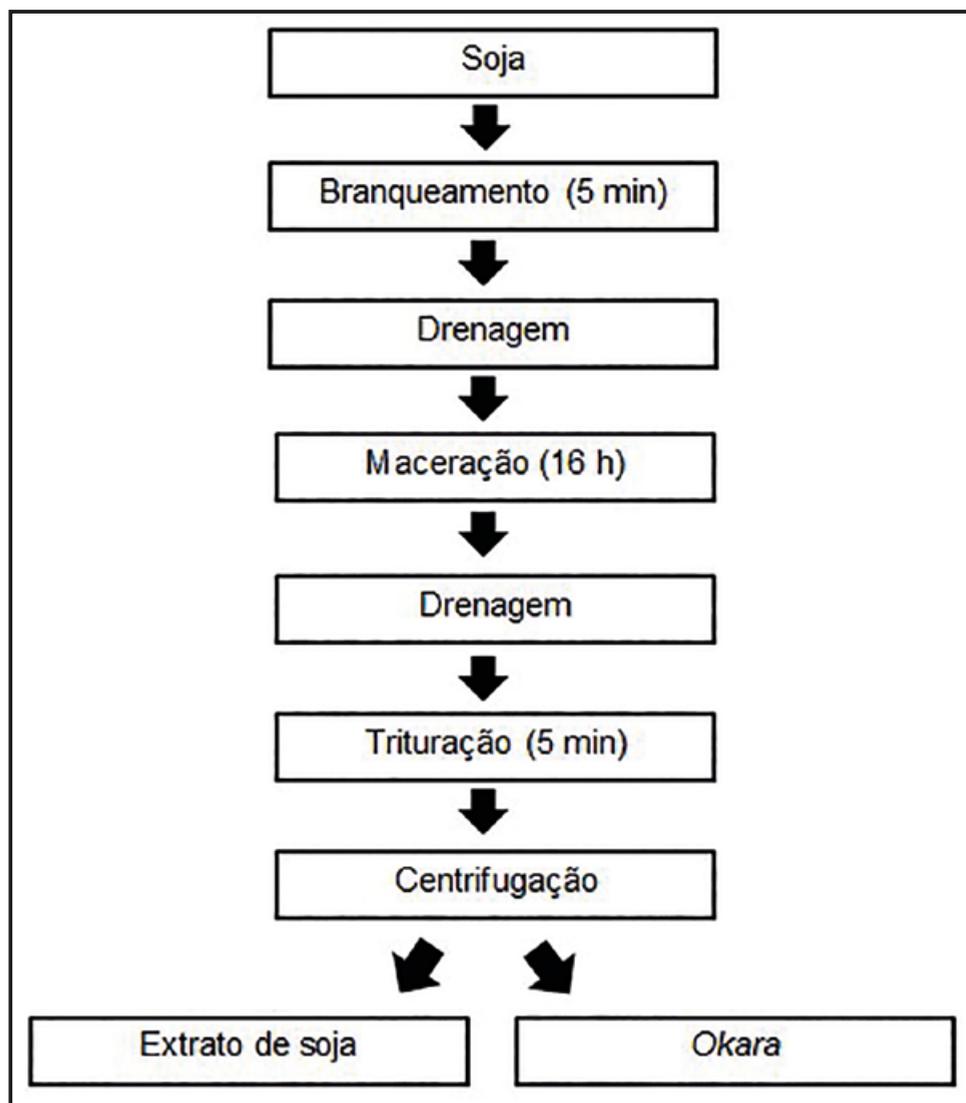
A soja utilizada para elaboração do extrato foi da variedade BRS 232 safra 2014/2015 e 2015/2016, doada pela Embrapa (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA) Soja, Londrina-PR. Os ingredientes, óleo, sal, açúcar e goma xantana, para a elaboração das maioneses foram adquiridos no comércio local.

3.1 MÉTODOS

Os métodos aplicados neste projeto visaram à elaboração do extrato de soja crioconcentrado, da maionese e análises de composição proximal e físico-químicas.

3.1.1 OBTENÇÃO DO EXTRATO DE SOJA

Sua obtenção foi baseada em Ribeiro et al. (2014), com algumas modificações, na proporção soja: água (1:10) e (1:5). Os extratos foram obtidos da variedade BRS232, a partir das seguintes etapas: os grãos de soja foram imersos em água em ebulição por 5 minutos (branqueamento) e, em seguida, resfriados em água com gelo para inativação das enzimas lipoxigenases, posteriormente dispostos na proporção 1:3 de água em temperatura ambiente por 16 horas (maceração), essa etapa auxilia no clareamento do extrato de soja. Em seguida, os grãos macerados foram drenados e triturados por 5 minutos em liquidificador industrial Metvisa LQ15 com água a 90°C, na proporção do volume da soja seca, descontando o que foi absorvido na maceração. Logo depois, o extrato de soja e o subproduto *okara* foram separados por centrifugação, como apresentado na Figura 3.

Figura 3 - Diagrama de obtenção do Extrato de Soja (ES)

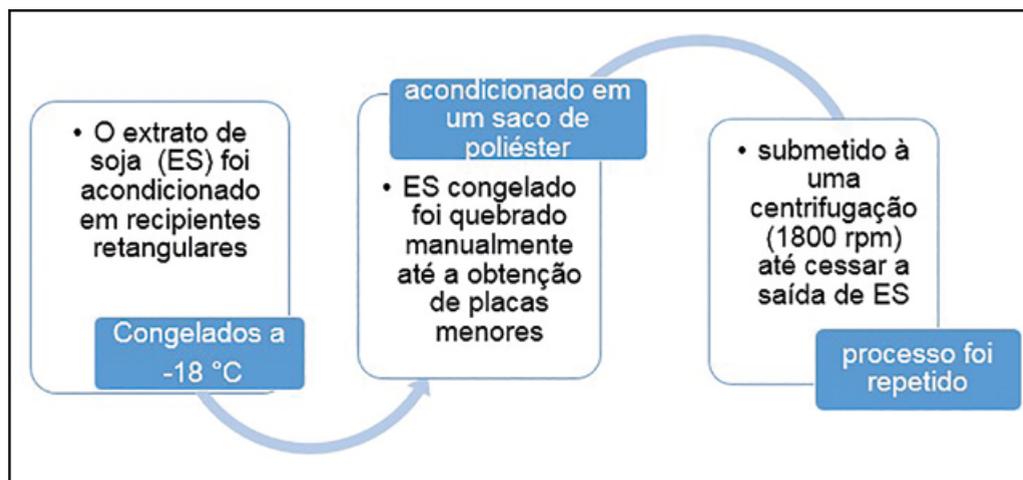
Fonte: Adaptado de Ribeiro et al. (2014).

3.1.2 PROCESSO DE CRIOCONCENTRAÇÃO

O extrato de soja (ES) foi acondicionado em recipientes retangulares de 32 x 45 cm, com espessura de um centímetro, para facilitar o congelamento, através da maior exposição da superfície de contato, e mantido durante 24 horas em congelador vertical a -18°C (Consul, 280). Após esse período, o ES congelado foi quebrado manualmente com o auxílio de faca, até a obtenção de placas menores

e acondicionado em um saco de poliéster. O saco foi colocado na centrífuga (Consul – Sec Fácil) e submetido a uma centrifugação (1800 rpm) até cessar a saída de ES. O extrato semiconcentrado foi novamente disposto nos recipientes e congelado, repetindo-se as etapas do procedimento descrito. O processo foi repetido até que se atingisse uma concentração de sólidos constante (Figura 4).

Figura 4 - Fluxograma do processo de crioconcentração

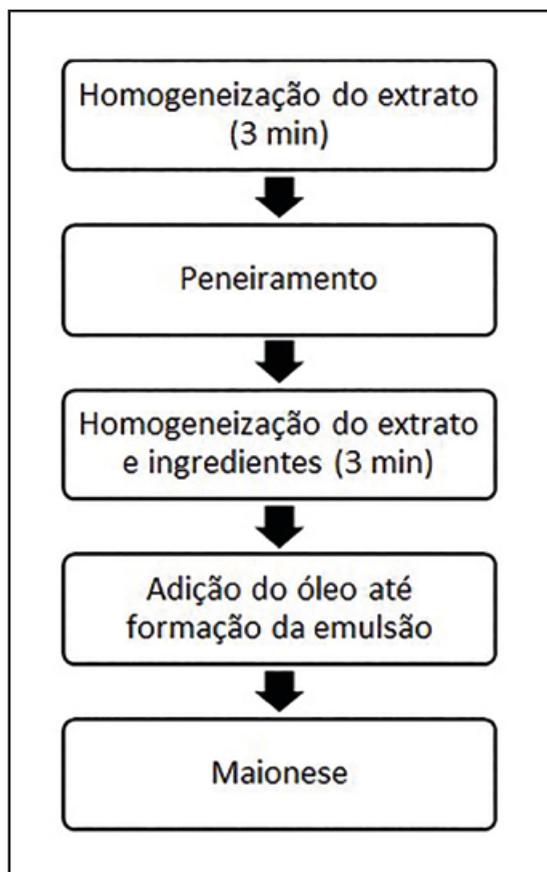


Fonte: Autoria própria (2017).

3.2 ELABORAÇÃO DA MAIONESE

Seguindo como base o experimento realizado por Campos et al. (2009), foram produzidas emulsões com diferentes proporções de extrato de soja:óleo, sendo 70:30 e 60:40 volume/volume, e adição de aditivos, 1% de sal, 0,8% de açúcar, 0,2% de ácido cítrico e 0,1% de espessante (peso/volume da emulsão). Com o objetivo de encontrar a melhor formulação, foram realizados 23 diferentes testes, com incorporação de outros ingredientes: ácido láctico, ácido sórbico, ácido fosfórico, sorbato de potássio e azeite de oliva.

Na Figura 5 está descrito o processo para a elaboração da maionese. Primeiramente o extrato de soja crioconcentrado foi batido em liquidificador (PHILIPS Walita®) por três minutos e em seguida peneirado em peneira de 40 mesh. Para uma completa homogeneização os ingredientes juntamente com o extrato foram batidos novamente por mais três minutos, para posteriormente adicionar-se o óleo lentamente até formar a emulsão. Todas as maioneses elaboradas foram armazenadas por um período de no mínimo sete dias sob refrigeração.

Figura 5 - Fluxograma do preparo da emulsão

Fonte: Autoria própria (2017).

3.3 ANÁLISES DOS EXTRATOS DE SOJA CRIOCONCENTRADOS

As determinações analíticas foram conduzidas de acordo com os métodos da AOAC (2000), sendo realizadas em triplicata.

3.3.1 UMIDADE

O teor de umidade foi determinado por meio do método de secagem em estufa. Para a realização da análise, o cadinho, previamente seco, foi tarado em estufa com temperatura a 105°C por uma hora. Logo após, o cadinho foi colocado no dessecador para esfriar, e com o auxílio da pinça, retirado e pesado na balança analítica. O peso do cadinho foi anotado e a balança tarada. Nele foram colocadas com precisão de 2 a 5g da amostra. Posteriormente, o cadinho com

a amostra foi colocado em estufa a 105°C, onde permaneceu por horas até a obtenção do peso constante. Após esse tempo o conjunto (amostra + cadinho) foi colocado no dessecador para esfriar. Com o esfriamento, o conjunto foi pesado e, por último, calculada a diferença entre o cadinho vazio e o com cinzas, o qual permitirá obter o peso da amostra seca. A determinação do teor de umidade deu-se pela equação (1):

(1)

$$100 - [(cápsulas após a estufa - cápsula vazia) / \text{peso da amostra}] \times 100$$

3.3.2 RESÍDUOS POR INCINERAÇÃO – CINZAS

Para a realização da análise foi pesado aproximadamente 5 g da amostra em cadinho de porcelana previamente seco em mufla a 550°C por 3 horas, resfriada em dessecador até a temperatura ambiente e pesada. Após carbonização, os cadinhos com amostras foram colocados para incineração em mufla a 550 °C por 5 horas até eliminação completa do carvão. As cinzas permaneceram brancas ou ligeiramente acinzentadas. Após a carbonização, levaram-se as amostras à mufla por 5 horas para a incineração. Em um dessecador as amostras foram resfriadas até a temperatura ambiente, e finalmente pesados os resíduos minerais. A equação (2) foi utilizada para o cálculo do teor de cinzas:

(2)

$$[(cápsulas após a mufla - cápsula vazia) / \text{peso da amostra}] \times 100$$

3.3.3 PROTEÍNAS

Para a realização da análise utilizou-se o método Microkjeldahl, o qual baseia-se em três etapas:

Digestão: Cerca de 0,2g de amostra foram pesados em tubos, que após adição de 2,5g de mistura catalítica e 7mL de ácido sulfúrico concentrado, foram colocados para digerir em bloco digestor até temperatura máxima de 400°C. Quando o líquido tornou-se límpido e transparente, de tonalidade azul esverdeada, retirou-se do aquecimento e, após esfriar, foi adicionado 10 mL de água.

Destilação: O erlenmeyer foi acoplado ao destilador contendo 10mL de solução de ácido bórico 2% com 3 ou 4 gotas de solução de indicador misto. Cada tubo com amostra foi ajustado no destilador Kjeldahl, com adição de NaOH 50% para neutralização, cerca de 50 mL de destilado foram coletados.

Titulação: O destilado coletado foi titulado com ácido sulfúrico 0,01M. O cálculo para a porcentagem de proteínas foi realizado seguindo a equação (3).

(3)

$$(V \times M \times F \times 0,014 \times 100 \times 6,25)/\text{peso da amostra}$$

Onde:

V = volume gasto de ácido na titulação

M = molaridade do ácido

F = fator de correção

P = peso da amostra em gramas

3.3.4 LIPÍDIOS

Para a determinação da quantidade de lipídios do alimento, utilizou-se o método de Soxhlet com éter de petróleo. Primeiramente secou-se por 3 horas e pesou-se o balão de fundo chato de 250 mL, posteriormente foi conectado ao aparelho de Soxhlet. Aproximadamente 2g de amostra previamente seca foram pesadas e colocadas em cartucho de extração, cada cartucho foi colocado no extrator. As amostras ficaram em refluxo por cerca de 6 horas. Após a extração, os balões foram colocados em estufa (105°C) por 1 hora, logo após foram postos no dessecador para esfriar e em seguida pesou-os. Para o cálculo final utilizou-se a equação (4):

(4)

$$[(\text{balão depois da estufa} - \text{balão inicial})/\text{peso da amostra}] \times 100$$

3.3.5 SÓLIDOS SOLÚVEIS (°BRIX)

Os teores de sólidos solúveis totais foram analisados em refratômetro de bancada tipo Abbe e medido em °Brix. Com uma pipeta Pasteur, colocaram-se cerca de duas gotas da amostra no refratômetro e analisaram-se os sólidos solúveis.

3.3.6 RENDIMENTO DOS EXTRATOS DE SOJA CRIOCONCENTRADOS

Para analisar o rendimento de cada estágio de crioconcentração do extrato, após sua obtenção e centrifugação media-se com uma proveta o volume obtido. Com cada volume realizava-se o cálculo seguindo a equação (5):

(5)

$$\left[\frac{\text{(extrato crioconcentrado final x 100)}}{\text{(extrato inicial)}} \right]$$

3.3.7 POTENCIAL HIDROGENIÔNICO (PH)

Esta análise foi realizada nas maioneses elaboradas com extrato de soja crioconcentrado, seguindo a AOAC (2000). Primeiramente realizou-se a aferição do potenciômetro, com as soluções tampões de pH 7,0 e 4,0. Em seguida, foram pesados 10 g da amostra em um béquer e diluídos com auxílio de 100 mL de água. Agitou-se o conteúdo até as partículas ficarem uniformemente suspensas. Logo após mediu-se o pH das amostras, mergulhando o eletrodo no béquer, e posteriormente registraram-se os valores. Em cada medição foi realizada a lavagem com água destilada e a secagem do eletrodo, atenuando a ocorrência de erros.

3.4 TRATAMENTO DOS DADOS

Após a coleta dos dados das análises de composição química os mesmos foram analisados pelo programa Statistic, utilizando análise de variância (anova), a diferença entre as médias foi comparada pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicialmente foram avaliados quantos estágios de crioconcentração eram necessários para o extrato de soja atingir concentração adequada para ser incorporado à maionese. Em seguida, procederam-se os testes para adequação da formulação.

4.1 PRODUÇÃO DO EXTRATO DE SOJA

Os experimentos para elaboração da maionese tiveram início com a produção e a crioconcentração do extrato de soja, tendo como objetivo encontrar o teor de sólidos solúveis totais (°Brix) ideal para a elaboração da emulsão. Foram realizadas duas produções de extrato/crioconcentração com soja da variedade BRS 232 da safra 2014/2015. Na Tabela 2 estão apresentados os rendimentos obtidos em cada estágio da crioconcentração, assim como os respectivos sólidos solúveis totais.

Tabela 2 - Rendimentos (%) e sólidos solúveis (°Brix) dos extratos de soja concentrados

Crioconcentração	Teste 1		Teste 2	
	Rendimentos	Sólidos solúveis	Rendimentos	Sólidos solúveis
1° estágio	87,8	3,0	99,3	6,0
2° estágio	54,6	6,1	58,7	9,9
3° estágio	29,1	13,7	33,6	12,0
4° estágio	10,3	18,0	12,0	16,1

Fonte: Autoria própria (2017).

Com base nos resultados obtidos foi possível observar que a crioconcentração foi efetiva para o aumento dos sólidos solúveis, contudo quanto maior o °Brix menor é o rendimento do extrato. Mas o aumento do teor dos sólidos solúveis é importante, pois este certifica a eficácia do processo de crioconcentração. Posteriormente à produção dos extratos e à análise do rendimento, foram realizadas as análises de composição proximal (Tabela 3).

Tabela 3 - Composição química das amostras de extrato de soja inicial e final

Testes	Umidade	Cinzas	Proteínas	Lipídios
1° ES	96,83 ± 0,20 ^a	0,26 ± 0,02 ^c	2,10 ± 0,09 ^c	2,07 ± 0,29 ^b
2° ES	96,80 ± 0,24 ^{ab}	0,22 ± 0,02 ^c	2,10 ± 0,18 ^c	1,57 ± 0,34 ^b
1° ESC	82,71 ± 0,28 ^c	2,44 ± 0,08 ^b	6,69 ± 0,52 ^b	9,69 ± 1,97 ^a
2° ESC	83,24 ± 0,04 ^c	2,79 ± 0,27 ^a	8,29 ± 0,33 ^a	7,62 ± 1,15 ^a

Média em triplicata ± desvio padrão. Médias seguidas de letras iguais, nas colunas, não diferiram entre si pelo teste de Tukey, ($p \geq 0,05$).

ES – Extrato de soja. ESC – Extrato de soja crioconcentrado.

Fonte: Autoria própria (2017).

Na composição química dos extratos observou-se que a crioconcentração do extrato influencia diretamente nos teores de cinzas, proteínas e lipídios, pois estes se apresentaram maiores quando comparados aos extratos não concentrados. Os extratos concentrados apresentaram diminuição somente quanto ao teor de umidade, sendo que essa redução é justificada pela crioconcentração em si, pois o processo de crioconcentrar consiste na remoção da água, em forma de gelo, e concentração dos sólidos.

4.2 ELABORAÇÃO DA MAIONESE COM EXTRATO DE SOJA

Após ser obtido o parâmetro para o teor de sólidos solúveis necessário para ser usado nas emulsões, deu-se início aos testes para a elaboração de maionese contendo extrato de soja crioconcentrado. Nessa etapa do trabalho a soja da variedade BRS 232 safra 2015/2016 já estava disponível, a qual foi utilizada para produzir todos os extratos dos testes. Para alcançar a melhor formulação, foram produzidas 23 emulsões com proporções de extrato de soja:óleo de 70:30 e 60:40 volume/volume e contendo aditivos. Na Tabela 4 estão expressos os valores utilizados para os testes iniciais da formação da emulsão.

Tabela 4 - Testes para formação de emulsão contendo extrato de soja

Formulações	Concentração do ES	Extrato de soja	Ingredientes				
			Óleo	Sal*	Açúcar*	Ácido cítrico*	Pectina cítrica*
A	25 °Brix (4x)	70	30	2,86	0,79	2,28	0,28
B	17,2 °Brix (2x)	70	30	2,86	0,79	2,28	0,28
C	17,2 °Brix (2x)	60	40	0,99	0,72	0,79	---
D	17,2 °Brix (2x)	62	38	3,22	0,72	2,58	0,32

* Os ingredientes estão em gramas (g) em relação ao volume de ES e óleo utilizados.

Fonte: Autoria própria (2017).

Para o teste A o extrato de soja foi crioconcentrado em quatro estágios, conforme os experimentos anteriores. No entanto, devido a soja ser da safra mais nova e não ter sido armazenada, a solubilidade das proteínas foi maior, gerando um teor de sólidos solúveis de 25°Brix. A emulsão elaborada com esse extrato de soja crioconcentrado apresentou-se consistente, mas com grânulos.

Visando menor tempo e gasto energético foi elaborado um extrato de soja crioconcentrado em dois estágios, apresentando 17,2°Brix de sólidos solúveis, inicialmente com 3°Brix, o qual foi utilizado para os testes B, C e D. Essas três formulações continham diferenças na proporção de extrato de soja e óleo, e, conseqüentemente, nos demais ingredientes, todas obtiveram emulsões com aparências semelhantes a uma maionese tradicional, porém com uma textura granulosa. Também foi verificado que a emulsão com proporção 60:40 (ES:óleo) apresentou maior estabilidade durante o armazenamento em temperatura de refrigeração, sendo a escolhida.

Na busca pela eliminação dos grânulos, foi elaborado um extrato de soja com 3°Brix, crioconcentrado duas vezes até 20°Brix, sendo peneirado logo após a produção, com o intuito de retirar possíveis resíduos de *okara* presentes no mesmo. Este foi utilizado para a formulação E, contendo 1% de sal, 2,6% de açúcar, 0,8% de ácido cítrico e 0,2% de pectina cítrica. A parte aquosa foi homogeneizada por 3 minutos e o óleo foi adicionado lentamente, no entanto, a emulsão também apresentou textura granulosa e um início de sinérese, em um período de armazenamento de 7 dias, cujo líquido pode ter sido oriundo de quebra da emulsão ou instabilidade do extrato de soja crioconcentrado.

Em virtude da granulosidade ser persistente, substituiu-se a pectina cítrica pela goma xantana, Tabela 5. A goma xantana foi escolhida para ser utilizada porque tolera muito bem faixas ácidas e básicas de pH. Segundo Lersch (2008), com valores de pH reduzido, as soluções apresentam uma excelente estabilidade durante longos períodos de tempo. Além disso, mesmo em concentrações baixas, a goma xantana tem um elevado poder espessante, para molhos espessos é recomendável somente 0,7-1,5% (p/v) (LERSCH, 2008; MOURA, 2011).

Tabela 5 - Testes para formação de emulsão com adição de goma xantana

Formulações	Concentração do ES	Ingredientes (%)					
		Extrato de soja	Óleo	Sal	Açúcar	Ácido cítrico	Goma xantana
F	5 °Brix	59,72	38	0,91	0,19	0,72	0,46
G	4 °Brix	59,72	38	0,91	0,19	0,72	0,46
H	13 °Brix (2x)	59,72	38	0,91	0,19	0,72	0,46

Fonte: Autoria própria (2017).

Novamente objetivando menor tempo e gasto energético, extrato de soja na proporção de 1:5 (soja:água) foi produzido em duplicata, os quais obtiveram teores de sólidos solúveis de 5 e 4°Brix e não foram crioconcentrados. As formulações F e G foram elaboradas com esses extratos, as quais não formaram uma emulsão consistente, apenas mais viscosa, ficando com óleo sobrenadante e, com 7 dias de armazenamento, houve a separação de fases.

A formulação H foi elaborada com o extrato crioconcentrado de 13°Brix, teor de sólidos solúveis inferior ao dos testes anteriores. Esse valor baixo pode ter ocorrido devido ao: não peneiramento logo após a produção do extrato e, na hora do congelamento, o gelo presente no congelador vertical pode ter influenciado na circulação de ar, provocando alteração na formação dos cristais de gelo do ex-

trato de soja, tendo um teor maior de água líquida, a qual arrastou os compostos sólidos durante a centrifugação. O teste resultou em uma emulsão com textura de molho cremoso aerado sem a formação de grânulos no palato, o que pode ser justificado pelo extrato ter sido batido por três minutos, peneirado e batido novamente por três minutos para a homogeneização completa dos ingredientes para assim adicionar o óleo. No entanto, apresentou sinérese após sete dias de armazenamento sob refrigeração.

Após a eliminação da granulidade da emulsão, padronizou-se que os próximos testes seriam realizados com o peneiramento do extrato logo após sua produção. Para a formação da emulsão, o extrato deveria ser batido por três minutos, peneirado e batido novamente por três minutos com os ingredientes, para a homogeneização completa dos mesmos, e finalizando com a adição do óleo.

Observou-se que durante o período de armazenamento em refrigeração, no mínimo sete dias, todas as amostras desenvolveram crescimento visível de fungos e leveduras. A partir da elaboração dos testes anteriores, foram estabelecidas as melhores condições para formação de emulsão e novos testes foram realizados, buscando uma padronização de sabor neutro, levemente ácido e eliminação dos fungos e leveduras. (Tabela 6).

Tabela 6 - Testes para formação de emulsão contendo ácido láctico e sórbico.

Formulações	Concentração do ES	Extrato de soja	Ingredientes (%)						
			Óleo	Sal	Açúcar	Ácido cítrico	Goma xantana	Ácido láctico	Ácido sórbico
I*	18°Brix (2x)	59,7	38	0,4	0,2	0,2	1	---	---
J	19,1°Brix (2x)	59	38,3	0,3	0,1	1,3	1	---	---
K	19,1°Brix (2x)	59	37,7	0,3	0,2	---	1,5	1	0,3

I* Foram utilizados condimentos alho em pó (0,2%), cebola em pó (0,2%) e pimenta calabresa (0,1%).

Fonte: Autoria própria (2017).

A formulação I* foi produzida com extrato crioconcentrado em dois estágios, o qual atingiu o teor de sólidos solúveis de 18°Brix, com algumas mudanças nos ingredientes. Com a intenção de saborizar a emulsão, nessa formulação, foram adicionados alho e cebola em pó, juntamente com pimenta calabresa. Essa formulação com condimentos foi produzida com base na emulsão elaborada por Bezzerra et al., (2015), que utilizou 30g/mL de cebola, 4 g/mL de pimenta calabresa e 1g/mL de alho em pó. Contudo, o sabor apresentou-se muito diferente da maionese comercial, então optou-se por não utilizar condimentos.

Duas novas formulações foram elaboradas com extrato crioconcentrado de 3,1°Brix até 19,1°Brix visando uma padronização do pH da emulsão e melhoria no sabor, sendo feita a formulação J com os mesmos ingredientes utilizados nos testes anteriores, diferenciando-se na porcentagem de ácido cítrico, onde o valor do pH foi de 3,34, porém a emulsão apresentou um sabor ácido muito forte. No entanto, seu pH estava dentro dos padrões estabelecidos pela Embrapa, que classifica um pH ideal entre 3,2 a 3,6 para emulsão industrial (EMBRAPA, 2015). Tendo em vista que as maioneses ainda estavam apresentando gosto ácido, a formulação K foi elaborada com a substituição do ácido cítrico pelo ácido láctico e sórbico, que são ácidos utilizados na maionese comercial.

O ácido láctico diminui a atividade da água, o que contribui para bloquear o desenvolvimento bacteriano, aumentando assim o tempo de conservação, apresentando um efeito inibidor contra certo número de microorganismos patógenos como a *Salmonella* (FIB, 2011). E o ácido sórbico foi utilizado para manter o pH ácido. Porém devido ao uso do ácido láctico, a emulsão apresentou sabor adocicado, descaracterizando o produto, e com um pH de 4,91, fora do padrão industrial. E após um período de 30 dias de armazenamento a emulsão apresentou um grande crescimento microbiológico.

Novos testes foram elaborados com pequenas modificações nos teores de ácidos. As formulações L, M, N e, O foram elaboradas com extrato crioconcentrado em dois estágios, com teores de sólidos solúveis em 19,5°Brix, partindo de 3,2°Brix (Tabela7).

Tabela 7 - Testes para formação de emulsão contendo ácido fosfórico e sórbico

Formulações	Concentração do ES	Extrato de soja	Ingredientes (%)						
			Óleo	Sal	Açúcar	Ácido cítrico	Goma xantana	Ácido sórbico	Ácido fosfórico
L	19,5°Brix (2x)	59	38,3	0,3	0,1	0,15	1	0,15	1
M	19,5°Brix (2x)	59	38,3	0,3	0,1	0,5	1	0,3	0,5
N	19,5°Brix (2x)	59	38,3	0,3	0,1	0,5	1	0,5	0,3
O	19,5°Brix (2x)	59	38,3	0,4	0,2	0,3	1	0,5	0,3

Fonte: Autoria própria (2017).

Buscando uma padronização do pH, foi elaborado o teste L, onde em sua formulação foi utilizado o ácido cítrico juntamente com o ácido fosfórico e ácido sórbico. O ácido fosfórico possui a característica de diminuir o pH, é um meio termo entre a acidez pronunciada da fruta (ácido cítrico) e a suavidade do ácido láctico (FIB, 2015). Essa formulação apresentou quebra da emulsão durante o

preparo, podendo ser justificada pelo excesso de ácido e/ou tempo de batidura, e também resultou em uma emulsão com gosto residual de ácido e óleo. Em seguida foi preparada outra emulsão (M) reduzindo a quantidade de ácidos, mas também não apresentou sabor agradável.

No teste N foram alteradas as concentrações dos ácidos fosfórico e sórbico, mas ainda apresentou um sabor residual ácido, desse modo, o teste O foi realizado com diminuição do ácido cítrico, aumento do sal e do açúcar para melhorar o sabor, apresentando-se melhor que a formulação anterior, contudo, ainda ácido. Como o ácido sórbico estava sendo utilizado apenas por questões microbiológicas, este foi substituído por sorbato de potássio, que também apresenta uma alta eficiência microbiológica, atuando na inibição de fungos e leveduras (FIB, 2011). Portanto, foram testadas mais algumas formulações com extrato de soja crioconcentrado em dois estágios, com a utilização de sorbato de potássio (Tabela 8).

Tabela 8 - Testes para formação de emulsão com substituição do ácido sórbico por sorbato de potássio.

Formulações	Concentração do ES	Extrato de soja	Ingredientes (%)							Sorbato de potássio
			Óleo	Sal	Açúcar	Ácido cítrico	Goma xantana	Ácido fosfórico		
P	19,5°Brix (2x)	59	38,3	0,3	0,1	0,5	1	0,3	0,5	
Q	19,5°Brix (2x)	59	38,3	0,4	0,1	0,5	1,1	0,3	0,4	
R	22°Brix (2x)	59	38,3	0,4	0,1	0,5	1,1	0,4	0,3	
S	22°Brix (2x)	59	38,3	0,4	0,1	0,5	1,2	0,3	0,3	
T	22°Brix (2x)	59	38,3	0,4	0,2	0,5	1,1	0,4	0,3	

Fonte: Autoria própria (2017).

O teste P foi realizado com a substituição de ácido sórbico pelo sorbato de potássio e com a utilização de sal e açúcar reduzida novamente. Essa emulsão não apresentou gosto ácido, porém devido à utilização do sorbato, foi perceptível um sabor metálico/azedo. No teste Q foi diminuída a porcentagem de sorbato de potássio, aumentada a quantidade de goma xantana e de sal, obtendo-se uma emulsão mais agradável ao palato e com textura semelhante à comercial, com pH de 3,74. Ambos os testes apresentaram melhor textura e coloração mais clara.

Ainda foram realizadas novas formulações para analisar as características da emulsão e ajuste do pH. Novo extrato de soja foi produzido contendo 3,2°Brix e crioconcentrado em dois estágios até 22°Brix, o qual foi usado nas formulações R, S e T, as quais se diferenciaram nas porcentagens de ácidos

utilizados. A formulação R, devido ao valor de pH encontrado na formulação anterior, foi produzida com um aumento de ácido fosfórico e diminuição do sorbato de potássio visando encontrar um sabor melhor, esta apresentou um pH de 3,90 e uma textura consistente, porém também ácida. Desse modo o teste S foi elaborado com um aumento da goma xantana e, diminuição do ácido fosfórico, para controlar o pH (4,05), mas essa emulsão apresentou um gosto ácido, com uma textura semelhante a um molho mais líquido do que cremoso. Já no teste T aumentou-se a quantidade de açúcar e ácido fosfórico, diminuindo-se a goma xantana, essa emulsão apresentou pH 4,09 e gosto ácido, porém ligeiramente mais suave.

Os testes U, V e X foram realizados com extrato crioconcentrado em dois estágios a 18,1°Brix, inicialmente com 3,2°Brix (Tabela 9). Visando mascarar o gosto ácido, foram produzidas com a mistura de óleo de soja e azeite de oliva extra virgem (Andorinha), porém esses testes continuaram apresentando gosto ácido, além de sabor perceptível do azeite e pouca estabilidade. Portanto, optou-se por não utilizar o azeite, pois ele influenciou intensamente no sabor e encareceria o produto final.

Tabela 9 - Testes de maionese com adição de azeite de oliva

Formulações	Concentração do ES	Extrato de soja	Ingredientes (%)						
			Óleo + azeite*	Sal	Açúcar	Ácido cítrico	Goma xantana	Ácido fósforico	Sorbato de potássio
U	18,1°Brix (2x)	59	38,3	0,3	0,1	0,5	1,0	0,5	0,3
V	18,1°Brix (2x)	59	38**	0,3	0,1	0,5	1,3	0,5	0,3
X	18,1°Brix (2x)	59	38**	0,3	0,1	0,5	1,3	0,3	0,3

* ambos foram adicionados em partes iguais.

** foram 28,5% de óleo e 9,5% de azeite.

Fonte: Autoria própria (2017).

Os testes foram finalizados, e com base em todas as modificações observadas, a formulação S foi escolhida como a melhor, pois todas apresentaram um gosto ácido. Mas essa formulação apresentou uma consistência cremosa e um pH dentro dos parâmetros, e entre todas as amostras que estavam armazenadas (P, Q, R, S e T) essa era a que estava com melhor aparência e um sabor mais agradável ao palato, após sete dias de armazenamento sob refrigeração.

Com a elaboração de dez lotes de extratos de soja crioconcentrados percebeu-se que há uma imensa dificuldade na reprodutibilidade do teor de sólidos

solúveis. Provavelmente por ter sido um trabalho manual, pode ter havido perdas de sólidos com o descongelamento, durante a quebra do extrato congelado antes da centrifugação.

A elaboração de maionese com reduzido teor lipídico, isenta de ovo como emulsificante e contendo proteínas de soja para formação da emulsão é um trabalho árduo, como visto nos experimentos aqui desenvolvidos. Após 23 testes foram observados vários fatores influentes, mas ainda não se obteve uma formulação similar à maionese comercial, quanto ao sabor, consistência e pH. Segundo Chang et al. (2017) com a diminuição da concentração de gordura, a fase aquosa e o teor de água podem aumentar, correspondentemente, induzindo à diminuição da viscosidade e firmeza da emulsão semi-sólida. Além disso, as proteínas apresentam uma redução ou perda da atividade emulsificante em regiões de pH próximo ao ponto isoelétrico, no caso da soja pH 4,5, e a presença de sais também influencia (FENNEMA; DAMODARAN; PARKIN, 2010). Sendo assim, outros aditivos devem ser testados para melhorar as características de formação e estabilização da emulsão, assim como o sabor da maionese.

5 CONCLUSÃO

Para a crioconcentração do extrato de soja, oriunda de uma safra antiga com estocagem de um ano, foram necessários quatro estágios para atingir o teor de sólidos solúveis de 17°Brix. No entanto, esse mesmo valor foi atingido com dois estágios nos grãos oriundos de safra nova e sem estocagem, mas foi percebida uma grande dificuldade para a reprodutibilidade da crioconcentração.

Foi possível formular maionese contendo extrato de soja crioconcentrado, com reduzido teor lipídico e isenta de ovo. Após 23 testes, observaram-se vários fatores influentes na formação e estabilidade da emulsão e nas características da maionese, quanto ao sabor, pH, textura e desenvolvimento de bolores e leveduras. A melhor formulação testada continha 59% de extrato de soja crioconcentrado (22°Brix), 28,3% de óleo de soja, 0,4% de sal, 0,1% de açúcar, 0,5% de ácido cítrico, 1,2% de goma xantana, 0,3% de ácido fosfórico e 0,3% de sorbato de potássio.

REFERÊNCIAS

ABU GHOSH, M. et al. Formulation and fuzzy modeling of emulsion stability and viscosity of a gume protein emulsifier in a model mayonnaise system. *Journal of Food Engineering*, v.84, p.348-357, 2008.

AIDER, M.; HALLEUX, D.; AKBACHE, A. Whey cryoconcentration and impact on its composition. *Journal of Food Engineering*, v. 82, p.92-102, 2007.

AMARAL, V. M. G. *A importância da soja como alimento funcional para a qualidade de vida e saúde*. 2006. 69 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Engenharia Mecânica/ Gestão da Qualidade Total) – Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2006.

AOAC - American of Analytical Chemists. *Official methods of analysis*, ed.17, 2000.

ARAÚJO, J. M.A. *Química de Alimentos: teoria e prática*. 3 ed. Viçosa: UFV, 2004.

BADOLATO, G. et al. Evaluation of long term stability of model emulsions by multisample analytical centrifugation. *Progress in Colloid and Polymer Science*. v. 34, p. 66-73, 2008.

BASTIDA-RODRÍGUEZ, J. The food additive polyglycerolpolyricinoleate (E-476): structure, applications, and production methods. *ISRN Chemical Engineering*, v.2013, p.1-21, 2013. Disponível em: <<http://www.hindawi.com/isrn/chemeng/2013/124767/>>. Acesso em 26 abr. 2017.

BEHRENS, J. H.; SILVA, M. A. A.P. Atitude do consumidor em relação à soja e produtos derivados. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 24, p. 431-439, 2004.

BENGOECHEA, C. et al. Influence of Semicontinuous Processing on the Rheology and Droplet Size Distribution of Mayonnaise like Emulsions. *Food Science and Technology International*, London, v. 15, n. 4, p. 367-373, 2009.

BEZERRA, A. S. M. et al. Preparação saudável para adolescentes: sanduíche com pão de abóbora, hambúrguer de tambaqui e maionese de soja. *Saber Científico*, v. 4, n. 1, p. 9 - 17, 2015.

BINKS, Bernard P. Particles as surfactants - similarities and differences. *Current Opinion in Colloid & Interface Science*, Oxford, v. 7, n. 1-2, p. 21-41, 2002.

BORTNOWSKA, G.; TOKARCZYK, G. Comparison of the physical and sensory properties of model low-fat mayonnaises depending on emulsifier type and xanthan gum concentration. *Electronic Journal of Agricultural Universities*, v.12, 2009.

BRASIL. Resolução RDC nº268, de 22 de setembro de 2005. Regulamento técnico para produtos proteicos de origem vegetal. *Diário Oficial da União*, Brasília, 22 de setembro de 2005.

_____. Resolução RDC nº276, de 22 de setembro de 2005. Regulamento técnico para especiarias, temperos e molhos. *Diário Oficial da União da República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 23 set. 2005.

CAMPOS, D. C. P. et al. Molho cremoso à base de extrato de soja: estabilidade, propriedades reológicas, valor nutricional e aceitabilidade do consumidor. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, Campinas, v. 29, n. 4, p. 919-926, 2009.

CHANG, C.; et al.. Effect of protein microparticle and pectin on properties of light mayonnaise. *LWT - Food Science and Technology*, v. 82, p.8-14, 2017.

CUNHA, M. A. A.; PERIN, C.; SANGALLI, R.; DIAS, C. A.; BEUX, S.. Produção de biscoitos com subproduto de soja (*okara*). *Synergismus Scyentifica*, UTFPR, Pato Branco, v.2, 2007.

DEPREE, J. A.; SAVAGE, G. P. Physical and flavour stability of mayonnaise. *Trends in Food Science & Technology*, v. 12, n. 5/6, p. 157-163, 2001.

DICKINSON, E. Hydrocolloids as emulsifiers and emulsion stabilizers. *Food Hydrocolloids*, Oxford, v. 23, n. 6, p. 1473-1482, 2009.

_____. Hydrocolloids at interfaces and the influence on thermoproperties of dispersed systems. *Food Hydrocolloids*. v.17, n. 1, p. 25–39, 2003.

DOLZ, M.; HERNADEZ, M.J.; DELEGIDO, J. Oscillatory measurements for salad dressings stabilized with modified starch, xanthan gum, and locust bean gum. *Journal of Applied Polymer Science*, New York, v. 102, n. 1, p. 897-903, 2006.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Soja na alimentação, 2017. Disponível em: < http://www.cnpso.embrapa.br/soja_alimentacao/index.php?pagina=23>. Acesso em: 15 jun2017.

_____. SILVA, Janine Passos Lima. *Validação do uso de antimicrobiano natural em maionese do tipo caseira para prevenção de surtos de origem alimentar*, Brasília, 2015.

FELBERG, I.; DELIZA, R.; GONÇALVES, E. B.; ANTONIASSI, R.; FREITAS, S. C.; CABRAL, L. C.. Bebida mista de extrato de soja integral e castanha-do-brasil: caracterização físico-química, nutricional e aceitabilidade do consumidor. *Alim. Nutr.*, Araraquara, v. 15, n. 2, p. 163-174. 2004.

FELLOWS, P. J. *Tecnologia do Processamento de Alimentos: Princípios e Prática*. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006, 602p.

FENNEMA, O. R.; DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L. *Química de alimentos*. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

FIB, Food Ingredients Brasil. *Dossiê Gomas*, n. 32, 2015. Disponível em: <<http://www.revista-fi.com/materias/357.pdf>> Acesso em 22 maio. 2017.

_____. *Dossiê Proteínas*, n. 28, 2014a. Disponível em: <<http://www.revista-fi.com/materias/357.pdf>> Acesso em 22 maio. 2017.

_____. *Rancidez Oxidativa: Os tipos e os efeitos da rancidez oxidativa em alimentos*, n. 29, 2014b. Disponível em: <http://revista-fi.com.br/upload_arquivos/201606/2016060396904001464897555.pdf> Acesso em 22 maio. 2017.

_____. *Dossiê Conservantes*, n.18, 2011. Disponível em: <<http://www.revista-fi.com/materias/186.pdf>>. Acesso em 11 out. 2017.

FOOD AND DRUG ADMINISTRATION. FDA final rule for food labeling: health claims: soy protein and coronary heart disease. *FedReg*, v. 64, p.57700-57733, 1999.

FRIEDIRICH, I.; TEVOS, M.; QUADROS, S.. *Biopolissacarídeos*. Seminário de Engenharia Bioquímica, Florianópolis, 2008.

GOMES, J. C.; GOMES, E. D.; MINIM, V. P. R.; ANDRADE, N. J.. Substituto de gordura à base de proteína. *Rev. Ceres*, v. 55, n. 6, p. 543-550, nov.-dez. 2008.

GROSSKLAUS, R. Fat replacers - requirements from a nutritional physiological point of view. *Eur J Med Res.*,v. 98, n. 4, p. 136 - 141, 1996.

HERNÁNDEZ, E.; RAVENTÓS, M.; AULEDA, J. M.; IBARZ, A. Freeze concentration of must in a pilot plant falling film cryoconcentrator. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, p. 130–136, 2010.

KOGAN, G., SADOVSKAYA, I., CHAIGNON, P., CHOKR, A.; JABBOURI, S.. Biofilms of clinical strains of Staphylococcus that do not contain polysaccharide intercellular adhesin. *FEMS MicrobiolLett*, p.11–16, 2006.

KRSTONOSIC, V.; DOKIC, L.; NIKOLIC, I.; MILANOVIC, M.. Influence of xanthan gum on oil-in-water emulsion characteristics stabilized by OSA starch. *Food Hydrocolloids*, Oxford, v. 45, p. 9–17, 2015.

LARROSA, V.J.; LORENZO, G.; ZARITZKY, N. E.; CALIFANO, A.N. Effect of the Addition of Proteins and Hydrocolloids on the Water Mobility in Gluten-Free Pasta Formulations. *Water*, p. 1-17, 2012.

LERSCH, M.. *Texture – A hydrocolloid recipe collection*, 2008. Disponível em: <<http://blog.khymos.org/wp-content/2009/02/hydrocolloid-recipe-collection-v3.0.pdf>>Acesso em 23 maio 2017.

LIU, H.; XU, X. M.; GUO, SH. D. Rheological, texture and sensory properties of low-fat mayonnaise with different fat mimetics. *LWT- Food Science and Technology*, Zurich, v. 40, n. 6, p. 946 – 954, 2007.

LIU, K. S.. *Soybeans: chemistry, technology and utilization*. New York: Chapman e Hall, 1997, 532p.

MARIN, M.; MADRUGA, N. A.; RODRIGUES, R. S.; MACHADO, M. R. G.; Caracterização físico-química e sensorial de bebida probiótica de soja. *B.CEP-PA*, Curitiba, v. 32, n. 1, p. 93-104, 2014.

MCLELLAN, M. R.; PADILLA-ZAKOUR, O. I. Juice processing. In: BARRETT, D. M.; SOMOGYI, L.; RAMASWAMY, H. (Eds.). *Processing Fruits: Science and Technology*, 2. ed., Chapter 4. Boca Raton, FL.: CRC Press.. 2004. p.73-97.

MENACHO, L. M. P.. *Influência do processo de germinação dos grãos de duas cultivares de soja BRS 133 e BRS 258 nos compostos bioativos da farinha integral de soja germinada*. 2009. 176 f. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2009.

MOURA, J.. *Cozinha com Ciência e Arte*. Lisboa: Bertrand Editora, 2011.168p.

MUN, S.; KIM, Y. L.; KANG, C. G.; PARK, K. H.; SHIM, J. Y.; KIM, Y. R. Development of reduced-fat mayonnaise using 4aGTase-modified rice starch and xanthan gum. *International Journal of Biological Macromolecules*, ed. 44, p. 400–407, 2009.

NAKAGAWA, K.; NAGAHAMA, H.; MAEBASHI, S.; MAEDA, K.. Usefulness of solute elution from frozen matrix for freeze-concentration technique. *Chemical Engineering Research and Design*, v. 28, n. 5, p. 718–724, 2010.

NIKZADE, V.; TEHRANI, M. M.; TARZJAN, M. Optimization of low-cholesterol-low-fat mayonnaise formulation: Effect of using soy milk and some stabi-

lizer by a mixture design approach. *Food Hydrocolloids*, n.28, n.8, p. 344-352, 2012.

O'BRIEN, R. D. Fats and oils formulation. In: O'BRIEN, R.D. *Fats and oils – formulating and processing for applications*. 3. ed. Boca Raton: CRC, 2009, p.263-345.

OLIVEIRA, A. F.; ROMAN, J. A.. Alimentos funcionais. In: ____ *Nutrição para Tecnologia de Alimentos e Engenharia de Alimentos*, Curitiba: CRV, 2013. p. 151 – 164.

PEREIRA, G. G.. *Utilização de extrato hidrossolúvel de soja na produção de sorvete*. 2010. 166p. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Alimentos) - Faculdade de Ciências do Alimentos, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.

PETZOLD, G.; MORENO, J.; LASTRA, P.; ROJAS, K.; ORELLANA, P.. Block freeze concentration assisted by centrifugation applied to blueberry and pineapple juices. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, p.192-197, 2015.

PINHEIRO, M. V. S., PENNA, A. L. B.. Substitutos de gordura: tipos de e aplicações em produtos lácteos. *Alim. Nutr.*, Araraquara, v. 15, n. 2. p. 175-186, 2004.

RIBEIRO, E. P.; SERAVALLI, E. A. G. *Química de Alimentos*. 2ª ed. São Paulo: Blucher, 2007, 190p.

RIBEIRO, G. P.; ANDRADE, A. P. C.; DANIELS, J.; SEIBEL, N. F.. Desenvolvimento de bebidas à base de soja com polpas de mamão e manga. *Acta Scientiarum. Technology*, Maringá, v. 36, n. 2, p. 341-347, 2014.

RISCARDO, M. A., FRANCO, J. M., GALLEGOS, C. Influence of composition of emulsifier blends on the rheological properties of salad dressing-type emulsion. *Food Science and Technology International*, v.9, p.53-63, 2003.

SACCO, G. B.. *Obtenção de um leite de soja de qualidade através do tratamento dos grãos em forno micro-ondas*. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Universidade, Piracicaba, p.9-15, 2001.

SALAH, R. B.; CHAARI, K.; BESBES, S.; BLECKER, C.; ATTIA, H.. Production of xanthan gum from *Xanthomonas campestris* NRRL B-1459 by fermentation of date juice palm by-products (*Phoenix dactylifera* L.). *Journal of Food Process Engineering*. v.34, n, 2, p. 457–474, 2011.

SEIBEL, Neusa Fátima. *Soja: cultivo, benefícios e processamento*. Curitiba: CRV, 2018. 150p.

SHEN, R.; LOU, S.; DONG, J. Application of oat dextrine for fat substitute in mayonnaise. *Food Chemistry*, London, v. 126, p. 65-71, 2011.

SILVA, E. V.; NETO, J.F.S.; MELO, F.S.N.; ARAUJO, A.D. *Análise da qualidade microbiológica de maioneses comercializadas em Pombal-PB*. Primeira semana acadêmica de engenharia de alimentos de Pombal – UFCG. Disponível em: < http://www.gvaa.com.br/revista/index.php/CVA_S/article/download/1003/923> Acesso em: 23 out. 2017.

TADROS, T.. Application of rheology for assessment and prediction of the long-term. physical stability of emulsions. *Advances in Colloid and Interface Science*. v. 108– 109, p 227–258, 2004.

TCHOLAKOVA, S.; DENKOV, N. D.; LIPS, A. Comparison of solid particles, globular proteins and surfactants as emulsifiers. *Physical Chemistry Chemical Physics*, Cambridge, v. 12, p. 1608–1627, 2008.

USDA – *United States Department of Agriculture*, 2011. National Nutrient Database for Standard Reference. Disponível em: <<http://www.ars.usda.gov/nutrientdata>> Acesso em: 26 abr. 2017.

XIE, M.H; XIA, J. Y; ZHOU, Z; ZHOU, G.Z; CHU, J; ZHUANG, Y. P. Power consumption, local and average volumetric mass transfer coefficient in multiple impeller stirred bioreactors for xanthan gum solutions. *Chemical Engineering Science*, p.144-156, 2014.

YAZICI, F.; AKGUN, A. Effect of some protein based fat replacers on physical, chemical, textural, and sensory properties of strained yoghurt. *Journal of Food Engineering*, v. 68, n. 3, p.245-254, 2004.

ZADINELLO, R. E.; COELHO, S. R. M.; TEO, C. R. P. A.; NÓBREGA, L. H. P.. Métodos de extração, formulação e avaliação sensorial de produtos à base de extrato hidrossolúvel de soja. *Varia Scientia Agrarias*. v. 1, n. 1, p. 111-120, 2010.

