



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
ALIMENTOS (PPGCTA)

CARLOS HENRIQUE PAGNO

**DESENVOLVIMENTO DE ESPESSANTE ALIMENTAR PARA LÍQUIDOS COM
VALOR NUTRICIONAL AGREGADO, DESTINADOS A INDIVÍDUOS
DISFÁGICOS**

Porto Alegre

2009

CARLOS HENRIQUE PAGNO

**DESENVOLVIMENTO DE ESPESSANTE ALIMENTAR PARA LÍQUIDOS
COM VALOR NUTRICIONAL AGREGADO, DESTINADOS A INDIVÍDUOS
DISFÁGICOS.**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos como um dos requisitos para obtenção do grau de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Orientador: Dr^a. Erna Vogt de Jong

Co-orientador: Dr^a. Simone Hickmann Flores

Porto Alegre

2009

AGRADECIMENTOS

Escrever os agradecimentos nem sempre é uma coisa fácil a se fazer, pois são tantas pessoas a agradecer, tantos nomes a citar que seriam linhas e linhas escritas. Mas alguns merecem ter seus nomes citados pela primordial importância, direta ou indiretamente nesta conquista.

Gostaria de expressar meu sincero agradecimento à Dr^a Erna Vogt de Jong e à Dr^a Simone Hickmann Flores pela orientação durante e execução deste trabalho, por acreditarem que eu seria capaz de realizá-lo. Algumas vezes deixaram de lado o papel de orientadoras e se tornaram amigas, aconselhando e consolando nas horas difíceis, quando a tristeza e o desânimo apareciam.

Aos professores da minha graduação de Santa Rosa que de uma ou outra forma contribuíram para meu crescimento pessoal e profissional, principalmente a professora Ângela Fiorentini, pela orientação e dedicação.

Aos amigos do ICTA: Roberval, Mariângela, Mariana e Cláudia, pelo carinho com que auxiliaram neste trabalho.

Além de agradecer, também quero dedicar este trabalho a algumas pessoas especiais:

Principalmente a minha família, minha mãe Nerlei, meu irmão Paulo e ao meu padrasto Oracilio, pessoas que sempre estiveram ao meu lado e nunca deixaram de acreditar em mim em todos esses anos.

A todos os amigos que fiz durante esses últimos setes anos longe de casa tanto em Santa Rosa, quanto os Porto Alegre. Ao pessoal da casa do estudante da UFRGS, principalmente o 3º CEU, minha segunda família, ao grande amigo Tiago pelo imenso apoio em todos os momentos da realização deste trabalho, a Adriana ao Daniel e outros tão especiais que ficaram para a vida toda.

OBRIGADO!

PAGNO, C. H. DESENVOLVIMENTO DE ESPESSANTE ALIMENTAR PARA LÍQUIDOS COM VALOR NUTRICIONAL AGREGADO, DESTINADOS A INDIVÍDUOS DISFÁGICOS. 83 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, [2009].

RESUMO

A deglutição é um processo coordenado e extremamente complexo, envolvendo contração e inibição de músculos localizados entre a boca e o estômago. Alterações neste sistema podem gerar disfagia, sinal comum de diversas doenças orgânicas, alterações neurológicas ou doenças neuromusculares, produzindo no paciente dificuldade na mastigação e deglutição de alimentos. Prover deglutição segura para indivíduos disfágicos é um desafio, contudo, esta pode ser facilitada se os alimentos tiverem a textura modificada e os líquidos forem espessados. Dessa maneira, este trabalho teve por objetivo desenvolver uma formulação de espessante alimentar, com valor nutricional agregado, para espessar diferentes líquidos, tornando-os com consistência adequada para pacientes disfásicos e avaliar sua ação em diferentes líquidos, testando a influência do tempo de espessamento e temperatura, sobre a estabilidade das viscosidades obtidas com as amostras. O ingrediente base usado para formulação e fonte de proteína foi o concentrado protéico de soro de leite (WPC), obtido experimentalmente, através da utilização das tecnologias de membranas, ultrafiltração (UF) e diafiltração (DF), através de três experimentos distintos. Inicialmente, 30 litros de soro em pó reconstituído, foram concentrados através da ultrafiltração, com redução do volume para cinco litros, a partir deste volume realizaram-se as diafiltrações. No primeiro experimento executaram-se quatro DF, duas de cinco litros e duas de 2,5 litros, obtendo-se WPC-1 com 56% de proteína. No segundo experimento também com quatro DF, executaram-se dois deles com 10 litros e dois com cinco litros, obtendo-se o WPC-2, com 71% de proteína. Para o terceiro experimento, os ciclos das diafiltrações foram aumentados para seis DF de cinco litros cada, obtendo-se o WPC-3, com 80% de proteína. Os concentrados obtidos foram liofilizados e caracterizados em relação a suas propriedades funcionais, sendo a solubilidade a mais importante por estar diretamente ligada à utilização em formulações alimentares de bebidas. Obteve-se solubilidade média de 70, 77 e 85% para WPC-1, 2 e 3 respectivamente. Pelas características obtidas de concentração de proteínas e percentual de solubilidade, o concentrado protéico obtido no terceiro experimento foi o selecionado para ser utilizado na formulação. Esta ficou constituída de 68% de concentrado protéico de soro de leite, 2% de mix de vitaminas e minerais e 30% do agente espessante (goma guar). Através de testes preliminares realizados com o agente espessante, determinou-se a porção do produto

formulado necessária de ser adicionada aos líquidos para que os mesmos atingissem os níveis de consistência desejados, ou seja, 4,2 g para consistência de néctar (50 – 351 cP), 6,7 g para consistência de mel (351-1750 cP) e 9,2 g para consistência de pudim (> 1750 cP), tradicionalmente recomendadas para indivíduos disfásicos, segundo o National Dysphagia Diet Guidelines (NDD). Diferentes amostras (leite, sucos de abacaxi, de uva e de laranja) foram espessadas e realizadas medidas da viscosidade aparente, expressas em centipoise (cP), nos tempos pós-preparo: 10 minutos, 2 horas com taxa de cisalhamento (“shear rate”) de $50s^{-1}$ a $25^{\circ}C$. As amostras foram armazenadas sob refrigeração e após 24 horas, novas medidas foram realizadas com taxa de cisalhamento de $50s^{-1}$ a $10^{\circ}C$. Houve diferença estatística significativa entre as médias de viscosidade nos tempos de preparo de todos os níveis de consistência, demonstrando que o agente espessante utilizado continuou agindo, hidratando-se e aumentando a viscosidade com o passar do tempo. Também foi encontrada diferença significativa entre algumas amostras, com diferentes líquidos de diluição, quando comparadas entre si no mesmo nível de consistência. No entanto, as amostras apresentaram viscosidade dentro dos níveis sugeridos pela National Dysphagic Diet, com exceção da consistência de pudim que, no tempo 10 minutos, permaneceu abaixo dos limites, adequando-se com o tempo, para o consumo de indivíduos disfágicos.

Palavras-chave: disfagia, formulação de espessante, viscosidade, bebidas espessadas, concentrado protéico de soro de leite, ultrafiltração e diafiltração.

PAGNO, C. H. DEVELOPMENT OF FOOD THICKNER FOR LIQUIDS WITH AGGREGATED NUTRITIONAL VALUE INTENDED FOR DYSPHAGIC INDIVIDUALS. 83 p. Master Dissertation (Master's Degree in Food Science and Technology) - Institute of Food Science and Technology, Federal University of Rio Grande do Sul, [2009].

ABSTRACT

The swallowing is a coordinated and extremely complex process, involving contractions and inhibitions of muscles located between the mouth and the stomach. Alterations on this system can generate dysphagia, common sign of several organic diseases, neurological alterations or neuromuscular diseases, producing in the patient difficulty in the mastication and Swallowing of food .To provide safe swallowing for dysphagic individuals is a challenge, however, this can be facilitated, if the food has modified texture and if the liquids are thickened. In this way, the purpose of this work was to develop a formulation of food thickener, with aggregated nutritional value, to thicken different liquid foods, giving them an appropriate consistence for dysphagic individuals and to evaluate its action in different liquid foods, testing the influence of the time of thickening and temperature, over the stability of the viscosities obtained by the samples. As ingredient base for formulation and protein source was used whey protein concentrate (WPC), obtained experimentally, through the use of the technologies of membranes, the ultrafiltration (UF) and diafiltration (DF), through three different experiments. Initially, 30 liters of reconstituted powder serum, were concentrate through ultrafiltration, with reduction of the volume for cinco liters, starting from this volume the diafiltration took place. In the first experiment quatro DF were executed, two of cinco liters and two of 2.5 liters, obtained WPC-1 with 56% of protein. In the second experiment quatro DF were executed, two of them with 10 liters and two with cinco liters, obtaining WPC-2 with 71% of protein. For the third experiment, the cycles of the diafiltration were increased for 6 DF of 5 liters each, obtaining WPC-3 with 80% of protein. The obtained concentrates were liofilized and characterized in relation to its functional properties, being the solubility the most important for being directly linked to the use in alimentary formulations and drink. Average solubility of 70, 77 and 85% were obtained for WPC, 1, 2 and 3 respectively. Due to the obtained characteristics of protein concentrate and its solubility, the WPC obtained in the third experiment was selected for if used in the formulation. This was constituted of 68% of whey protein concentrate, 2% of mix of Vitamins and Minerals and 30% of the thickening agent (gum guar). Through preliminary tests accomplished with the thickening agent the amount of formulated product necessary to reach the desired consistence levels was determined, being 4.2 g for nectar consistence (50 – 351 cP), 6.7 g for honey consistence

(351-1750 cP) and 9.2 g for pudding (> 1750 cP), traditionally recommended for dysphagic individuals according to National Dysphagia Diet Guidelines (NDD). Different samples (milk, pineapple juices, and grape and orange) were thickened and measurements of apparent viscosity were carried out, expressed in centipoise (cP), in the times after preparation: 10 minutes, 2 hour with shear rate of 50s^{-1} to $25\pm 2^\circ\text{C}$. The samples were stored under refrigeration and after 24 hours, new measurements were accomplished with shear rate of 50s^{-1} to $10\pm 2^\circ\text{C}$. There were significant statistic difference among the average viscosity in the times of preparation of all the consistence levels, demonstrating that the thickening agent used continued acting, increasing the viscosity in the course of time. As well as significant differences among some samples when compared to each other in the same consistence level, caused by the different constituents of the drinks taken as sample. However, all samples presented viscosity inside the levels suggested by National Dysphagic Diet, except for the pudding consistence that, in the time of 10 minutes, was below these limits, fitting with time, being for this inside the levels suggested, appropriated for consumption by dysphagic individuals.

Keywords: dysphagia, formulation food thickener, viscosity, thickened beverages, whey protein concentrate, ultrafiltration, diafiltration.

LISTA DE FIGURAS

CAPITULO 3

- Figura 1 - Percentual protéico no concentrado de soro de leite (base seca) em cada etapa do processo, para os experimentos 1, 2 e 3. 56
- Figura 2 - Percentual de lactose no concentrado de soro de leite (base seca) em cada etapa do processo para os experimentos 1, 2 e 3. 56
- Figura 3 - Solubilidade dos WPC sob diferentes temperaturas 57

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 2

Tabela 1 – Resumo dos experimentos (Exp.) realizados nas dialfiltrações, com o número de cada ciclo de DF realizado, o volume utilizado em cada ciclo e o total de água gasto no experimento.55

Tabela 2 - Composição centesimal em base seca de concentrados protéicos de leite bovino..55

Tabela 3 - Propriedades Funcionais dos WPC obtidos através da ultrafiltração: Capacidade Emulsificante (C.E), Índice de Atividade Emulsificante (I.A.E), Estabilidade de Emulsão (E.E) e solubilidade55

CAPÍTULO 3

Tabela 1 - Medida da viscosidade atingida com diferentes concentrações de gomas a 25°C em Shear rate de 50.s-1.78

Tabela 2 - Porção de cada composto adicionado na formulação, levando em consideração em 100g de produto final.....78

Tabela 3 - Quantidade em gramas do produto formulado a ser adicionada em um copo (250mL) de alimentos líquidos de acordo com as viscosidades que se deseja atingir78

Tabela 4 - Composição calórica e de minerais e IDR do produto formulado de acordo com a porção (g) para atingir os diferentes níveis de consistência (Néctar, Mel e Pudim)79

Tabela 5 - Composição vitaminas e % IDR de acordo com a porção (g), para atingir os diferentes níveis de consistência (Néctar, Mel e Pudim)80

Tabela 6 - Médias e desvio padrão da viscosidade das amostras espessadas, com consistência de Néctar, Mel e Pudim, expressas em centipoise (cP), e tempo de espessamento, com taxa de cisalhamento (shear rate) de 50s⁻¹81

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	11
1 INTRODUÇÃO.....	12
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
2.1 DISFAGIA	14
2.2 FISIOLOGIA DA DEGLUTIÇÃO	16
2.2.1 Fase oral.....	17
2.2.2 Fase faríngea.....	19
2.2.3 Fase esofágica	20
2.3 ESPESANTES ALIMENTARES	21
2.4 REOLOGIA DE PRODUTOS PARA DISFÁGICOS	23
2.5 PROTEÍNAS DO SORO DE LEITE.	24
2.5.1 Processo de Separação por Membrana.....	26
2.6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	28
CAPÍTULO 2	33
OBTENÇÃO DE CONCENTRADOS PROTÉICOS DE SORO DE LEITE E CARACTERIZAÇÃO DE SUAS PROPRIEDADES FUNCIONAIS	33
CAPÍTULO 3	58
DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DE ESPESANTE ALIMENTAR PARA LÍQUIDOS DESTINADOS A INDIVÍDUOS DISFÁGICOS	58
CAPITULO 4	82
CONSIDERAÇÕES FINAIS	82

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

1 INTRODUÇÃO

A alimentação é uma atividade básica e necessária para o ser humano, permitindo tanto sobrevivência como crescimento e desenvolvimento do indivíduo. A deglutição inicia nos lábios e termina no estômago, em um processo extremamente complexo, coordenado pelo sistema nervoso central. Para realizá-la, é necessário que órgãos e tecidos atuem de forma coordenada, em um processo integrado para assegurar o funcionamento normal e eficiente. Algumas doenças de origem neurológica têm como parte do seu quadro clínico, distúrbios de deglutição, tais distúrbios são denominados de disfagia.

A disfagia pode ser descrita como dificuldade na deglutição dos alimentos, na preparação oral ou no ato de levar o alimento ou a saliva da boca até o estômago, estando com isso diretamente relacionada com a desnutrição, um dos principais problemas que acomete tais indivíduos e pode resultar em asfixia ou aspiração durante a deglutição de alimentos líquidos. Em função deste risco, modificações na textura dos alimentos e líquidos, são utilizadas para promover deglutição segura. Geralmente líquidos espessados são produzidos pela adição amidos modificados e gomas (goma guar e/ou xantana).

A falta de padrões claros para as dietas modificadas e para líquidos espessados levou à criação do guia “National Dysphagia Diet (NDD), nos Estados Unidos, em 2002. A NDD incluiu recomendações para rotulagem e taxas de viscosidade para cada um dos quatro níveis de consistência recomendados no tratamento da disfagia (Fina, Néctar, Mel e Pudim). A viscosidade dos líquidos espessados - mais especificamente a resistência a fluir - pode ser expressa em centipoise (cP). As taxas de viscosidade dos alimentos líquidos categorizadas pela NDD são: Finos com viscosidade 1-50 cP, Néctar de 51-350 cP, Mel de 351-1750cP e Pudim superior a 1750 cP.

Além da desnutrição, outro grande problema causado pela disfagia é a imunodeficiência, causada pela falta ou má ingestão de nutrientes essenciais ao sistema imunológico, como vitaminas e minerais, devido a isso a suplementação nutricional é de extrema relevância. Fornecer a tais indivíduos uma fonte protéica de boa qualidade e com bom valor nutricional pode auxiliar a minimizar os efeitos causados pela disfagia. Uma boa opção seria a utilização das proteínas do soro de leite não fosse a presença do excesso de lactose,

O soro de leite é um subproduto da indústria de laticínios, no entanto suas proteínas possuem elevado valor nutricional, conferido pelo alto teor de aminoácidos essenciais. No

entanto, sua concentração é baixa e, para realçar suas propriedades nutricionais e funcionais, é necessário realizar etapas de concentração, através da utilização da tecnologia de membranas.

Com a chegada de novas tecnologias, particularmente as de membranas e com as novas descobertas da importância das proteínas do soro do leite em ciência e tecnologia de alimentos e na nutrição, ocorreu aumento das pesquisas, procurando intensificar o uso dessas proteínas

A tecnologia de membranas engloba a ultrafiltração (UF) e a diafiltração (DF). A UF tornou-se uma das técnicas mais utilizadas para recuperar as proteínas solúveis do soro e o uso da diafiltração, um modo de operação da UF, onde ocorre a adição de água em algumas etapas durante o processo de concentração, foi um fator significativo para a intensificação do uso desse processo, na purificação e concentração de proteínas. O produto obtido pode ser classificado como concentrados protéicos (WPC) e isolados protéicos (WPI). No produto formulado, além do concentrado protéico, foi adicionado um “mix” de vitaminas e minerais, previamente formulados, levando em consideração as necessidades de um grupo de indivíduos adultos e, como agente espessante, goma guar.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Disfagia

A alimentação é uma atividade básica e necessária para o ser humano, permitindo tanto sobrevivência, quanto o crescimento e o desenvolvimento do indivíduo, contudo para realizá-la é necessário que órgãos e tecidos atuem de forma coordenada, em um processo integrado para assegurar o funcionamento normal e eficiente (SALFATE, 2004).

A deglutição é um processo complexo, envolvendo estruturas relacionadas à cavidade oral, faringe, laringe e esôfago, submetidas a um controle neural, que permite a condução do conteúdo oral (boca) até o estômago, não permitindo a entrada de nenhuma substância nas vias aéreas (SILVA, 2006). Este processo é um fenômeno dinâmico ligado às funções biológicas de sobrevivência, que se verifica pela ingestão de nutrientes adequados, absorvidos e incorporados pelo organismo (JEAN, 2001; ROSADO et al., 2005).

Um número significativo de doenças está associado aos distúrbios da deglutição como parte de seu quadro clínico. Estes distúrbios, freqüentemente, caracterizam o processo de disfagia. As causas neurológicas são as mais freqüentes e, usualmente, as que causam maior repercussão na dinâmica da deglutição (YAMADA et al., 2004).

A disfagia caracteriza-se por um distúrbio da deglutição ou qualquer dificuldade do trânsito do bolo alimentar da boca até o estômago, associado a complicações, tais como: desnutrição, pneumonia aspirativa, penetração laríngea, presença de saliva ou restos alimentares no vestíbulo laríngeo antes, durante ou após a deglutição (SCHELP et al., 2004).

O esôfago, cuja principal função é o transporte do alimento da boca ao estômago, pode ser sede de doenças orgânicas e/ou funcionais. As doenças orgânicas produzem alterações anatômicas, freqüentemente, de caráter obstrutivo de origem benigna ou maligna, enquanto as funcionais estão relacionadas aos distúrbios da motilidade esofagiana que geram sintomas como disfagia. Esta, inclusive, a de origem funcional é classificada em: disfagia de transferência e de transporte. Na primeira, também chamada de orofaríngea, a dificuldade reside na transferência do bolo alimentar da boca para a faringe e sua penetração pelo esfíncter superior do esôfago. Na disfagia de transporte ou esofagiana, ocorre dificuldade na passagem do bolo alimentar pelo corpo esofagiano (DOMINGUES e LEMME, 2001).

Rosado et al. (2005) relataram, que as complicações da disfagia são, na maioria das vezes, detectadas em pacientes que sofreram acidente vascular cerebral (AVC) isquêmico ou hemorrágico, paralisia cerebral, ou traumatismo crânio-encefálico (TCE).

Segundo Yamada et al. (2004) a disfagia pode ser encontrada em até 80% dos casos de acidente vascular cerebral (AVC), tendo a pneumonia aspirativa como fator complicador. Em alguns estudos realizados, constatou-se que na Doença de Parkinson (DP) existem alterações da dinâmica da deglutição em até 63,2% dos casos, com presença de aspiração do bolo alimentar em 15,8%. O comprometimento da fase oral da deglutição foi identificado em 50% dos indivíduos e, entre estes, 11% apresentaram alteração da fase faríngea. Admite-se que, além da rigidez, há diversas causas não diretamente relacionadas à DP que contribuem para a disfagia (FUH et al., 1997; COLCHER e SIMUNI, 1999; YAMADA et al., 2004; GERMAIN et al., 2006a).

A disfagia afeta a rotina e a vida diária de quem tem este sintoma. Os pacientes precisam estar sempre atentos à forma de deglutir, passando do processo inconsciente para o consciente de deglutição (SCHELP et al., 2004).

As alterações do processo da alimentação merecem atenção especial, uma vez que estão diretamente relacionadas com a nutrição e a qualidade de vida dos indivíduos.

Promover nutrição adequada para indivíduos disfágicos é um desafio. Contudo a alimentação de tais indivíduos pode ser facilitada se os alimentos tiverem a textura modificada para a forma de “purê” e principalmente se líquidos forem espessados. No entanto, essas mudanças, freqüentemente resultam em alimentos que são menos atraentes e diluídos nutricionalmente (GERMAIN et al., 2006b; SMITH, 2006).

De acordo com Germain et al. (2006b), a desnutrição é freqüentemente observada em indivíduos disfágicos, juntamente com outros problemas de saúde como constipação, desidratação, ulcera, anorexia e imunodeficiência, geralmente causadas pela falta ou baixa ingestão de nutrientes considerados essenciais como algumas vitaminas e minerais, que atuam sobre o sistema imunológico ocasionando decréscimo geral na qualidade de vida.

Modificações na textura dos líquidos e na viscosidade, através da utilização de espessantes, têm sido usadas para promover a deglutição segura. Pelo espessamento dos líquidos o tempo no trânsito orofaríngeo é aumentado, criando um bolo alimentar mais coeso, compensando assim um pouco o “déficit” na deglutição e reduzindo o risco de aspiração (LOTONG et al., 2003; MATTA et al., 2006; ADELEYE e RACHAL, 2007).

Bebidas espessadas podem ser especialmente preparadas para o tratamento das disfagia. Geralmente os líquidos espessados são produzidos pela adição de um ou mais agente

espessante como: amidos de milho modificado ou gomas sendo as mais utilizadas a goma guar e xantana (GERMAIN et al., 2006a; SOPADE et al., 2007).

2.2 Fisiologia da Deglutição

O ato de deglutir ocorre aproximadamente 600 vezes por dia em um homem adulto sadio, em torno de 35 vezes por hora, quando acordado e seis vezes por hora quando está dormindo (JOTZ e DORNELLES, 2006). Este ato tão simples torna-se tão automático que pouco o percebemos, embora seja tão necessário para a manutenção da vida. É na verdade resultante de um complexo mecanismo neuromotor, cuja absoluta coordenação, em uma de suas fases e entre essas fases, resulta no efetivo transporte do alimento da cavidade oral para o estômago (MACEDO, 2003; ALVES, 2003; ROSADO et al., 2005).

A deglutição é um fenômeno dinâmico ligado à manutenção da higidez biológica, que se verifica pela ingestão de nutrientes adequados, absorvidos e incorporados pelo organismo (YAMADA et al., 2004).

Durante a deglutição, diferentes níveis do sistema nervoso central, do córtex cerebral, são envolvidos e muitos dos músculos estriados, inervados pelos nervos cranianos, são excitados e seqüencialmente inibidos para a execução da passagem do bolo alimentar da boca para o estômago (ERTEKIN e AYDOGDU, 2003; MANGILLI e ANDRADE, 2007). O sistema nervoso integra muitas funções da cavidade oral, faringe, esôfago, vias aéreas com outras estruturas. Pode parecer um processo simples, mesmo envolvendo estágios complexos. A deglutição é tradicionalmente vista como altamente coordenada, dinâmica e de curta duração (PILLON et al., 2004).

Os reflexos de deglutição também protegem a via respiratória superior pela limpeza da nasofaringe e orofaringe, fechando a nasofaringe e a laringe, para prevenir a aspiração pulmonar de partículas de alimentos (JEAN, 2001; ROSADO et al., 2005).

Classicamente, a deglutição é dividida em três fases, sendo que a oral é aceita freqüentemente como voluntária, enquanto a faríngea e a esofágica ou esofagogástrica são involuntárias (ALVES, 2003; ERTEKIN e AYDOGDU, 2003). No entanto alguns autores a classificam em quatro fases, dividindo-se a oral em duas outras fases: oral preparatória e oral propriamente dita (GLEESON, 1999; PILLON et al., 2004; CINTRA et al., 2005).

A ingestão do alimento ou deglutição pode ser iniciada com uma ação voluntária consciente, contudo a maior parte do processo ocorre involuntariamente ou

subconscientemente (GLEESON, 1999). As fases, oral preparatória e oral são voluntárias e a fase faríngea e esofágica involuntárias (CINTRA et al., 2005). A fase faríngea é talvez a principal etapa da deglutição, pois envolve parte da cavidade oral, os músculos mastigatórios (MACEDO, 2003), os músculos intrínsecos e extrínsecos da laringe, em adição a estruturas próprias da faringe (JOTZ e DORNELLES, 2006).

2.2.1 Fase oral

O alimento ao ser introduzindo na cavidade oral, é trabalhado de modo a assumir uma consistência que permita melhor condução do bolo alimentar da boca, passando através das regiões da faringe e da laringe até chegar ao estômago (JOTZ e DORNELLES, 2006).

A fase oral da deglutição é a fase na qual se prepara, qualifica, organiza e ejeta o conteúdo a ser deglutido da cavidade oral para a faringe, isto é, o alimento colocado na boca é triturado e umidificado, formando bolo coeso, sendo percebido a partir de informações aferentes, quanto a volume, consistência, grau de umidificação, sabor e temperatura; posicionado sobre o dorso da língua e por meio de sua movimentação ondulatória é, então, ejetado para a faringe (ALVES, 2003; CINTRA et al., 2005).

O tempo despendido na fase oral está diretamente relacionado ao tempo de mastigação dos alimentos sólidos (JOTZ e DORNELLES, 2006), sendo a mastigação a função mais importante do sistema estomatognático, tendo como objetivo a degradação mecânica dos alimentos, constituindo a fase inicial do processo digestivo, que se inicia na boca (PASTANA, COSTA, CHIAPPETTA, 2007). Visa a trituração e moagem dos alimentos, transformando-os em partículas menores que, ligando-se pela ação misturadora da saliva, formam o bolo alimentar (MONTEIRO et al., 2005). A mastigação apresenta três etapas hierárquicas: a incisão, a trituração e a pulverização dos alimentos (JOTZ e DORNELLES, 2006). A incisão, ou fase de mordida refere-se ao momento do primeiro corte, com o alimento já estabilizado pelo músculo orbicular da boca. Nesse momento, há a informação de consistência, temperatura e tamanho adequado para se processar as fases restantes (TAGLIARO, CALVI, CHIAPPETTA, 2004). A trituração é a transformação mecânica de partes grandes do alimento em partes menores, feita principalmente pelos dentes pré-molares. Na pulverização ocorre a moenda das partículas pequenas, que são transformados em elementos menores (JUNQUEIRA, 2003).

As fases, oral e oral preparatória são simultâneas, sendo, muitas vezes, difícil fazer distinção entre elas. Na fase oral propriamente dita, a primeira ação envolve a propulsão ou

transferência do bolo alimentar da cavidade oral para a orofaringe (GLEESON, 1999), ultrapassando a arcada amigdaliana, caracterizando assim a atividade voluntária final da deglutição (JOTZ e DORNELLES, 2006). A preparação e movimentos do bolo alimentar são de controle voluntário, no entanto eles ainda são formados fora de um esforço consciente, o que caracteriza o final da fase oral (GLEESON, 1999). Durante essa atividade, os lábios, as bochechas e a língua devem manter o alimento no interior da cavidade oral, prevenindo escapes anteriores (através dos lábios) ou posteriores (por sob a base da língua) (JOTZ e DORNELLES, 2006). Ertekin e Aydogdu (2003) salientaram que, neste estágio, a contração dos lábios e músculos da face são cruciais para prevenir o escape de sólidos ou líquidos da cavidade oral.

A língua, devido a sua constituição complexa de músculos intrínsecos e extrínsecos, é o agente primário para as funções de mastigação, no que diz respeito à deglutição. Forma o bolo alimentar, pressionando-o contra o palato duro e iniciando o movimento do bolo para parte posterior da língua, em direção a orofaringe. Os músculos supra-hióides da base da boca são particularmente importantes para elevação da língua, especialmente com bolos sólidos (ARAÚJO, 2001; ERTEKIN e AYDOGDU, 2003).

A língua condiciona o bolo, dando formato e impulsionando-o posteriormente. O intervalo de tempo entre o contato da língua com o palato duro e o início do transporte do bolo, juntamente com o movimento cranial do osso hióide, é de apenas um segundo. Sendo a função da língua competente, nenhum resíduo alimentar permanecerá na cavidade oral após o término da fase oral (JOTZ e DORNELLES, 2006). O fim desta fase da deglutição é dado pelo gatilho que dá início a fase faríngea (ERTEKIN e AYDOGDU, 2003).

A função cerebral é importante nesse estágio, coordenando os estímulos motores dos lábios, da bochecha e da boca e principalmente da língua, na fase oral preparatória (ARAÚJO, 2001). As fibras aferentes envolvidas no início da deglutição são as situadas dentro do ramo maxilar do nervo trigeminal, nervo glossofaríngeo e do nervo vago, especialmente superior ao ramo laríngea superior (ERTEKIN e AYDOGDU, 2003).

De acordo com os mesmos autores, na deglutição de pequenos volumes (1 – 2 mL) tais como a saliva, não há uma preparação oral, e as fases oral e faríngea ocorrem em seqüência; em contraste, quando se ingere grande volume de líquido, as mesmas fases se sobrepõem ocorrendo simultaneamente. A proporção do bolo não altera a seqüência dos eventos durante a deglutição, mas modula o tempo de cada fase. Após aumento de 20mL do volume do bolo, normalmente o indivíduo tende a dividir o líquido em duas ou mais partes, chamada pelos

autores de deglutição fragmentada. Pacientes com disfagia neurogênica são obrigados a dividir o bolo alimentar em duas ou mais partes com volume inferiores, até mesmo a 20mL.

2.2.2 Fase faríngea

O estágio ou fase faríngea da deglutição ocorre por processo involuntário, envolvendo uma série de eventos neuromusculares altamente coordenados, com a elevação da parede da faringe, empurrando o bolo alimentar através da hipofaringe para entrada no esôfago (GLEESON, 1999).

As condições de deglutição nesta fase não envolvem somente músculos da faringe e laringe, mas também músculos da cavidade oral, tais como a língua e o músculo supra hióide. Nos mamíferos, todos os músculos envolvidos na fase orofaríngea são estriados e comandados por vários neuromotores, localizados em diferentes núcleos motores cranianos na massa encefálica e nos primeiros níveis da espinha cervical (JEAN, 2001).

No início da deglutição a faringe sofre reconfiguração, transformando-se de via aérea em via digestiva. Mecanicamente o que ocorre é uma série de eventos sincronicamente coordenados (MACEDO, 2003).

De acordo com Robbins (1988) apud Gleeson (1999), a fase faríngea é comandada inteiramente pela ação das válvulas velofaríngea, laríngea e cricofaríngea. Primeiro a válvula velofaríngea funciona para prevenir a entrada de material no interior da cavidade nasal, em seguida, a válvula laríngea responsável pela proteção das vias aéreas durante a deglutição, incluindo o fechamento de esfíncter das pregas ariepiglóticas e das cordas vocais, entra em ação. Seguindo, a válvula cricofaríngea fica em estado de contração tônica e relaxa para permitir o transporte do bolo alimentar para esôfago.

Vários eventos importantes ocorrem em uma sucessão rápida e coordenada, durante a fase faríngea (JOTZ e DORNELLES, 2006). A proteção das vias aéreas, cavidade nasal, laríngea a traquéia, ocorre por vários eventos ou reflexos que incluem o fechamento velofaríngeal, suspensão e elevação da laringe pelo músculo supra hióide e fechamento da laringe pelos músculos laríngeal das pregas vocais e epiglote (GLEESON, 1999; ERTEKIN e AYDOGDU, 2003). A elevação da laringe é um componente vital para a proteção das vias aéreas, ela é elevada e tracionada para baixo da base da língua enquanto realiza a proteção das vias aéreas inferiores, fechando-a. O fechamento ocorre imediatamente ao nível das pregas vocais (movimento em adução), sendo seguido pelo fechamento das pregas vestibulares e, finalmente pela cobertura do vestíbulo laríngeo através da epiglote (JOTZ e DORNELLES,

2006). De acordo com Gleeson (1999) o movimento em adução é essencial para um processo de deglutição normal, ocorrendo em média 0,22s antes de iniciar a elevação da laringe pelo músculo supra hióide (complexo hióide-laringeal) e ação peristáltica faríngeal. Toda a deglutição toma algum lugar entre a inspiração e expiração, ocorrendo um período de apnéia durante a fase faríngea da deglutição (ERTEKIN e AYDOGDU, 2003).

Os mecanismos de proteção das vias aéreas contra aspiração são múltiplos, envolvem interação entre o trato respiratório e via digestiva, via dois mecanismos (MACEDO, 2003):

- o primeiro, contra a aspiração durante a deglutição, são todos aqueles eventos sincronizados entre a fase da deglutição, onde ocorre elevação da laringe, adução vestibular e das pregas vocais, associada à inervação sensorial da região laringofaríngea.

- o segundo é contra o refluxo de conteúdo gástrico para faringe a laringe.

O transporte do bolo alimentar, na fase orofaríngea decorre da fase propulsiva da ação lingual, que é transferida para os músculos constritores da faringe (COOK e KAHRILAS, 1999). A musculatura constritora da faringe se contrai seqüencialmente formando espécie de ondas impulsionando o bolo alimentar em direção ao esôfago (JOTZ e DORNELLES, 2006), limpando praticamente todos os resíduos na oro e hipofaringe (ERTEKIN e AYDOGDU, 2003). Estas contrações de ondas movem-se dos constritores superiores aos inferiores numa velocidade de 10-20 cm/s (COOK e KAHRILAS, 1999; JEAN, 2001).

O transporte para o esôfago ocorre com a abertura e relaxamento do Esfíncter Esofágico Superior (EES), através da elevação da laringe e a elevação do músculo cricofaríngeo (ERTEKIN e AYDOGDU, 2003; JOTZ e DORNELLES, 2006). O esfíncter esofágico superior (EES) consiste do músculo cricofaríngeo estriado contraído tonicamente, durante a deglutição, este relaxa, é aberto e o esfíncter é tracionado antero-superiormente pelo grupo de músculos supra hióide. Então a fase faríngea da deglutição se completa e o EES se fecha até a próxima deglutição (GLEESON, 1999).

2.2.3 Fase esofágica

A fase ou estagio esofágico é um processo involuntário em que o bolo alimentar é levado por movimentos peristálticos até o estômago (CINTRA et al., 2005). Em comparação com a fase faríngea complexa e rápida, a fase esofágica é simples e lenta (ERTEKIN e AYDOGDU, 2003).

Após a passagem do alimento pelo esfíncter esofágico superior (EES), a laringe retorna a sua posição normal e o tônus muscular do esfíncter aumenta, prevenindo a

regurgitação do alimento e a aerofagia (JOTZ e DORNELLES, 2006). O transporte esofágico consiste de uma contração de ondas peristálticas dos músculos lisos e estriados que se propaga no sentido crâniocaudal, finalizando com o relaxamento do esfíncter esofágico inferior e a passagem do alimento para o estômago (ERTEKIN e AYDOGDU, 2003; JOTZ e DORNELLES, 2006). De acordo com Haddad (2003), diversos fatores podem modificar a amplitude, a duração e a velocidade de propagação das ondas, e que, em um mesmo indivíduo, ela permanece mais ou menos constante e não é afetada pela idade. Segundo o mesmo autor, a duração e a amplitude aumentam e a velocidade diminui quando o alimento deglutido é líquido, ao contrário do que ocorre com a deglutição a seco e quanto maior o bolo alimentar, mais forte tende a ser a contração peristáltica.

O tempo necessário para essa fase pode variar, nos indivíduos normais, entre 8 a 20 segundos (JEAN, 2001; ERTEKIN e AYDOGDU, 2003).

2.3 Espessantes Alimentares

Agentes espessantes ou hidrocolóides, são utilizados para melhorias de textura ou consistência da produção de alimentos líquidos (BYLAITE et al, 2005), com a finalidade aumentar a viscosidade de soluções, emulsões e suspensões em alimentos. São também empregados para melhorar a textura e a consistência de determinados produtos. A maioria dos espessantes são carboidratos naturais (carragena, gomas guar, arábica e xantana) e carboidratos quimicamente modificados (MUNHOZ, WEBER, CHANG, 2004; MARUYAMA et al., 2006).

No mercado encontra-se grande quantidade de espessantes alimentares, destinados a modificar a consistência de alimentos líquidos para o tratamento de disfágicos, utilizando principalmente como agentes espessantes: goma guar (Supercol®; Guarcol®), goma Xantana (Keltrol-F®; QuikThik®) e amido de Milho modificado (Thicken-Up®; THICK & EASY®).

A literatura mostra uma série de pesquisas avaliando a interação de tais espessantes com os mais diversos líquidos, como por exemplo em água (GARCIA et al., 2005; SOPADE et al. 2007), suco de frutas, leite e café (GARCIA et al., 2005; SOPADE et al., 2008a e b).

Os espessantes alimentares à base de amido de milho modificado, encontrados no mercado, são compostos basicamente de amido de milho modificado e maltodextrina (THICK & EASY®), misturam-se facilmente a todos os tipos de bebida e purês de qualquer origem

alimentar (p.ex. carnes, frutas, legumes, etc). No entanto, os processos de modificações sofridas por tais amidos não são indicados pelos fabricantes.

O amido é um dos componentes mais abundantes da maioria dos alimentos sendo responsável pelas propriedades tecnológicas que caracterizam grande parte dos produtos processados (TEIXEIRA et al., 1998). Contudo os amidos nativos ou naturais não são os mais adequados para processamentos específicos. As modificações do amido nativo são feitas para obtenção de ingredientes com as propriedades necessárias para usos industriais como espessante alimentar (MATSUGUMA, 2006). Melhorias nas propriedades tecnológicas do amido podem ser obtidas por processos físicos, tais como tratamento térmico e exposição a radiações, por processos químicos, nos quais se empregam reagentes específicos para alterar a estrutura das macromoléculas componentes do amido e ainda há a possibilidade de serem empregados processos enzimáticos, obtendo assim o chamado amido modificado (SILVA et al., 2006).

De acordo com Maruyama et al. (2006) as gomas são aditivos alimentares com função de espessar, estabilizar, encorpar, conferir viscosidade, elasticidade e dar a textura desejada ao alimento produzido. Os espessantes à base de gomas, também chamados de hidrocolóides, encontrados no mercado, são compostos basicamente de:

- goma xantana (Keltrol-F®; QuikThik®): que funciona muito bem como estabilizante em produtos à base de água, possui boa solubilidade, no entanto, é altamente higroscópica; possui comportamento pseudoplástico quando em solução, capaz de manter estáveis a maciez do produto em diferentes faixas de pH (HUANG, KAKUDA, CUI, 2001).

- goma guar (Supercol®; Guarcol®): a goma guar é extraída do endosperma da semente da leguminosa *Cyamopsis tetragonolobus*, possui boa solubilidade a frio e proporciona viscosidade máxima em sistemas aquosos dos mais diferentes tipos (leite, café, sucos) em poucos minutos. De acordo com Cândido e Campos (1996) a goma guar não forma gel, mas atua como espessante e estabilizante formando dispersões altamente viscosas quando hidratadas em água fria. É capaz de formar soluções viscosas com alta capacidade de retenção de umidade e estabiliza suspensões (MARUYAMA et al., 2006). Além dessas vantagens, a goma guar possui baixo custo, podendo ser empregada em bebidas como espessante e estabilizante (SLAVIN e GREENBERG, 2003). As gomas guar ou xantana quando utilizadas para espessar alimentos, possuem ainda a vantagem de serem fibras solúveis, desempenhando no organismo melhor controle glicêmico e redução do colesterol sérico (LIMA e SRUR, 1999; ÁLVAREZ e SÁNCHEZ, 2006).

Pode-se encontrar na literatura trabalhos avaliando espessantes comerciais, utilizados para modificar a consistência de líquidos para o manejo da disfagia, formulados com diferentes agentes espessantes. Sopade et al. (2007) avaliaram a viscosidade de seis espessantes comerciais, quatro destes tinham como agente espessante gomas (dois de goma guar e dois goma xantana) e outros dois de amido de milho modificado. Sopade et al. (2008a) avaliaram a interação dos mesmos espessantes em diferentes sucos de frutas e Sopade et al. (2008b) investigaram a relação de tais espessantes em três diferentes tipos de leite. Garcia et al. (2005) investigaram a estabilidade de outros cinco espessantes comerciais: um à base de amido de milho (Thicken Up[®]), dois amidos de milho mais maltodextrina (Thick & Easy[®], Thick It[®]) e dois à base de gomas (Simply Thick[®], Thick & Clear[®]) em diferentes líquidos (água, leite, café e sucos de maçã e de laranja) para disfágicos, em diferentes tempos de espessamento.

2.4 Reologia de Produtos para Disfágicos

A reologia é o estudo do escoamento e deformação da matéria ou seja, é o estudo do comportamento de fluidez ou fluxo dos alimentos, terminologia utilizada para discutir as características de texturas. Os fluidos podem ser caracterizados pela sua viscosidade e/ou pela sua consistência (BOURNE, 1982 apud GERMAIN, DUFRESNE, RAMASWAMY, 2006a).

A viscosidade é definida como a resistência dos líquidos em fluir sob a aplicação de uma determinada força, é o termo comumente conhecido que descreve as propriedades de escoamento de um fluido ou alimento líquido (RAO, 1982).

Na literatura os termos viscosidade e consistência são algumas vezes utilizados como sinônimos ao se discutir característica de textura de alimentos empregados no manejo da disfagia (GERMAIN, DUFRESNE, RAMASWAMY, 2006a)

Controle na viscosidade dos alimentos espessados é clinicamente importante para o manejo e tratamento de pacientes disfágicos, evitando os riscos de aspiração e de retenção de alimentos na faringe após a deglutição (PAIK et al., 2004).

A falta de padrões claros para as dietas modificadas e para líquidos espessados levou a criação e publicação do National Dysphagia Diet (NDD, 2002) nos Estados Unidos em 2002 pela National Dysphagia Diet Task Force (NDDTF). A NDD incluiu recomendações para rotulagem e taxas de viscosidade para cada um das quatro níveis de consistência recomendados no tratamento da disfagia (Fina, Néctar, Mel e Pudim) (GARCIA et al., 2005).

A viscosidade dos líquidos espessados - mais especificamente a resistência a fluir - é expressa em centipoise (cP). As taxas de viscosidade dos alimentos líquidos categorizadas pela NDD são: Finos com viscosidade 1-50 cP, Néctar de 51-350 cP, Mel de 351-1750 cP e Pudim superior a 1750 cP (GARCIA et al., 2005).

Devido à consistência da maior parte dos líquidos consumidos sofrer variações em função das taxas de fluxo, as medidas de viscosidade são tipicamente reportadas em taxa de cisalhamento específico (STEELE et al., 2003). Baseado nas pesquisas realizadas, a NDDTF selecionou a taxa de cisalhamento de 50 s^{-1} e temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, como padrões (GARCIA et al., 2005).

Algumas pesquisas tem reportado a viscosidade de alimentos líquidos e semi-líquidos freqüentemente destinados ao tratamento de indivíduos com sintomas de disfagia. Germain et al. (2006a) ao avaliarem as propriedades reológicas de alimentos preparados para disfágicos em Hospital nos Estados Unidos, observaram despadronização de alguns alimentos, quando comparadas com os padrões sugeridos pela NDD (2002). Para os alimentos com nível consistência considerado Néctar a viscosidade aparente ficou em média $615 \pm 260 \text{ mPa s}$, para os produtos Mel $1480 \pm 1240 \text{ mPa s}$, e para os produtos Pudim $3340 \pm 1240 \text{ mPa s}$, as viscosidades foram medidas a temperatura de 8°C com “Shear rate” de 50 s^{-1} , segundo o mesmo autor, $1 \text{ mPa s} = 1 \text{ cP}$.

Sopade et al. (2007) ao avaliarem a viscosidade de diferentes espessantes comerciais, dispersos em água e suco de framboesa, com diferentes concentrações (0,1–15,6% p/p, sólidos), sendo que quatro destes tinham como agente espessante gomas (dois de goma guar e dois goma xantana) e outros dois de amido de milho modificado observaram que as mesmas concentrações de diferentes espessantes possuíam atributos de viscosidade diferentes. Os espessantes à base de goma guar apresentaram as maiores viscosidades em menores concentrações. Enquanto em uma concentração de 1,1% de espessante, à base de goma guar, possuía viscosidade aparente de 1140,3 cP a mesma concentração de espessante à base de goma Xantana possuía viscosidade de 207,3 cP.

2.5 Proteínas do Soro de Leite.

O soro lácteo, também conhecido como soro de leite, soro de queijo ou lacto-soro, é um subproduto da indústria de laticínios e representa a porção aquosa do leite que se separa do coágulo durante a fabricação do queijo ou da caseína (BALDASSO, 2008).

O soro de leite pode ser obtido, em laboratório ou na indústria, por três processos principais (SGARBIERI, 2004):

a) processo de coagulação enzimática (enzima quimosina), resultando no coágulo de caseína, matéria-prima para a produção de queijos e no soro "doce";

b) precipitação ácida no pH isoelétrico (pI), resultando na caseína isoelétrica, que é transformada em caseinatos e no soro ácido;

c) separação física das micelas de caseína por microfiltração, obtendo-se um concentrado de micelas e as proteínas do soro, na forma de concentrado ou isolado protéico.

Por décadas, essa parte do leite foi desperdiçada pela indústria de alimentos. Somente a partir da década de 70, pesquisadores passaram a estudar suas propriedades (HARAGUCHI, ABREU, PAULA, 2006). Do ponto de vista aminoacídico, tais proteínas apresentam quase todos os aminoácidos essenciais em excesso às recomendações, exceto os aminoácidos aromáticos (fenilalanina, tirosina) que não são tão elevados, mas atendem às necessidades de todas as idades (MACEDO, 2003). Apresentam elevadas concentrações de triptofano, cisteína, leucina, isoleucina e lisina (SGARBIERI, 2004).

As proteínas do soro de leite são altamente digeríveis e rapidamente absorvidas pelo organismo, estimulando a síntese de proteínas sanguíneas e teciduais a tal ponto que alguns pesquisadores as classificaram como proteínas de metabolização rápida *fast metabolizing proteins*, muito adequadas para situações de estresses metabólicos em que a reposição no organismo se torna emergencial (SGARBIERI, 2004). Diversos estudos demonstram os benefícios do consumo das proteínas do soro do leite em relação as suas propriedades fisiológico-funcionais, tais como: atividade anticâncer, atividades antiúlcera, proteção ao sistema cardiovascular entre outras (SHAH, 2000; SGARBIERI, 2004; PACHECO et al., 2005; PACHECO et al., 2006).

A composição básica do soro é a lactose, carboidrato característico do leite, um dissacarídeo formado de galactose e glicose, composto sólido presente em maior quantidade, em torno de 70% em base seca. A lactose é uma importante fonte de energia na dieta e pode facilitar a absorção do cálcio (WIT, 1998). Porém, o consumo do soro integral deve ser evitado, pois, em função de seu alto teor de lactose, pode causar sérios problemas para pessoas lactose intolerante, além da dificuldade de aceitação sensorial (ROCHA, 2004).

A proteína é o componente mais valioso do soro, no entanto, como sua concentração neste líquido é muito reduzida, é preciso utilizar etapas de concentração para que suas propriedades funcionais e nutricionais sejam realçadas. Quando o teor de lactose é reduzido obtém-se um produto com alto teor de proteína (BORGES et al., 2001).

Metodologias que permitam a sua concentração têm sido desenvolvidas. A tecnologia de separação sólido-líquido tem sido utilizada pelas indústrias para recuperação dessas proteínas, com ênfase nos processos de separação por membrana, e especial atenção para o processo de ultrafiltração (MATTHEWS, 1984; BALDASSO, 2008).

2.5.1 Processo de Separação por Membrana

Os processos de separação por membrana (PSM) são operações que utilizam membranas no fracionamento de misturas, soluções e suspensões envolvendo espécies de tamanho e natureza química diferentes. Seu principal objetivo é a separação, concentração e/ou purificação de qualquer componente presente em uma solução (BALDASSO, 2008).

Neste processo faz-se uso de membrana, definida como uma barreira seletiva, sólida ou líquida, que separa duas fases e restringe o transporte de uma ou várias espécies químicas de maneira específica. A capacidade da membrana de transportar determinado componente da fase do alimento, mais prontamente que qualquer outro componente presente, ocorre devido às diferenças existentes entre as propriedades físicas e/ou químicas da membrana e dos compostos que a permeiam (RODRIGUES et al., 2003).

Atualmente, entretanto, os processos PSM são largamente utilizados para diferentes aplicações – principalmente, como alternativo aos processos de separação convencionais, tais como a destilação, a centrifugação e a evaporação. Esse crescimento ocorreu devido algumas vantagens apresentada pelos PSMs, tais como a economia de energia, visto que a maioria destes ocorre sem mudança de fase; a seletividade da membrana e a separação dos compostos termolábeis (operação à temperatura ambiente) (BALDASSO, 2008). De acordo com Leite et al. (2006) os PSMs estão sendo utilizados desde a década de 70 na indústria de laticínios.

A ultrafiltração (UF) é um PSM usado para concentrar ou fracionar macromoléculas, onde estas são retidas total ou parcialmente pela membrana, enquanto as pequenas atravessam a membrana livremente. O processo de UF utiliza a diferença de pressão como força matriz. A UF é adequada à concentração de soluções, em pressão transmembrana inferiores a 10 bar. As membranas de UF são capazes de reter partículas cuja massa molar varia entre 300 e 500.00 Da, sendo assim comumente utilizada na indústria alimentícia, de bebidas e lácteas (RAMAN e RAJAGOPALAN, 1996).

Uma extensão do emprego da UF é a adição de água em algumas fases durante o processo de concentração, o qual é denominado diafiltração (DF). O objetivo da DF é lavar os componentes de baixa massa molar e, conseqüentemente, aumentar a purificação do retido.

Este processo é muito utilizado em indústrias de alimentos, de bebidas, farmacêuticas, entre outras, com a finalidade de purificar produtos de interesse. A DF está associada ao alto consumo de líquido diafiltrante, normalmente água, com alto teor de pureza. Na indústria de laticínios, por exemplo, a DF é normalmente empregada após a pré concentração do soro por ultrafiltração o que permite maior separação da lactose e de sais minerais elevando a proporção e conseqüentemente a pureza de proteínas no retido (BALDASSO, 2008).

Segundo Penha et al. (2001), em uma UF a fração que não permeia a membrana, devido a utilização de membranas com poros menores do que o tamanho das moléculas, é denominada retentado ou retido.

Existem diversos métodos que podem ser usados para o aproveitamento do soro de leite. Muitos destes são baseados na tecnologia de separação com membranas, na produção de novos alimentos que respondam melhor às expectativas atuais dos consumidores. De acordo com Leite. Vaitsman, Dutra (2006) a UF pode ser usada para obter concentrados de proteínas a partir do soro de queijo, que posteriormente serão adicionados em outros alimentos como iogurtes, alimentos infantis e bebidas e como enriquecimento de fontes protéicas de formulações alimentares ou alimentos especiais com alto teor de proteínas, em função de todas suas características.

2.6 Referências Bibliográficas

ADELEYE, B.; RACHAL, C. Comparison of the rheological properties of ready-to-serve and powdered instant food-thickened beverages at different temperatures for dysphagic patients. **Journal of the American Dietetic Association**, Chicago, v. 107, n. 7, p.1176-1182, 2007.

ÁLVAREZ, E. E.; SÁNCHEZ, P. G. La fibra dietética. **Nutricion Hospitalaria**, Madrid, v. 21, n. 2, p. 61-72, 2006.

ALVES, N. S. G. O fundamento da avaliação fonoaudiológica do paciente disfágico. In: COSTA, M. M. B; CASTRO, L. P. (Org.). **Tópicos em Deglutição e Disfagia**. Rio de Janeiro: Medsi, Guanabara Koogan, 2003. p.9-18.

ARAÚJO, S. O. A. de. **A Língua e a Deglutição**. 2001. 27 f. Trabalho de conclusão do curso (Especialista) - Centro de especialização em fonoaudiologia clínica motricidade oral, Fortaleza, 2001.

BALDASSO, C. **Concentração, purificação e fracionamento das proteínas do soro lácteo através de tecnologia de separação por membranas**. 2008. 163 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

BORGES, P. F. Z.; SGARBIERI, V. C.; DIAS N. F. G. P.; JACOBUCCI H. B.; PACHECO M. T. B.; BALDINI V. L. S. Pilot scale production of protein concentrates from cow's milk: composition and nutritive value. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 4, p.1-8, 2001.

BYLAITE, E.; NISSEN, J. A.; MEYER, A. S. Effect of xanthan on flavor release from thickened viscous food model systems. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 53, n. 9, p. 3577-3583, 2005.

CÂNDIDO, L. M. B.; CAMPOS, A. M. **Alimentos para fins especiais: Dietéticos**. São Paulo: Varela, 1996.

CINTRA, A. B.; VALE, L. P.; FEHER, O.; NISHIMOTO, I. N.; KOWALSKI, L. P.; ANGELIS, E. C. Deglutição após quimioterapia e radioterapia simultânea para carcinomas de laringe e hipofaringe. **Revista da Associação Médica Brasileira**, São Paulo, v. 51, n. 2, p.93-99, 2005.

COLCHER, A.; SIMUNI, T. Clinical manifestations of Parkinson's disease. **Medical Clinics of North America**, Philadelphia, v. 83, n. 2, p.327-347, 1999.

COOK, I. J.; KAHRILAS, P. J. Technical review on management of oropharyngeal dysphagia. **Gastroenterology**, Philadelphia, v. 116, n. 2, p. 455–478, 1999.

DOMINGUES, G. R.; LEMME, E. M. O. Diagnóstico diferencial dos distúrbios motores esofagianos pelas características da disfagia. **Arquivos de Gastroenterologia**, São Paulo, v. 38, n. 1, 2001.

ERTEKIN, C.; AYDOGDU, I. Neurophysiology of swallowing. **Clinical Neurophysiology**, Amsterdam, v. 114, n. 12, p. 2226–2244, 2003.

FUH, J. L.; LEE, R. C.; WANG, S. J.; LIN, C. H.; WANG, P. N.; CHIANG, J. H.; LIU, H. C. Swallowing difficulty in Parkinson. **Clinical Neurology And Neurosurgery**, Assen, v. 99, n. 2, p.106-112, 1997.

GARCIA, J. M.; CHAMBERS-IV, E.; MATTA, Z.; CLARK, M. Viscosity measurements of nectar- and honey-thick liquids: product, liquid, and time comparisons. **Dysphagia**, New York, v. 20, n. 4, p. 325-335, 2005.

GERMAIN, I.; DUFRESNE, T.; GRAY-DONALD, K. A novel dysphagia diet improves the nutrient intake of institutionalized elders. **Journal of the American Dietetic Association**, Chicago, v. 106, n. 10, p. 1614-23, 2006b.

GERMAIN, I.; DUFRESNE, T.; RAMASWAMY, H. S. Rheological characterization of thickened beverages used in the treatment of dysphagia. **Journal of Food Engineering**, Essex, v. 73, n. 1, p. 64-74, 2006a.

GLEESON, D. C. L. Oropharyngeal swallowing and aging: a review. **Journal of Communication Disorders**, New York, v. 32, n. 6, p. 373-396, 1999.

HADDAD, M. T. A importância da fase esofágica no processo de deglutição. In: COSTA, M. M. B; CASTRO, L. P. (Org.). **Tópicos em Deglutição e Disfagia**. Rio de Janeiro: Medsi, Guanabara Koogan, 2003, p. 47-54.

HARAGUCHI, F. K.; ABREU, W. C.; PAULA, H. Whey protein: composition, nutritional properties, applications in sports and benefits for human health. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 19, n. 4, p. 479-488, 2006.

HUANG, X.; KAKUDA, Y.; CUI, W. Hydrocolloids in emulsions: particle size distribution and interfacial activity. **Food Hydrocolloids**, Oxford, v. 15, n. 4-6, p. 533-545, 2001.

JEAN, A. Brain stem control of swallowing: neuronal network and cellular mechanisms. **Physiological Reviews**, Baltimore, v. 81, n. 2, p. 929-969, 2001.

JOTZ, G. P.; DORNELLES, S. Fisiologia da deglutição. In: JOTZ, G. P.; DORNELLES, S. **Otorrinolaringologia: Princípios e Práticas**. 2. ed. São Paulo: Artmed, 2006. p. 753-756.

JUNQUEIRA, P. A. Importância da fase oral na dinâmica da deglutição. . In: COSTA, M. M. B; CASTRO, L. P. (Org.). **Tópicos em Deglutição e Disfagia**. Rio de Janeiro: Medsi, Guanabara Koogan, 2003, p. 31-43, 2003.

LEITE, Z. T. C.; VAITSMAN, D. S.; DUTRA, P. B. Leite e alguns de seus derivados, da antiguidade à atualidade. **Química Nova**, São Paulo, v. 29, n. 4, p. 876-880, 2006.

LIMA, K. S. C.; SRUR, A. U. O. Doce cremoso de goiaba adicionado de goma guar e seu efeito hipoglicêmico em indivíduos saudáveis e diabéticos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 19 n. 1, p. 14-18, 1999.

LOTONG, V.; CHUN, S. S.; CHAMBERS, I. V. E.; GARCIA, J. M. Texture and flavor characteristics of beverages containing commercial thickening agents for dysphagia diets. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 68, n. 4, p. 1537-1541, 2003

MACEDO, E. D. O Papel da fase faríngea nos processos da deglutição. In: COSTA, M. M. B; CASTRO, L. P. (Org.). **Tópicos em Deglutição e Disfagia**. Rio de Janeiro: Medsi, Guanabara Koogan, 2003. p.37-46.

MANGILLI, L. D.; ANDRADE, C. R. F. Botulismo e disfagia. **Pró-Fono: Revista de Atualização Científica**, Carapicuíba, v. 19, n. 2, p. 215-222, 2007.

MARUYAMA, L. Y.; CARDARELLI, H. R.; BURITI, F. C. A.; SAAD, S. M. I. Textura instrumental de queijo petit-suisse potencialmente probiótico: influência de diferentes combinações de gomas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 2, p. 386-393, 2006.

MATSUGUMA, L. S. **Caracterização do Amido de Mandioquinha Salsa (*Arracacia Xanthorrhiza*) Nativo e Modificado Por Oxidação**. 2006. 112 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Estadual De Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2006.

MATTA, Z.; CHAMBERS, E.; GARCIA, J. M.; HELVERSON, J. M.; Sensory characteristics of beverages prepared with commercial thickeners used for dysphagia diets. **Journal of the American Dietetic Association**, Chicago, v. 106, n. 7, p. 1049-1057, 2006.

MATTHEWS, M. E. Whey protein recovery processes and products. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 67, n. 11, p. 2680-2692, 1984.

MONTEIRO, M. P.; CARNEIRO, F. P.; FELIPE, N. A. P.; MOTTA, A. R. Mastigação e dispepsia funcional: um novo campo de atuação. **Revista Centro de Especialização em Fonoaudiologia Clínica**, São Paulo, v. 7, n. 3, p. 340-347, 2005.

MUNHOZ, M. P.; WEBER, F. H.; CHANG, Y. K. Influence of hydrocolloids in texture of corn starch gel. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 24, n. 3, p. 403-406, 2004.

National Dysphagia Diet: Standardization for Optimal Care. Chicago, National Dysphagia Diet Task Force. IL: American Dietetic Association; 2002.

PACHECO, M. T. B.; BIGHETTI, É.; ANTÔNIO, M.; CARVALHO, J. E.; ROSANELI, C. F.; SGARBIERI, V. C. Efeito de um hidrolisado de proteínas de soro de leite e de seus peptídeos na proteção de lesões ulcerativas da mucosa gástrica de ratos. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 19, n. 1, p. 47-55, 2006.

PACHECO, M. T. B.; DIAS, N. F. G.; BALDINI, V. L. S.; TANIKAWA, C.; SGARBIERI, V. C. Propriedades funcionais de hidrolisados obtidos a partir de concentrados protéicos de soro de leite. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 2, p.333-338, 2005.

PAIK, N. J., HAN, T. R., PARK, J. W., LEE, E. K., PARK, M. S.; HWANG, I.K. Categorization of dysphagia diets with the line spread test. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, Philadelphia, v. 85, n. 5, p. 857-861, 2004.

PASTANA, S. G.; COSTA, S. M.; CHIAPPETTA, A. L. Análise da mastigação em indivíduos que apresentam mordida cruzada unilateral na faixa-etária de 07 a 12 anos. **Revista Centro de Especialização em Fonoaudiologia Clínica**, São Paulo, v. 9, n. 3, p. 339-350, 2007.

PENHA, E. M.; BRAGA, N. C. A. S.; MATTA, V. M. CABRAL, L. M. C.; MODESTA, R. C. D.; FREITAS, S. C. E. Utilização do retentado da ultrafiltração do suco de acerola na elaboração de licor. **Boletim Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, Curitiba, v. 19, n. 2, p. 267-276, 2001.

PILLON, J.; GONÇALVES, M.I.R.; BIASE, N. G. de. Changes in eating habits following total and frontolateral laryngectomy. **São Paulo Medical Journal**, São Paulo, v. 22, n. 5, p. 195-199, 2004.

RAMAN, L. P.; RAJAGOPALAN, N. Deacidification of soybean oil by membrane technology. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, Chicago, v. 73, n. 2, p. 219-224, 1996.

RAO, M. A. Rheology of fluids in food processing. **Food Technology**, Chicago, v. 36, p.116-126, 1982.

ROCHA, G. L. **Influência do Tratamento Térmico no Valor Nutricional do Leite Fluido**. 2004. 53 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Alimentos) - Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2004.

RODRIGUES, S. L. C.; MOREIRA, R. L. S.; CARDOSO, M. H.; MERÇON, F. Avaliação de parâmetros de ultrafiltração de suco de banana. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 23, p. 98-101, 2003.

ROSADO, C. V.; AMARAL, L. K. M.; GALVÃO, A. P.; GUERRA, S. D.; FÚRIA, C. L. B. Avaliação da disfagia em pacientes pediátricos com traumatismo crânio-encefálico. **Revista Centro de Especialização em Fonoaudiologia Clínica**, São Paulo, v. 7, n. 1, p. 34-41, 2005.

SALFATE, C. A. **Evaluacion de deglucion em pacientes com accidente vascular encefálico agudo**. 2004. 89 f. Dissertação (Mestrado em Fonoaudiologia) - Universidade de Chile, Santiago, Chile, 2004.

SCHELP, A. O.; COLA, P. C.; GATTO, A. R.; SILVA, R. G.; CARVALHO, L. R. Incidência de Disfagia Orofaríngea Após Acidente Vascular Encefálico Em Hospital Público de Referência. **Arquivos de Neuro-psiquiatria**, São Paulo, v. 62, n. 2b, p.503-506, 2004.

SGARBIERI, V. C. Propriedades fisiológicas-funcionais das proteínas do soro de leite. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 17, n. 4, p. 397-409, 2004.

SHAH, N. P. Effects of milk-derived bioactives: an overview. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v. 84, n. 1, p. 3-10, 2000.

SILVA, G. O.; TAKIZAWA, F. F.; PEDROSO, R. A.; FRANCO, C. M. L.; LEONEL, M.; SARMENTO, S. B. S.; DEMIATE, I. M. Características físico-químicas de amidos modificados de grau alimentício comercializados no Brasil. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 1, p. 188-197, 2006.

SILVA, L. M. Disfagia orofaríngea pós-acidente vascular encefálico no idoso. **Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia**, Rio de Janeiro, v. 9 n. 2, 2006.

SLAVIN, J. L.; GREENBERG, N. A. Partially hydrolyzed guar gum: clinical nutrition uses. **Nutrition**, New York, v. 19, n. 6, p. 549-552, 2003.

SMITH, P. Nutrition, hydration, and dysphagia in long-term care: differing opinions on the effects of aspiration. **Journal of the American Medical Directors Association**, v. 7, n. 9, p. 545-549, 2006.

SOPADE, P. A.; HALLEY, P.J.; CICHERO, J. A. Y.; WARD, L. C.; HUI, L. S.; TEO, K. H. Rheological characterisation of food thickeners marketed in Australia in various media for the management of dysphagia. II. Milk as a dispersing medium. **Journal of Food Engineering**, Essex, v. 84, n. 4, p. 553-562, 2008b.

SOPADE, P. A.; HALLEY, P.J.; CICHERO, J. A. Y.; WARD, L. C.; LIU, J.; VARLIVELI, S. Rheological characterization of food thickeners marketed in Australia in various media for the management of dysphagia. III. Fruit juice as a dispersing medium. **Journal of Food Engineering**, Essex, v. 86, n. 4, p. 604-615, 2008a.

SOPADE, P.A.; HALLEY, P.J.; CICHERO, J.A.Y.; WARD, L.C. Rheological characterisation of food thickeners marketed in Australia in various media for the management of dysphagia. I: Water and cordial. **Journal of Food Engineering**, Essex, v. 79, n. 1, p. 69–82, 2007.

STEELE, C. M., VAN, L. P. H.; GOFF, H. D. The rheology of liquids: a comparison of clinicians' subjective impressions and objective measurement. **Dysphagia**. New York, v. 18, n. 3, p. 182-95. 2003.

TAGLIARO, M. L.; CALVI, C. L.; CHIAPPETTA, A. L. M. L. A fase de incisão no processo da mastigação: enfoque clínico. **Revista Centro de Especialização em Fonoaudiologia Clínica**, São Paulo, v. 6, n. 1, p. 24-28, 2004.

TEIXEIRA, M. A. V.; CIACCO, C. F.; TAVARES, D. Q.; BONEZZI, A. N. Ocorrência e caracterização do amido resistente em amidos de milho e de banana. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 18, n. 2, p. 246-246, 1998.

WIT, J. N. Nutritional and functional characteristics of whey proteins in food products. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 81, n. 3, p. 697-608, 1998.

YAMADA, E. K.; SIQUEIRA, K. O.; XEREZ, D.; KOCH, H. A.; COSTA, M. M. B. A. Influência das fases oral e faríngea na dinâmica da deglutição. **Arquivos de Gastroenterologia**, São Paulo, v. 41, n. 1, p. 18-23, 2004.

CAPÍTULO 2

OBTENÇÃO DE CONCENTRADOS PROTÉICOS DE SORO DE LEITE E CARACTERIZAÇÃO DE SUAS PROPRIEDADES FUNCIONAIS

Artigo submetido para publicação na revista Alimentos e Nutrição, de Araraquara e formatado de acordo com as normas desta revista.

**OBTENÇÃO DE CONCENTRADOS PROTÉICOS DE SORO DE LEITE E
CARACTERIZAÇÃO DE SUAS PROPRIEDADES FUNCIONAIS***

**OBTENTION OF WHEY PROTEIN AND CHARACTERIZATION OF ITS
FUNCTIONAL PROPERTIES***

Carlos Henrique PAGNO**

Camila BALDASSO***

Isabel Cristina TESSARO****

Simone Hickmann FLORES *****

Erna Vogt de JONG *****

* Parte do trabalho da dissertação de mestrado do primeiro autor.

** Mestrando do Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos (PPGCTA) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul-UFRGS - 91501-970 - Porto Alegre/RS - Brasil.

*** Doutoranda do Programa de Pós Graduação em Engenharia Química (PPGEQ)- Universidade Federal do Rio Grande do Sul-UFRGS - 90040-040 - Porto Alegre/RS - Brasil.

**** Professoras do Programa de Pós Graduação em Engenharia Química (PPGEQ)- Universidade Federal do Rio Grande do Sul-UFRGS - 90040-040 - Porto Alegre/RS - Brasil.

***** Professoras do Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos (PPGCTA) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul-UFRGS - 91501-970 - Porto Alegre/RS – Brasil.

*Correspondência ao autor: Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos da UFRGS - Av. Bento Gonçalves, 9500 - Prédio 43.212 - Caixa Postal 15.090 - CEP: 91501-970 - Bairro Agronomia, Porto Alegre - RS – Brasil
Fone: +55 - 51 - 3308 – 6676 - E-mail: carlospagno@hotmail.com

OBTENÇÃO DE CONCENTRADOS PROTÉICOS DE SORO DE LEITE E CARACTERIZAÇÃO DE SUAS PROPRIEDADES FUNCIONAIS

Resumo

O soro de leite, um subproduto da indústria de laticínios, representa a porção aquosa do leite separada do coágulo durante a produção de queijo. Suas proteínas possuem propriedades funcionais relevantes, tais como solubilidade e capacidade emulsificante, que podem ser afetadas pelo alto teor de compostos não protéicos. Neste trabalho, utilizou-se a ultrafiltração associada à diafiltração, com o objetivo de obter concentrados protéicos de soro de leite (WPC) e caracterizar suas propriedades funcionais. Para isso, realizaram-se três experimentos. Inicialmente, 30 L de soro em pó reconstituído foram concentrados através da ultrafiltração (UF), reduzindo-se o volume para 5 L e realizando-se as diafiltrações (DF). No experimento 1 executaram-se 4 DF, duas de 5 L e duas de 2,5 L, obtendo-se WPC-1 com 56% de proteína. No experimento 2, duas diafiltrações de 10 L e duas de 5 L foram realizadas, obtendo-se WPC-2 com 71% de proteína. Para o experimento 3, os ciclos foram aumentados para 6 DF de 5 L cada, obtendo-se um WPC-3 com 80% de proteína. A solubilidade dos WPC variou de 70% a 85% (40°C/pH6,8); a capacidade emulsificante variou de 0,21 a 0,37 g/mg; o índice de atividade emulsificante variou de 12 a 30 m².g⁻¹ e a estabilidade da emulsão de 7 a 16%. Índices semelhantes são encontrados na literatura, indicando bom potencial para utilização em formulações alimentares.

PALAVRAS-CHAVE: concentrados protéicos de soro de leite; ultrafiltração, diafiltração; caracterização funcional de proteínas.

INTRODUÇÃO

O soro lácteo, também conhecido como soro de leite, soro de queijo ou lacto-soro, é um subproduto da indústria de laticínios, representa a porção aquosa do leite que se separa do coágulo durante a fabricação do queijo ou na produção de caseína. É composto basicamente de 94 a 95% de água, 3,8 a 4,2% de lactose, 0,8 a 1,0% proteínas e 0,7 a 0,8 % de minerais. É um subproduto de relevante importância na indústria de laticínios, tendo em vista o volume produzido e sua composição nutricional.¹⁸

No entanto, por décadas, essa parte do leite foi desperdiçada pela indústria de alimentos. Somente a partir da década de 70, pesquisadores passaram a estudar suas propriedades.¹⁷ O componente mais valioso do soro são as proteínas, mas sua concentração neste líquido é reduzida, e, para realçar as suas propriedades funcionais, tais como solubilidade, emulsificação e formação de espuma, são necessárias etapas de concentração. Quando o teor de lactose é reduzido obtém-se um produto com alto teor de proteína.⁵ Inúmeras pesquisas têm demonstrado as qualidades nutricionais das proteínas solúveis do soro do leite, também conhecidas como “*whey protein*”, em relação as suas propriedades fisiológico-funcionais. Elas apresentam algumas vantagens em relação a outras fontes protéicas.^{17, 23, 37} Do ponto de vista aminoacídico, as proteínas de soro contém quase todos os aminoácidos essenciais acima das recomendações da FAO/WHO,¹⁵ exceto pelos aminoácidos aromáticos (fenilalanina, tirosina) que atendem às recomendações para todas as idades.^{30, 38}

Além das propriedades nutricionais, as proteínas do soro do leite são conhecidas pela versatilidade de suas propriedades funcionais tecnológicas como ingredientes em produtos alimentícios, principalmente pela elevada solubilidade e propriedades emulsificantes.¹⁰ Estas são usualmente descritas como a quantidade máxima de óleo emulsionado, sob condições específicas, por uma quantidade conhecida de proteína e que permaneça estável durante certo

período de tempo a uma dada temperatura.^{1, 31} A solubilidade é a mais importante característica de uma proteína, pois ela tem a capacidade de afetar de maneira favorável ou desfavorável sua funcionalidade.^{28, 34}

Com a chegada de novas tecnologias, particularmente as de membranas e com as novas descobertas da importância das proteínas do leite em ciência e tecnologia de alimentos e na nutrição, ocorreu grande aumento das pesquisas procurando intensificar o uso dessas proteínas.⁶

Segundo Brans et al.⁷ desde 1981, a ultrafiltração (UF) se tornou uma das técnicas mais utilizadas para recuperar as proteínas solúveis do soro, além disso o uso da diafiltração, um modo de operação da UF, onde ocorre a adição de água em algumas etapas durante o processo de concentração, foi um fator significativo para a intensificação do uso desse processo na purificação e concentração das proteínas. O produto obtido pode ser classificado como concentrados protéicos (WPC) e isolados protéicos (WPI).

Os WPC podem variar sua composição de 35% a 80%, e os WPI devem apresentar valor superior a 90% de proteínas. Quando WPC contém em torno de 53% de proteína terão em média 35% lactose, 5% de gordura e 7% de cinzas, quando a concentração de proteínas aumenta para 80%, o conteúdo de lactose decresce ficando em média 7%, gordura e cinzas entre 4 e 7% diminuindo gradativamente a medida que aumentam as lavagens com água (diafiltrações).^{1, 18}

Os objetivos deste trabalho foram a obtenção de concentrados protéicos de soro leite, para utilização em formulações alimentares, através da ultrafiltração (UF) permitindo dessa forma maior remoção de lactose e sais minerais e caracterizá-los quanto as suas propriedades funcionais de solubilidade e emulsificação.

MATERIAIS E MÉTODOS

Matéria-Prima

O soro de queijo em pó utilizado neste trabalho, doado pela Eleva Alimentos (Teutônia, RS), foi reconstituído através da sua dissolução em água destilada na temperatura de 50°C. O volume inicial ultrafiltrado foi de aproximadamente 30L (27L de água no tanque + 2,6L de água de volume morto no sistema + 1.860kg de soro em pó). As concentrações iniciais médias de proteínas e de lactose em base seca foram de 14% e 76% respectivamente. Todo o processo foi realizado em uma planta piloto do Laboratório de Processos de Separação com Membranas – LASEM - da UFRGS

Processo

Os experimentos realizados na unidade piloto tiveram como objetivo concentrar e purificar as proteínas do soro através da ultrafiltração em duas etapas distintas, a primeira no modo batelada (concentração) e a segunda pela diafiltração (purificação).

A membrana usada no processo foi a UF-6001, feita de polietersulfona em módulo espiral, fabricada pela KOCH MEMBRANE SYSTEMS, possuindo massa molecular de corte de 10 kDa. A pressão transmembrana foi mantida em 2 bar, com vazão de alimentação de soro de aproximadamente 840L.h⁻¹, condições estas determinadas em experimentos anteriores realizados por Baldasso,³. A temperatura foi mantida em aproximadamente 50°C, tendo em vista a temperatura de saída do soro no processo de fabricação do queijo (~60°C) e a temperatura máxima admissível pela membrana (~55°C) de acordo com o fabricante.

Nestas condições, produziu-se um concentrado (retido) que continha todas as proteínas do soro e um ultrafiltrado (permeado) formado da maior parte da água, originalmente encontrada no soro, contendo ainda grande parte da lactose, minerais, vitaminas e outros constituintes do leite, de baixo peso molecular.⁶ Neste processo, utilizou-se um fator de concentração igual a seis (FC=6).

Na segunda etapa, para promover maior concentração das proteínas, operou-se a ultrafiltração no modo de diafiltração, que consiste em adicionar água destilada ao concentrado, na mesma taxa de remoção do permeado, para retirar o máximo de lactose e outros compostos de baixa massa molar, ao mesmo tempo concentrando e purificando ainda mais as proteínas.

A Tabela 1 apresenta os dados referentes aos experimentos de diafiltração, efetuados a fim de verificar em quais condições seria obtida uma maior purificação das proteínas.

TABELA 1

Após a concentração e a purificação, o retido foi armazenado em frascos de vidro e congelado (-25°C), para posterior liofilização, obtendo-se assim o concentrado protéico desidratado.

Terminada a ultrafiltração e a diafiltração, o retentado foi armazenado em frascos de vidro e congelado (-25°C), para posterior liofilização, obtendo-se assim o concentrado protéico desidratado.

Caracterização Química dos Concentrados Protéicos

Para acompanhar a evolução dos processos de UF e DF as concentrações de proteínas e lactose foram expressas em percentual mássico de base seca. A determinação do teor de sólidos totais foi realizada através da técnica gravimétrica de acordo como método apresentado em Lanara.²⁰ A concentração de lactose foi realizada através do método do ácido dinitrossalicílico (DNS) segundo Miller,²⁴ e a de proteína método de Lowry et al.²¹

Ao final dos processos de concentração e liofilização dos concentrados foi realizada caracterização do: teor de umidade e de cinza pelos procedimentos descritos no manual da AOAC,² de lipídios totais pelo método de Bligh & Dyer.⁵ e de proteínas pelo método de Lowry.²¹

Caracterização das Propriedades Funcionais

A caracterização das propriedades funcionais foi realizada a 40 °C e pH 6,8 utilizando um pHmetro (Quimis mod. Q400MT) e chapa aquecedora (modelo Are).

Índice de solubilidade de nitrogênio (I.S.N.)

A solubilidade dos concentrados foi determinada através do índice de solubilidade de nitrogênio proposta por Morr et al.²⁶. Com a finalidade de avaliar a relação da temperatura com a solubilidade repetiu-se o teste a 60°C. Foram preparadas soluções de 1% (m/v) dos concentrados em NaCl 0,1M, o pH ajustado para 6,8 e agitadas por uma hora nas temperaturas desejadas, centrifugadas a 20.000 x g por 30 minutos, os sobrenadantes foram filtrados em papel filtro Whatman número 1 e determinado o teor de proteína pelo método de Lowry²¹

Determinação da Capacidade Emulsificante (C.E)

Para determinar a C.E utilizou-se a metodologia descrita por Vuilleumard et al.⁴³, modificada por Duarte et al.¹³ Preparou-se uma solução de 0,1% de proteína em água, com ajuste do pH para 7,0 e alíquotas de 30mL foram então homogeneizadas em liquidificador (Osterizer Clássico 4655) na velocidade máxima, sob adição constante de óleo de soja até que ocorresse a inversão da emulsão, observada pela queda de corrente elétrica em voltímetro (Lightex LT-830B). O cálculo da capacidade emulsificante foi realizado pela Equação 1:

$$C.E = \frac{\text{Quantidade de óleo emulsionado (g)}}{\text{mg de proteína}} \quad (1)$$

Determinação do Índice de Atividade Emulsificante (I.A.E.)

Na determinação do I.A.E, a metodologia empregada foi baseada no trabalho de Pearce e Kinsella³³, modificada por Duarte et al.¹³. Para formação da emulsão 30mL da solução de proteína 0,1% e 10mL de óleo de soja, foram homogeneizados em liquidificador (velocidade máxima) durante um minuto. Logo após a formação da emulsão, foram retiradas alíquotas (1 mL) para diluição (1/100) em solução 0,1% de dodecil sulfato de sódio (SDS) para leitura em espectrofotômetro (Ultrospec 310 pro, UV-visível) no comprimento de onda de 500 nm. O cálculo do índice de atividade emulsificante (I.A.E.) foi feito de acordo com a equação 2 proposta por Cameron et al.⁹, conforme a Equação 2.

$$I.A.E. = \frac{2 \times T}{(1 - \theta) \times C} \quad (2)$$

onde:

T representa a turbidez = $2,303 \times \text{Absorbância (500nm)} \times \text{fator de diluição}/0,01\text{m}$ (caminho óptico das cubetas);

θ é a fração de óleo gasto para formar a emulsão = 0,25;

C é a concentração inicial de proteína ou de hidrolisado = 0,1 g%.

Estabilidade das Emulsões (E.E)

Para verificar a estabilidade das emulsões foi utilizada a metodologia descrita por Chobert et al.¹¹ Nesta, as emulsões formadas para determinação do I.A.E. foram submetidas a dois tratamentos distintos: inicialmente ficaram armazenadas sob refrigeração 4°C/24 horas e, após leve agitação de 30 segundos, foram retiradas alíquotas para diluição e determinação do I.A.E. O restante da emulsão foi aquecido a 80°C por 30 minutos, resfriado à temperatura ambiente e submetidas à determinação do IAE. Calculou-se então a variação percentual do I.A.E% pela Equação 3.

$$\Delta I.A.E. \% = \frac{I.A.E.máx - I.A.E.mín \times 100}{I.A.E.máx} \quad (3)$$

O *I.A.E máx.* é o maior valor obtido pela emulsão diluída logo após sua formação, e *I.A.E mín.* é o menor valor obtido pelas alíquotas, após seu armazenamento e posteriores tratamentos. Os valores de E.E foram calculados pela Equação 4.

$$E.E = \frac{1}{\Delta I.A.E \%} \quad (4)$$

Análise Estatística dos Resultados

Os resultados foram expressos na forma de média e desvio padrão para cada amostra. A análise estatística foi feita utilizando o programa Excel através da ANOVA. Quando houve diferença entre as médias dos tratamentos foi aplicado o teste de Tukey ao nível de significância de 5%, segundo Bender et al.⁴

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Obtenção dos WPC

Após reconstituição do soro obteve-se volume de 30L, iniciando-se a ultrafiltração identificada por UFi: utilizando fator de concentração igual a seis, o volume foi reduzido até 5L, considerado o final da ultrafiltração batelada, identificado por UFf, e o início das diafiltrações, identificadas por DF, e pelo número da etapa correspondente (1, 2, 3, 4, 5 e 6). Em cada uma das etapas as amostras foram coletadas e analisadas quanto ao percentual mássico médio de proteína e lactose, em base seca.

O percentual de proteína para o soro reconstituído foi em média de 14 % em base seca: após a ultrafiltração batelada houve pequena variação dos valores na UFf, com médias de 30% de proteína. A variação dos teores de proteína para cada etapa do processo está apresentado na Figura 1, observa-se que o teor de proteína foi consideravelmente aumentado com as DFs, obtendo-se ao final 56% para o primeiro experimento, 71% para o segundo e 80% para o terceiro.

FIGURA 1

A Figura 2 apresenta o percentual de lactose em base seca no concentrado para cada etapa do processo de concentração e purificação das proteínas. Para lactose, o percentual na UFi ficou em média 76% base seca; houve algumas variações para a amostra na UFf, obtendo-se 61%, 60% e 65% de lactose em base seca nos experimentos 1, 2 e 3 respectivamente, no entanto estes valores foram reduzidos acentuadamente com as DFs ficando em 31%, 18% e 10% respectivamente.

FIGURA 2

Os resultados encontrados são coerentes com a literatura, pois Butylina et al.⁸, Prudêncio et al.³⁵, Rektor & Vatai³⁶, Yee et al.⁴⁶, Zydney⁴⁷, realizaram trabalhos com o soro de queijo e verificaram que os componentes de baixa massa molar (lactose e sais) permeiam a membranas de UF, as quais retêm as moléculas de proteína, dando origem ao concentrados protéicos. À medida que aumenta o número de ciclos de diafiltração, mais água circula no sistema, as concentrações de lactose e cinzas diminuem e a de proteína no concentrado aumenta.

Os teores de proteína obtidos no primeiro experimento foram menores do que os obtidos no segundo e terceiro experimentos. Vale ressaltar que nestes o volume de água para a etapa de DF foi maior, totalizando 30L, o dobro do volume utilizado para o primeiro experimento. Segundo Huffman,¹⁸ a DF é um processo que visa aumentar a concentração protéica pela adição de água ao retido, “lavando” as proteínas, removendo lactose e minerais, tendo como consequência uma concentração protéica que pode chegar a valores superiores a 80%.

No entanto quando se compara o experimento dois com o três, em ambos utilizou-se o mesmo volume de água, encontra-se maior concentração no experimento 3, demonstrando que

a diafiltração pode ser mais eficiente quando realizada com pequenos volumes e em maior número de vezes. Na diafiltração 4, experimento 3, utilizando apenas 21 L de água, o teor de proteína já se assemelha a concentração final do experimento 2. Este fato proporciona maior economia de água e menor tempo de processo com menor geração de permeado.

Borges et al.⁶, utilizando fator de concentração igual a 12, associando a 15 ciclos de diafiltração, encontrou, para seus produtos, concentração de proteína superior a 80%.

A composição em proteínas, lactose, lipídios totais e cinzas dos três WCP obtidos em planta piloto esta apresentada na Tabela 2.

TABELA 2

Os concentrados apresentaram teor de proteínas variando de 56 a 80%, e lactose de 10 a 31%. Os resultados encontrados são semelhantes aos citados por outros autores.^{1, 6, 18; 22}

Propriedades Funcionais

As proteínas do soro do leite possuem alto valor nutricional, relatado por vários autores,^{23, 30, 37, 44} além de relevantes propriedades funcionais, tais como capacidade de emulsificação, capacidade em manter estável a emulsão e principalmente solubilidade, que torna o seu uso mais efetivo como ingrediente em alimentos processados.^{31, 40, 42, 45}

Solubilidade

Os percentuais de solubilidade dos WPC's obtidos podem ser observados na Tabela 3. Ao comparar os concentrados de soro de leite, independente da temperatura utilizada, observou-se diferença estatística significativa entre eles.

Para o WCP-2 e WCP-3, quando avaliados a temperatura de 40°C em pH 6,8, seus percentuais de solubilidade foram superiores a 77 e 85% respectivamente, valores semelhantes aos citados por outros autores, ao avaliar a solubilidade de fontes protéicas, utilizando as mesmas condições de determinação. Pelegrine & Gasparetto,^{33; 34} obtiveram 88% de solubilidade para WPC e 90% de solubilidade para proteínas de clara de ovo. Pacheco et al.,²⁹ obtiveram 87% e Morr & Foegeding,²⁵ 78% de solubilidade para seus WPC's.

A diferença de solubilidade entre os WPC's pode ser explicada pela diferença na sua composição, em relação aos compostos não protéicos. Em geral, os componentes não protéicos dos concentrados podem influenciar, de algum modo, na manifestação das funcionalidades desejadas para os WPC.^{1,31}

De acordo com o trabalho realizado por Patel & Kilara³¹, o conteúdo de gordura, pode interferir na interação proteína-água resultando em decréscimo da solubilidade.

TABELA 3

Como pode ser observado na Figura 3, na temperatura de 60°C, ocorreu redução da solubilidade para todos os concentrados em relação à 40°C. Pelegrine & Gasparetto,^{33, 34} observaram efeito semelhante ao avaliar o aumento da temperatura na mesma faixa de pH sobre a solubilidade de concentrados protéicos.

Mutilangi et al.,²⁷ obtiveram queda na solubilidade de seus isolados protéicos inicialmente de 100 para 49% após tratamento térmico.

Segundo Antunes,¹ a solubilidade dos WPC's aumenta com o aumento da temperatura de 0 a 50°C, no entanto quando a temperatura fica elevada por determinado período de tempo a proteína sofre desnaturação, diminuindo com isso sua solubilidade.

FIGURA 3

O tratamento térmico prolongado pode mudar a conformação das proteínas, atuando sobre as ligações não covalentes envolvidas na estabilização de estruturas secundária e terciária tais como ligações de hidrogênio, ligações hidrofílicas e ligações eletrostáticas. Quando as estruturas secundárias e terciárias de uma proteína são desenoveladas, expõem os grupos hidrofóbicos, reduzindo a interação proteína-água, diminuindo assim sua solubilidade.^{14, 34}

Capacidade de Emulsificantes

A capacidade emulsificante (C.E) é uma importante propriedade das proteínas em alimentos emulsionados, tais como queijos, sorvete, molhos para saladas e carnes processadas. A C.E dos WPC's obtidos neste trabalho pode ser observada na Tabela 3. Comparando a C.E dos WPC observa-se menor capacidade emulsificante no WPC-1, diferente estatisticamente dos demais tratamentos. Característica esta, relacionada a menor solubilidade de suas proteínas. As propriedades funcionais de proteínas são freqüentemente afetadas pela solubilidade protéica.¹ Na literatura são encontrados resultados similares para C.E de fontes protéicas com diferentes tratamentos, quando avaliadas em condições semelhantes à deste trabalho, como, por exemplo podem-se citar hidrolisados de caseína entre 0,15 e 0,25g/mg,¹³ hidrolisados de proteínas lácteas entre 0,40 e 0,50g/mg.¹⁶ Kwon & Rhee,¹⁹ encontraram valores superiores ao avaliar a C.E de proteína de coco, entre 0,74g/mg e 1,3g/mg.

Índice da Atividade Emulsificante/Estabilidade da Emulsão

O índice da atividade emulsificante (I.A.E) e estabilidade da emulsão (E.E) podem ser observados na Tabela 3 para os WPC's. Percebe-se que o I.A.E teve comportamento semelhante a C.E. mostrando diferença estatística significativa entre o WPC-1 e os demais tratamentos, entretanto para WPC-2 e WPC-3 foram semelhantes. Resultados semelhantes podem ser observados em outros trabalhos na literatura, utilizando as mesmas condições e metodologia de determinação. Vaghela & Kilara,⁴² obtiveram I.A.E igual a $31\text{m}^2.\text{g}^{-1}$ para amostra de WPC comercial e entre 27 a $33\text{m}^2.\text{g}^{-1}$ para seus WPC submetidos a diferentes tratamentos térmicos e níveis de cálcio. Fachin & Vioto,¹⁴ encontraram I.A.E, semelhantes aos encontrados neste trabalho, variando de 22 a $39\text{m}^2.\text{g}^{-1}$ para WPC submetidos a diferentes tratamentos térmicos, quando comparados ao WPC-2 e WPC-3 e também observaram que uma redução na pureza dos concentrados, resultou em menor I.A.E. Mutilangi, et al.²⁷ ao avaliarem as propriedades funcionais de isolados protéicos, obtiveram I.A.E inferiores aos obtidos no presente trabalho, que variaram entre 23,7 e $27\text{m}^2.\text{g}^{-1}$.

Uma vez formada a emulsão, sem a presença de agente estabilizador esta tende a separar-se em duas fases: uma aquosa e uma oleosa. De acordo com Antunes¹, as proteínas do soro de leite bovino possuem características estabilizantes, pois elas contêm grupos hidrofílicos que se ligam com o meio aquoso ou fase contínua e hidrofóbicos que se ligam com a gordura, mantendo assim uma emulsão estável.

A capacidade dos WPC's em manter estável a emulsão, ao contrário da C.E e do I.A.E, todos os concentrados apresentaram diferença estatística significativa entre si. O WPC-3 obteve maior capacidade em manter estável a emulsão já formada, devido a maior pureza de suas proteínas. Estes valores podem ser comparados a outros trabalhos na literatura que utilizaram mesma metodologia para determinação. Furtado et. al.¹⁶ obtiveram E.E nula para a

maioria de seus hidrolisados de proteínas lácteas em uma ampla faixa de pH. Duarte et al.¹³ observaram valores de 10 a 45% de E.E para hidrolisado de caseína, independente do pH utilizado.

Na literatura encontra-se uma gama de trabalhos avaliando o I.A.E e E.E, sejam de diferentes fontes protéicas,^{12, 19, 41} ou de fontes semelhantes as avaliadas neste trabalho.^{39, 40, 42, 44, 45} No entanto não há uma padronização de metodologia.

CONCLUSÃO

Os resultados obtidos demonstraram a viabilidade de utilizar a ultrafiltração na obtenção de concentrados protéicos de soro de leite (WPC), também demonstram a eficiência da DF contínua na purificação das proteínas e sua eficiência quando realizada com pequenos volumes em número maior de vezes.

Como o processo não utiliza altas temperaturas, pouco afetou às propriedades funcionais de tais proteínas, que são mais afetadas pela sua composição de origem não protéica.

Na literatura encontra-se uma gama de trabalhos avaliando o I.A.E e E.E, sejam de diferentes fontes protéicas, ou de fontes semelhantes as avaliadas neste trabalho, no entanto as formas de avaliação e as medidas destas propriedades são bastante diversas, já que não há padronização para estes métodos. Existe também a variação na composição dos produtos analisados, portanto os resultados devem ser cuidadosamente observados quando o objetivo principal é comparação dos dados experimentais.

OBTENTION OF WHEY PROTEIN AND CHARACTERIZATION OF ITS FUNCTIONAL PROPERTIES

Abstract: Cheese whey is a by product of the dairy industry. It represents the aqueous portion of milk, which separates from the coagulum during the production of cheese. Their proteins have important functional properties, as solubility and emulsifying properties, which can be affected by the high content of non protein components. In this work ultrafiltration operating in a diafiltration mode was used, with the purpose of concentrate and purify whey protein (WPC) and characterizing its functional properties. For this, three different experiments were performed. Firstly, 30 L of reconstituted whey powder were concentrated by ultrafiltration (UF) operating in a batch mode with reduction of the volume to 5L, after in continues process, three different strategies operating in a Diafiltration (DF) operating mode were accomplished. For experiment 1 made 4DF, two 5 L and two 2.5 L DF were accomplished, affording WPC-1 with 56% of protein; experiment 2 also with 4DF, two with 10 L and two with 5 L, affording WPC-2 with 71% of protein; for experiment 3, DF cycles were increased to six, 5 L each, affording WPC-3 with 80% of protein. WPCs solubility ranged between 70 and 85% (40°C/pH6.8); emulsifying capacity ranged between 0.21 and 0.37g/mg; emulsifying activity index ranged between 12 and 30 m².g⁻¹ and emulsion stability ranged between 7 and 16%. Similar indices are found in the literature, showing good potential for use in food formulations.

KEYWORDS: whey protein concentrate; ultrafiltration and diafiltration; protein functional characterization.

Referências Bibliográficas

1. ANTUNES, A. J. **Funcionalidade de proteínas do soro de leite bovino**. Barueri: Manole, 2003. 135p.
2. AOAC. **Association of Official Analytical Chemists**, Official Methods of Analysis. W. Horwitz (ed.), 15 ed, Washington, D.C., USA. 1990.
3. BALDASSO, C. **Concentração e purificação das proteínas do soro lácteo através da tecnologia de separação por membranas**. 2008. 163 f. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.
4. BENDER, F. E.; DOIGLAS, L. W.; KRAMER, A. **Statistical methods for food and agriculture**. Westport: Avi Publishing Company. Inc, 1982. p. 91-94.
5. BLIGH, E. G.; DYER, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Can. J. Biochem. Physiol.** Canadian, v. 37, p. 911-917, 1959.
6. BORGES, P. F. Z.; SGARBIERI, V. C.; DIAS, N. F. G. P.; JACOBUCCI, H. B. ; PACHECO, M. T. B. ; BALDINI , V. L. S. Pilot scale production of protein concentrates from cow's milk: composition and nutritive value, **Braz. J. Food Technol**, Campinas, v. 4, p. 1-8, 2001.
7. BRANS, G.; SCHRO, C. G. P. H.; VAN DER SMAN, R. G. M.; BOOM, R. M. Membrane fractionation of milk: state of the art and challenges. **J. Memb. Sci.**, Amsterdam, v. 243, p.263-272, 2004.
8. BUTYLINA, S.; LUQUE, S.; NYSTROMA, M. Fractionation of whey-derived peptides using a combination of UF and NF. **J. Memb. Sci.**, Amsterdam, v. 280, p. 418- 426, 2006.
9. CAMERON, D. R.; WEBER, M. E.; IDZIAK, E. S.; NEUFELD, R. J. COOPER, D. G. Determination of interfacial areas in emulsions using turbidimetric and droplet size data: correction of the formula for emulsifying activity index. **J. Agric. Food Chem.**, Easton, v. 39, p. 655-659, 1991.
10. CAPITANI, C. D.; PACHECO, M. T. B.; GUMERATO, H. F.; VITALI, A.; SCHMIDT, F. L. Recuperação de proteínas do soro de leite por meio de coacervação com polissacarídeo. **Pesqui. Agropecu. Bras.**, Brasília, v. 40, p. 1123-1128, 2005.
11. CHOBERT, J. M.; BERTRAND-HARB, C.; NICOLAS, M. G. Solubility and emulsifying properties of caseins and whey proteins modified enzymatically by trypsin. **J. Agric. Food Chem.**, Easton, v. 36, p.883-892, 1988.
12. DONADEL, M. E.; FERREIRA, S. H. P. Propriedades funcionais de concentrado protéico de feijão envelhecido. **Ciênc. Tecnol. Alim.**, Campinas, v. 19, p. 380-386, 1999.
13. DUARTE, A. J.; CARREIRA, R. L.; JUNQUEIRA, R.G.; COELHO, J.V.; SILVESTRE, M.P.C. Propriedades emulsificantes e solubilidade da caseína bovina e de seus hidrolisados trípticos: 1. Efeito do pH e do tempo de hidrólise. **Ciênc. Tecnol. Alim.**, Campinas, v. 18, p. 295-302, 1998.

14. FACHIN, L.; VIOTTO, W. H. Effect of pH and heat treatment of cheese whey on solubility and emulsifying properties of whey protein concentrate produced by ultrafiltration. **Int. Dairy J.**, Barking, v. 15, p. 325-332, 2005.
15. FAO. **Organization Protein quality evaluation; report of the joint FAO/WHO expert consultation.** FAO Food and Nutrition Paper , v. 51, Rome, 1991.
16. FURTADO, M. A. M.; GOMES, J. C.; SILVA, C. A.; ORNELLAS, C. B. D.; SILVESTRE, M. P. C. Propriedades funcionais de hidrolisados de proteína láctea co-precipitada. **Cienc. Agrotec.**, Lavras, v. 25, p. 625-639, 2001.
17. HARAGUCHI, F. K.; ABREU, W. C.; PAULA, H. Proteínas do soro do leite: composição, propriedades nutricionais, aplicações no esporte e benefícios para a saúde humana. **Rev. Nutr.**, Campinas, v. 19, p. 479-488, 2006.
18. HUFFMAN, L. M. Processing Whey Protein for Use as a Food Ingredient. **Food Technol.** Chicago, v. 50, p. 49-52, 1996.
19. KWON, K.S.; RHEE, K.C. Emulsifying Capacity of Coconut Proteins as a Function of Salt, Phosphate, and Temperature. **J. Am. Oil Chem. Soc.**, Chicago, v. 73, p. 1669-1673, 1996.
20. LANARA - **Laboratório Nacional de Referência Animal, Ministério da Agricultura Métodos analíticos oficiais para controle de produtos de origem animal e seus ingredientes – II Métodos físicos e químicos.** Portaria 001/81 de 07/10/81.
21. LOWRY, O. H.; ROSEBROUGH, N. J.; FARR, A. L.; RANDALL, R. J. Protein measurements with the Folin phenol reagent. **J. Biol. Chem.**, Bethesda, v. 193, p. 265-275, 1951.
22. McDONOUGH, F. E.; HARGROVE, R. E.; MATTINGLY, W. A.; POSATI, L. P.; ALFORD, J. A. composition and properties of whey protein concentrates from ultrafiltration. **J. Dairy Sci.**, Champaign, v. 57, p. 1438-1443, 1974.
23. MCINTOSH, G. H.; LE LEU, R. K. The influence of dietary proteins on colon cancer risk. **Nutr. Res.**, Tarrytown, v. 21, p. 1053-1066, 2001
24. MILLER, G. L. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. **Anal. Chem.**, Washington, v. 31, p. 426-428, 1959.
25. MORR, C. V.; FOEGEDING, E.A. Composition and functionality of commercial whey and milk protein concentrates: A status report. **Food Technol.**, Chicago, v. 44, p.100-112, 1990.
26. MORR, C. V.; GERMAN, B.; KINSELLA, J. E.; REGENSTEIN, J. E.; VAN BUREN, J. P.; KILARA, A.; LEWIS, B. A.; MANGINO, M. E. A collaborative study to develop a standardised food protein solubility procedure. **J. Food Sci.**, Chicago, v. 50, p.1715-1718, 1985.
27. MUTILANGI, W. A. M.; PANYAM, D.; KILARA, A. Functional properties of hydrolysates from proteolysis of heat-denatured whey protein Isolate. **J. Food Sci.**, Chicago, v. 61, 1996.
28. NAKAI, S.; LI-CHAN, E. Structure modification and functionality of whey proteins: quantitative structure-activity relationship approach. **J. Dairy Sci.**, Champaign, v. 68, p. 2763-2772, 1985.

29. PACHECO, M. T. B.; DIAS, N. F. G.; BALDINI, V. L. S.; TANIKAWA, C.; SGARBIERI, V. C. Propriedades funcionais de hidrolisados obtidos a partir de concentrados protéicos de soro de leite. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v. 25, p. 333-338, 2005.
30. PACHECO, M. T. B.; SGARBIERI, V. C. Effect of different hydrolysates of whey protein on hepatic glutathione content in mice. **J. Med. Food.**, New Rochelle, v. 8, p. 337-342, 2005
31. PATEL, M. T.; KILARA, A. Studies on whey protein concentrates. 2. foaming and emulsifying properties and their relationships with physicochemical properties. **J. Dairy Sci.**, Champaign, v. 73, p. 2731-2740, 1990.
32. PEARCE, K. N.; KINSELLA, J. E. Emulsifying properties of proteins: evaluation of a turbidimetric technique. **J. Agric. Food Chem.**, Easton, v. 26, p. 716-723, 1978.
33. PELEGRINE, D. H. G.; GASPARETTO, C. A. Whey proteins solubility as function of temperature and pH. **Lebensm. Wiss. U. Technol**, v. 38, p. 77-80, 2005.
34. PELEGRINE, D. H.; GASPARETTO, C. A. Estudo da solubilidade das proteínas presentes no soro de leite e na clara de ovo. **Rev. Bras. Pro. Agro.**, Campina Grande, v. 5, p. 57-65, 2003.
35. PRUDÊNCIO, E. S.; MAGENIS, R. B.; FALCÃO, L. D.; BORDIGNON-LUIZ, M. T. Comportamento do leite de búfala (*bubalus bubalis*) desnatado e pasteurizado durante o processo de ultrafiltração. **Boletim CEPPA.**, Curitiba, v. 24, p. 99-114, 2006.
36. REKTOR, A.; VATAI, G.; Membrane filtration of Mozzarella whey. **Desalination**, Amsterdam, v. 162, p. 279 - 286, 2004.
37. ROSANELI, C. F.; BIGHETTI, A. E.; ANTONIO, M. A.; CARVALHO, J. E.; SGARBIERI, V. C. Protective effect of bovine milk whey protein concentrate on the ulcerative lesions caused by subcutaneous administration of indomethacin. **J. Med. Food**, New Rochelle, v. 7, p. 309-314, 2004.
38. SGARBIERI, V. C. Propriedades fisiológicas-funcionais das proteínas do soro de leite. **Rev. Nutr.**, Campinas, v. 17, n. 4, p. 397-409, 2004.
39. SINHÁ, R.; RADHA, C.; PRAKASH, J.; KAUL, P. Whey protein hydrolysate: Functional properties, nutritional quality and utilization in beverage formulation. **Food Chem.**, London, v. 101, p. 1484-1491, 2007.
40. SODINI, I.; MORIN, P.; OLABI, A.; JIMÉNEZ-FLORES, R. Compositional and functional properties of buttermilk: a comparison between sweet, sour, and whey buttermilk. **J. Dairy Sci.**, Champaign, v. 89, p. 525-536, 2006.
41. TAKEITI, C. Y.; SOUZA, A. S.; NETTO, F. M. Influence of heat treatment on the solubility and emulsifying properties of soy protein isolate and its enzyme hydrolysates. **Braz. J. Food Technol.**, Campinas, v.7, p.87-101, 2004.
42. VAGHELA, M.N.; KILARA, A. Foaming and emulsifying properties of whey protein concentrates as affected by lipid composition. **J. Food Sci.**, Chicago, v. 61, p. 275-280, 1996.

43. VUILLEMARD, J. C.; GAUTHIER, S. F.; RICHARD, J. P.; PAQUIN, P. Development of a method for the measurement of the maximum value of emulsifying capacity of milk proteins. **Milchwissenschaft**. Frankfurt, v. 45, p. 572-575, 1990.
44. WIT, J. N. Nutritional and functional characteristics of whey proteins in food products. **J. Dairy Sci.**, Champaign, v. 81, p. 597-608, 1998.
45. YAMAUCHI, K.; SHIMIZU, M.; KAMIYA, T. Emulsifying properties of whey protein. **J. Food Sci.**, Chicago, v. 45, p.1237-1242, 1980.
46. YEE, K. W. K.; WILEY, D. E.; BAO, J. Whey protein concentrate production by continuous ultrafiltration: Operability under constant operating conditions. **J. Memb. Sci.**, Amsterdam , v. 290, p. 125–137, 2007.
47. ZYDNEY, A. L. Protein separation using membrane filtration: new opportunities for whey fractionation. **Int. Dairy J.**, Barking, v.8, p. 243-250, 1998.

Tabela 1 – Resumo dos experimentos realizados nas dialfiltrações, com o número de cada ciclo de DF realizado, o volume utilizado por ciclo e o total de água gasto no experimento.

Experimento	Nº de ciclos na DF	Diafiltração	Volume total de água utilizado
Exp.1	4 (2+2)	2 x 5 L	15 L
		2 x 2,5 L	
Exp.2	4 (2+2)	2 x 10 L	30 L
		2 x 5 L	
Exp.3	6	6 x 5 L	30 L

Tabela 2 - Composição centesimal em base seca de concentrados protéicos de leite bovino.

Componentes (% b.s)	WPC-1	WPC-2	WPC-3
Proteína	56 ±0,03 ^c	71 ±0,08 ^b	80 ±0,06 ^a
Lactose	31 ±0,10 ^a	18 ±0,09 ^b	10 ±0,03 ^c
Lipídios totais	8 ±0,40 ^a	5 ±0,2 ^b	4 ±0,1 ^b
Cinzas	6 ±0,08 ^a	4 ±0,03 ^b	3 ±0,02 ^c

Letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa ($p \leq 0,05$).

Tabela 3 - Propriedades funcionais dos WPC obtidos através da ultrafiltração: capacidade emulsificante (C.E), índice de atividade emulsificante (I.A.E), estabilidade de emulsão (E.E) e solubilidade

Amostras de WPC	Solubilidade (%)		C.E (g/mg)	I.A.E (m ² .g ⁻¹)	E.E (%), _x 100
	40°C	60°C			
WCP-1	70 ±1,1 ^a	42 ±1,0 ^c	0,21 ±0,01 ^b	12 ±0,72 ^b	7 ±0,97 ^c
WCP-2	77 ±0,9 ^b	64 ±0,4 ^b	0,34 ±0,01 ^a	30 ±0,68 ^a	11 ±0,86 ^b
WCP-3	85 ±1,0 ^c	69 ± 1,0 ^a	0,37 ±0,06 ^a	28 ±0,97 ^a	16 ±0,95 ^a

Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa ($p \leq 0,05$).

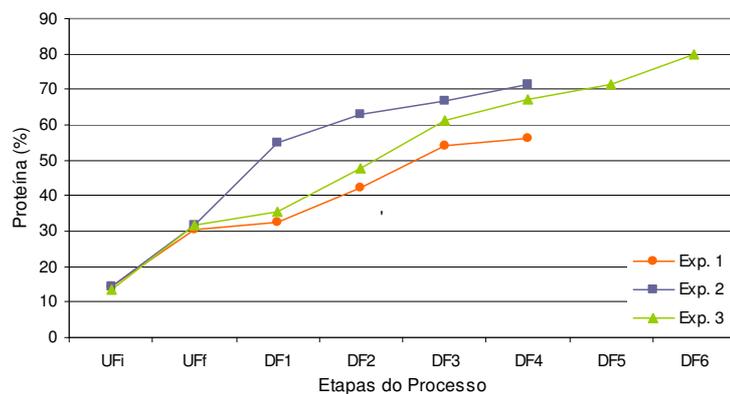


Figura 1 - Percentual protéico no concentrado de soro de leite (base seca) em cada etapa do processo, para os experimentos 1, 2 e 3. No gráfico o início da ultrafiltração é identificado por UFi e o final por UFf as diafiltrações são identificadas por DF e pela etapa correspondente

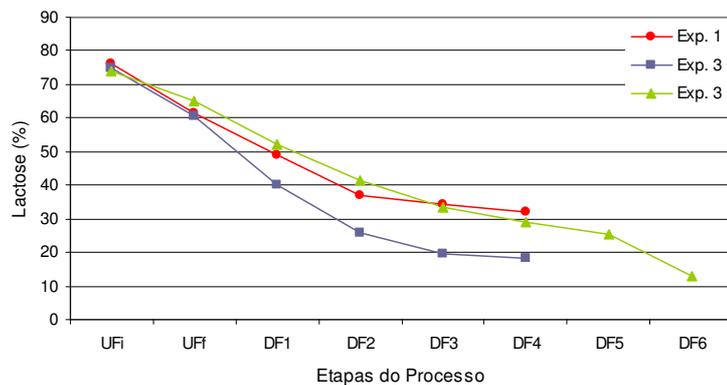


Figura 2 - Percentual de lactose no concentrado de soro de leite (base seca) em cada etapa do processo para os experimentos 1, 2 e 3. No gráfico o início da ultrafiltração é identificado por UFi e o final por UFf as diafiltrações são identificadas por DF e pela etapa correspondente

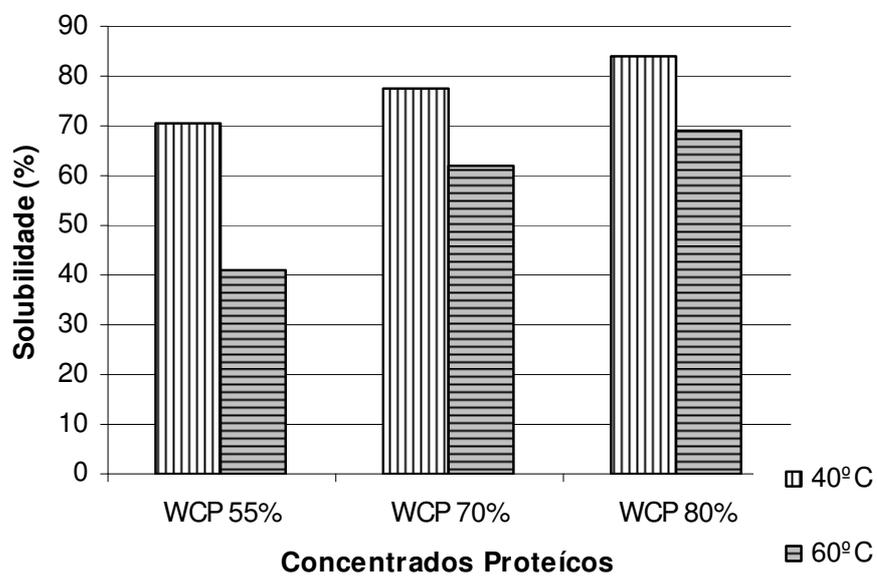


Figura 3 - Solubilidade dos concentrados protéicos 1, 2 e 3, sob diferentes temperaturas 40 e 60°C

CAPÍTULO 3

DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DE ESPESSANTE ALIMENTAR PARA LÍQUIDOS DESTINADOS A INDIVÍDUOS DISFÁGICOS

Artigo a ser submetido para publicação na revista Alimentos e Nutrição de Araraquara e formatado de acordo com as normas desta revista.

DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DE ESPESSANTE ALIMENTAR PARA LÍQUIDOS DESTINADOS A INDIVÍDUOS DISFÁGICOS *

DEVELOPEMNT AND PERFORMANCE EVALUATION OF FOOD THICKNER FOR LIQUIDS INTENDED FOR DYSPHAGIC INDIVIDUALS*

Carlos Henrique PAGNO**

Simone Hickmann FLORES ***

Erna Vogt de JONG ***

* Parte do trabalho da dissertação de mestrado do primeiro autor.

** Mestrando do Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos (PPGCTA) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul-UFRGS - 91501-970 - Porto Alegre/RS – Brasil.

*** Professoras do Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos (PPGCTA) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul-UFRGS - 91501-970 - Porto Alegre/RS – Brasil.

*Correspondência ao autor: Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos da UFRGS
Av. Bento Gonçalves, 9500 - Prédio 43.212 - Caixa Postal 15.090 - CEP: 91501-970 - Bairro
Agronomia, Porto Alegre - RS – Brasil
Fone: +55 - 51 - 3308 – 6676 - E-mail: carlospagno@hotmail.com

DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DE UM ESPESSANTE ALIMENTAR PARA LÍQUIDOS DESTINADOS A INDIVÍDUOS DISFÁGICOS

Resumo

A deglutição é um processo extremamente complexo ligado às funções biológicas de sobrevivência, através da qual ocorre a ingestão adequada de nutrientes, que são absorvidos e incorporados pelo organismo. A disfagia se caracteriza por uma disfunção no processo de deglutição, sendo sinal prevalente de doenças degenerativas. Alimentos viscosos e bebidas espessadas são tradicionalmente utilizados no tratamento clínico da disfagia. Dessa forma, este trabalho teve por objetivo, desenvolver a formulação de um espessante alimentar com valor nutricional agregado e avaliar sua ação de espessamento através da medida de viscosidade em diferentes condições: 10 e 120 minutos após o preparo a 25°C e 24hs de armazenamento sob refrigeração a 10°C, ambas com taxa de cisalhamento de 50s⁻¹, comparando com níveis de consistência recomendados para indivíduos disfágicos, segundo o National Dysphagia Diet (NDD). A formulação foi constituída de 68% de concentrado protéico de soro de leite com 80% de proteína, 2% de mix de vitaminas e minerais e 30% do agente espessante (goma guar). Testes preliminares determinaram a porção necessária para obter os níveis de consistência desejados em 250 mL de diferentes líquidos (leite integral e sucos de abacaxi, uva e laranja). Os diferentes tempos de espessamento dados às amostras demonstraram diferença estatisticamente significativa nas médias de viscosidade, evidenciando que o agente espessante utilizado continua a agir até certo período de tempo, aumentando a viscosidade. Algumas amostras, com diferentes constituintes dos líquidos utilizados, também demonstraram ter diferença estatística ao serem comparadas entre si, na mesma consistência. No entanto, as medidas de viscosidade mostraram que as bebidas permaneceram dentro dos limites sugeridos pela National Dysphagia Diet, com exceção da

consistência de pudim que no tempo 10 minutos permaneceu abaixo dos limites, adequando-se nos outros tempos, estando com isso aptas para o consumo por indivíduos disfágicos.

Palavras-chave: Disfagia, formulação de espessante alimentar, viscosidade. bebidas espessadas,

INTRODUÇÃO

A deglutição é um processo complexo, envolvendo estruturas relacionadas à cavidade oral, faringe, laringe e esôfago, submetidas a um controle neural, que permite a condução do conteúdo da boca até o estômago, não permitindo a entrada de nenhuma substância nas vias aéreas.^{7, 28} Este processo é um fenômeno dinâmico ligado às funções biológicas de sobrevivência, que se verifica pela ingestão de nutrientes adequados, absorvidos e incorporados pelo organismo.¹⁵

Convencionalmente, o ato de deglutir, ou deglutição é definido como processo altamente coordenado, dividido em quatro fases: oral preparatória e oral, ambas voluntárias, e fase faríngea e esofágica, involuntárias.^{5, 12, 25} Após o alimento ser ingerido, é mastigado, triturado e misturado com a saliva formando o bolo alimentar, com o auxílio da língua o bolo formado é impulsionado para o interior da garganta, a laringe se eleva, para proteção da cavidade nasal evitando o risco de aspiração durante a deglutição e, através de movimentos peristálticos, o bolo é conduzido até o estômago.^{6,11, 16, 26}

Distúrbios que afetem esses mecanismos têm como consequência a disfagia, uma condição na qual os pacientes têm dificuldade na mastigação ou deglutição de alimentos. Pode ser causada por “déficit” neurogênico ou estrutural na cavidade oral ou trato digestivo,

resultado de uma ou mais patologias, tais como: mal de Parkinson, acidente vascular cerebral (AVC) entre outras doenças degenerativas e desordens musculares.⁶

A disfagia pode ser encontrada em até 80% dos casos de acidente vascular cerebral (AVC), tendo a pneumonia aspirativa como fator complicador no seu tratamento. Varia entre indivíduos e, em alguns casos, o paciente pode ter dificuldade de deglutição tanto de fluídos líquidos, semi-sólidos ou sólidos, quanto, em casos mais severos, a própria saliva.^{1, 34}

De acordo com Germain et al.,¹⁰ a desnutrição é freqüentemente observada em indivíduos disfágicos, acompanhada de outros problemas de saúde como: constipação, desidratação, úlcera, anorexia e imunodeficiência, geralmente, causada pela falta ou baixa ingestão de nutrientes considerados essenciais como algumas vitaminas e minerais que atuam sobre o sistema imunológico, ocasionando decréscimo geral da qualidade de vida. Promover nutrição adequada para indivíduos disfágicos é um desafio. Contudo a alimentação de tais indivíduos pode ser facilitada se os alimentos tiverem sua textura modificada para consistência de purê e, principalmente, se os líquidos forem espessados.^{10, 30}

Modificações na textura dos líquidos e na viscosidade, através da utilização de espessantes, têm sido usadas para promover deglutição segura. Pelo espessamento dos líquidos, é criado um bolo alimentar mais coeso, compensando assim o déficit na deglutição e reduzindo o risco de aspiração.^{1, 18, 21}

Bebidas espessadas podem ser especialmente preparadas para o tratamento da disfagia. Geralmente líquidos espessados são produzidos pela adição de um ou mais agente espessante como: amidos modificados ou gomas, sendo as mais utilizadas as gomas guar e xantana.^{11, 32} Gomas são aditivos alimentares com função de espessar, estabilizar, encorpar, conferir viscosidade, elasticidade e dar a textura desejada ao alimento produzido, formando dispersões altamente viscosas em baixas concentrações.²⁰ Além dessas vantagens, são de baixo custo, podendo ser empregadas em bebidas como espessante e estabilizante.²⁹

O controle na viscosidade dos alimentos espessados é clinicamente importante para o manejo e tratamento de pacientes disfágicos, evitando os riscos de aspiração e retenção de alimentos na faringe após a deglutição.²³

A falta de padrões claros para as dietas modificadas e para líquidos espessados levou à criação da “National Dysphagia Diet Task Force” (NDDTF), nos Estados Unidos, e a publicação em 2002 do guia da “National Dysphagia Diet (NDD).⁹

A NDD incluiu recomendações para rotulagem e taxas de viscosidade para cada um dos quatro níveis de consistência recomendados no tratamento da disfagia (Fina, Néctar, Mel e Pudim). A viscosidade dos líquidos espessados - mais especificamente a resistência a fluir – pode ser expressa em centipoise (cP). As taxas de viscosidade dos alimentos líquidos categorizadas pela NDD são: Finos com viscosidade 1-50 cP, Néctar de 51-350 cP, Mel de 351-1750cP e Pudim superior a 1750 cP.²²

Devido à consistência da maior parte dos líquidos consumidos sofrer variações em função das taxas de fluxo, as medidas de viscosidade são tipicamente reportadas em uma taxa de cisalhamento específica.³³ Baseado em pesquisas realizadas, a NDDTF selecionou uma taxa de cisalhamento de 50 s^{-1} e temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$ (temperatura ambiente), como padrão para as medidas de viscosidade da NDD.²²

Levando em consideração os transtornos causados pela disfagia na deglutição de alimentos líquidos, e os sérios problemas de desnutrição que acomete tais indivíduos, dois objetivos foram propostos para este trabalho:

(1) Formular um produto nutritivo, utilizando como agente espessante goma guar, adicionado de vitaminas e minerais, destinado a espessar diferentes líquidos, para torná-los adequados ao consumo de pacientes disfágicos, de acordo com os níveis de consistência recomendado pela “National Dysphagia Diet”.²²

(2) Avaliar ação do produto formulado, através da medida de viscosidade de diferentes amostras espessadas, em diferentes tempos e temperaturas.

MATERIAL E MÉTODOS

Formulação do Produto

Para formulação do produto, utilizou-se como matéria-prima: concentrado protéico de soro de leite (WPC), composto de 80% de proteína, 11% de carboidratos e 4% de lipídios totais, obtido em planta piloto localizada no Laboratório de Tecnologia Química – LATEQ da UFRGS; mix de vitaminas (Vitaminas E, A, D, K, B12, ácido pantotênico (B5), piridoxina (B6), tiamina (B1), riboflavina (B2), ácido fólico (B9) e biotina) e sais minerais (Ca, Fe, P, Zn, K, Cl, Mg, Mn, Cu, I, Cr, Se, F) previamente formulado, levando em consideração o aporte nutricional recomendado pelo Institute of Medicine,¹⁴ fornecido pela empresa Fortitech South®. Como agente espessante utilizou-se goma guar, fornecida pela empresa BRASVIT®.

Definição da concentração de uso do produto formulado

Para determinar a concentração necessária do agente espessante a ser adicionado na formulação, foram realizadas medidas da viscosidade aparente em centipoise (cP) de diferentes concentrações de goma guar dissolvida em água destilada. As medidas foram realizadas na temperatura de 25°C com taxa de cisalhamento de 50 s⁻¹, 12 horas após seu preparo, com a finalidade de determinar a viscosidade máxima que poderia ser obtida por cada concentração do agente espessante (goma guar).⁹

Produto formulado

Os líquidos tomados como amostras para os testes com o produto formulado foram: leite integral 3% de gordura (Santa Clara[®]), sucos de abacaxi (Tial[®]), uva (Jandaia[®]) e laranja (Maguary[®]), alimentos estes, comumente espessados e servidos a indivíduos disfásicos.

As amostras foram preparadas segundo Garcia et al.,⁹ 600 mL das amostras foram adicionadas em béquer de vidro, o produto formulado foi adicionado lentamente sob agitação contínua por 60 segundos (ou até completa dissolução), utilizando-se um agitador magnético (modelo Are) em velocidade constante (nível 6), com auxílio de barra magnética de 8x25mm, em temperatura ambiente ($25\pm 2^{\circ}\text{C}$). Preparo similar foi realizado com todas as amostras (leite e sucos) para todos os níveis de consistência.

As medidas de viscosidade foram realizadas em viscosímetro Brookfield modelo DV-II+PRO, utilizando spindle LV4 e expressas em centipoise (cP). O equipamento estava conectado ao computador para controle e coleta dos dados, através do software Rheocalc V3. De acordo com as recomendações da “National Dysphagia Diet “(NDD)”,²² as medidas foram realizadas com taxa de cisalhamento de 50 s^{-1} , com 600mL de amostra alojada em béquer de vidro, condições requeridas pelo equipamento.

Com a finalidade de avaliar o comportamento do produto formulado frente a diferentes condições, medidas da viscosidade foram realizadas em diferentes tempos (tempo de espessamento) e temperaturas. Em um primeiro momento, as medidas foram feitas 10 minutos e 2 horas após seu preparo, em temperatura de $25^{\circ}\pm 2^{\circ}\text{C}$. As mesmas amostras foram então armazenadas sobre refrigeração por 24h e novas medidas foram realizadas em temperatura de $10\pm 2^{\circ}\text{C}$.^{9, 11}

Análise Estatística dos Resultados

Os resultados foram expressos na forma de média e desvio padrão para cada amostra, em cada nível de consistência e tempo de espessamento. A análise estatística foi feita utilizando ANOVA com o programa Excel. Quando houve diferença entre as médias dos tratamentos foi aplicado o teste de Tukey, ao nível de significância de 5%.³

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As medidas de viscosidade realizadas com o agente espessante podem ser observadas na Tabela 1, com a média de viscosidade aparente expressa em centipoise (cP).

Com o aumento da concentração do agente espessante, conseqüentemente observou-se aumento na viscosidade da solução ao redor de 2100 cP.

Sopade et al.,³² avaliaram a viscosidade de seis diferentes espessantes comerciais, dispersos em água e em suco de framboesa, com diferentes concentrações, variando de 0,1–15,6%. Quatros destes tiveram como agente espessante gomas e outros dois, amido de milho modificado. Observaram que as mesmas concentrações de diferentes espessantes possuíam atributos de viscosidade diferentes. Os espessantes à base de goma guar apresentaram as maiores viscosidades em menores concentrações. Usando a concentração de 1,1% de espessante à base de goma guar mediram a viscosidade aparente de 1140,3 cP, com a mesma concentração de espessante à base de goma xantana, a viscosidade medida foi de 207,3 cP.

TABELA 1

A porção de cada composto adicionado ao produto teve por objetivo realizar suplementação nutricional, de proteínas, vitaminas e sais minerais, de acordo com a ingestão

diária recomendada Institute of Medicine.¹⁴ A formulação desenvolvida pode ser observada na Tabela 2.

TABELA 2

No preparo das amostras, um ponto considerado importante foi que os líquidos a serem espessados, obtivessem viscosidades adequadas para cada nível de consistência, recomendado pela NDD.²² Para isso, de acordo com as determinações de viscosidade realizados com o agente espessante (Tabela 1), foram realizados cálculos para definir a quantidade em (g) ou porção (Tabela 3), necessária a ser adicionado a um copo (250mL) dos líquido para atingir os níveis de consistência desejada: néctar, mel e/ou pudim.

TABELA 3

O valor energético atribuído a cada porção (Tabela 4) deve-se ao teor de proteínas da formulação, pois em relação aos demais compostos calóricos como carboidratos e lipídios estes estão presentes em quantidades insignificantes, dessa forma não contribuem para o valor energético do produto formulado.⁴ O nível de consistência desejado para os líquidos, néctar, mel ou pudim suplementam 5, 7 e 10% respectivamente, da IDR, segundo as recomendações da Institute of Medicine.¹⁴

TABELA 4

Minerais são elementos inorgânicos amplamente distribuídos na natureza e que, no organismo, desempenham uma variedade expressiva de funções metabólicas que incluem

ativação, regulação, transmissão e controle, sendo sua ingestão adequada de extrema importância.¹⁷ A suplementação de minerais pode ser observada na Tabela 4, bem como, o percentual da IDR segundo as recomendações do Institute of Medicine.¹⁴ O ferro e cálcio foram os minerais com valor mais expressivo para IDR, 3 e 3,5% respectivamente, na consistência de pudim. A deficiência de ferro pode provocar anemia e retardo no crescimento.² O cálcio é o principal constituinte de ossos e dentes, além de estar envolvido na contração muscular e sistema nervoso.⁸ Ao introduzir uma bebida espessada na consistência de pudim, no mínimo em três refeições, 9 % da IDR de ferro seria suprida e 10,5% de cálcio.

As vitaminas são compostos orgânicos que variam amplamente quanto à estrutura química e atividade biológica, podendo funcionar tanto como cofatores de enzimas em diferentes reações bioquímicas, quanto como antioxidantes/oxidantes, modulando o balanço oxidativo, e até mesmo como hormônios, regulando a expressão gênica.²⁷ Através da Tabela 5 pode-se observar a suplementação de vitaminas, bem como, o percentual da IDR segundo Institute of Medicine.¹⁴ Houve variação de 1 a 11% dependendo do tipo de vitamina, sendo os mais altos percentuais obtidos pela vitamina K e B₁₂, a qual não é sintetizada pelo organismo humano e sua deficiência é muito freqüente entre idosos, vegetarianos e indivíduos que adotam baixa dieta protéica ou apresentam problemas de absorção gastrointestinal.²⁴

TABELA 5

O produto formulado não teve por objetivo suprir a demanda nutricional do indivíduo, mas contribuir como suplemento aos líquidos a serem espessados para alimentação de disfágicos, melhorando com isso a ingestão de aporte calórico, vitaminas e minerais.

Em um trabalho, realizado por Germain et al.,¹⁰ foram avaliados, durante doze semanas, ganho de peso, aumento de massa corpórea e ingestão de nutrientes, de dois grupos

de indivíduos disfágicos hospitalizados. Para um deles, foi fornecido, além do alimento, bebida espessada e para o outro a alimentação tradicional do hospital. Os autores observaram aumento de peso no grupo que recebeu bebida espessada, em comparação com o grupo controle, conseqüentemente houve aumento do índice de massa corpórea e da ingestão de nutrientes. Ficou evidente que pacientes disfágicos podem comer melhor e ter seu peso aumentado quando utilizam também bebidas espessadas.

Durante o preparo das amostras, foram efetuadas medidas de pH com a finalidade de avaliar sua ação frente ao produto formulado. Esta medida ficou na faixa da neutralidade e ácido com pH de 6,40 para leite, 3,75 para suco de abacaxi, 2,93 para suco de uva e 3,33 para o suco de laranja. Após o preparo das amostras, novas medidas foram efetuadas permanecendo o mesmo pH para o leite, com pequeno aumento nas demais amostras: 4,5 para suco de abacaxi, 3,60 para o de uva e 3,90 para o de laranja, permanecendo assim constantes em todos os tempos de espessamento e níveis de consistência.

Ao avaliar a ação do produto formulado nas diferentes amostras, dois resultados significativos foram observados, que a viscosidade foi dependente do tipo de amostra utilizada nos experimentos e do tempo de espessamento.

Na Tabela 6 pode-se observar as médias de viscosidade em centipoise (cP) dos quatro líquidos utilizados (leite, sucos de abacaxi de uva e de laranja) em cada nível de consistência (néctar, mel e pudim) e para cada tempo de espessamento (10 minutos, 2 horas e 24 horas). Médias maiores representam amostras espessadas mais viscosas e as médias menores as amostras menos viscosas ou mais fluídas.

TABELA 6

As médias da viscosidade de todas as amostras, em cada nível de consistência e em cada tempo de espessamento, foram comparadas aos limites de viscosidade sugeridos pela “National Dysphagia Diet (NDD).²² No nível de consistência de néctar (51 – 350 cP) todas as amostras, independente do tempo de espessamento, permaneceram dentro dos limites, variando da menor viscosidade, de 58 cP do suco de uva no tempo de 10 minutos, até 180 cP para o suco de abacaxi após o tempo 24 horas.

Para a consistência tipo mel (351 – 1750 cP), apenas o suco de uva com viscosidade média de 310 cP no tempo de 10 minutos permaneceu abaixo do índice sugerido, as demais amostras encontraram-se todas dentro da faixa estipulada, com viscosidade máxima de 1084 cP para o leite após 24 horas.

Na consistência de pudim (> 1750 cP) todas as amostras ficaram abaixo do índice sugerido, no tempo de 10 minutos, variando de 1199 cP para a viscosidade do leite a 844 cP para o suco de uva. Após o tempo de duas horas, com exceção do leite que continuou a baixo do índice, todo os demais valores de viscosidade adequaram-se à NDD.²² Dessa forma pode-se sugerir o aumento da porção, que foi de 9,20g/250 mL, para a amostra adquirir maior viscosidade logo após o preparo do alimento, com utilização imediata.

Germain et al.,¹¹ ao avaliarem a viscosidade de bebidas espessadas, tradicionalmente usadas para disfagia, nas condições em que eram oferecidas aos pacientes (8°C), observaram que grande parte das amostras testadas não estavam de acordo com níveis de consistência sugerida pela “National Dysphagia Diet (NDD, 2002)”. Os valores da viscosidade aparente foram em média 615 ± 260 cP para a consistência de néctar e das oito amostras analisadas apenas uma correspondeu aos limites sugeridos. Para a consistência de mel, com média de 1480 ± 790 cP, das 11 amostras analisadas quatro estavam fora dos níveis sugeridos, e para consistência de pudim, com média 3340 ± 1240 cP, das 11 amostras analisadas nove não alcançavam o limite sugerido pela NDD.²²

Ao comparar as médias de viscosidade das amostras, nos diferentes tempos de espessamento para cada nível de consistência, pode-se observar que em todos os casos ocorreu aumento na viscosidade com diferença estatisticamente significativa, como se pode observar na Tabela 6. O mesmo foi encontrado por Garcia et al.,⁹ sugerindo que o resultado pode ser explicado pelo fato do espessante continuar absorvendo líquido e se hidratando durante um certo período de tempo, aumentando com isso a consistência das amostras.

Os mesmos autores, avaliando a ação de espessantes comerciais em diferentes amostras, comparando o tempo de espessamento, observaram diferença estatisticamente significativa em alguns casos, ao comparar as medidas de viscosidade no tempo padrão de espessamento (sugerido pelo fabricante), e 10 e 30 minutos após. Uma amostra de leite espessada com um dos produtos comerciais, no tempo de espessamento sugerido pelo fabricante apresentava viscosidade de 527 cP, depois de 10 minutos aumentava para 1047 cP, e depois de 30 min 1237 cP.

No presente trabalho, o fato pode ser claramente evidenciado ao comparar as medidas de viscosidade no tempo de 10 minutos, independente do nível de consistência, e após 2 horas (Tabela 6), a viscosidade dobrou ou triplicou em praticamente todas as amostras.

Ao comparar a viscosidade obtida após 2 e 24 horas, apesar de haver diferença estatisticamente significativa, o aumento não foi tão acentuado como nas primeiras medidas. Vale ressaltar que nos tempo 10 minutos e 2 horas as medidas da viscosidade foram realizadas a temperatura ambiente. Após 24 horas, com as amostras estocadas em temperatura de refrigeração, as medidas foram realizadas na temperatura de $10 \pm 1^\circ\text{C}$. Esta diferença de temperatura influenciou na viscosidade das amostras. Adeleye e Rachal,¹ ao examinarem a influência da temperatura frente às propriedades reológicas observaram que as mesmas amostras possuíam diferença estatisticamente significativa nos valores de viscosidade ao serem avaliadas a 10 e 20°C, obtendo maiores valores em menores temperaturas,

independente da consistência. Enquanto um leite desnatado, espessado para consistência de néctar, apresentou a 10°C viscosidade de 482,67 cP, a mesma bebida a 20°C apresentou viscosidade de 326,13 cP, e suco de laranja espessado para consistência de mel apresentou a 10°C viscosidade de 2.473 cP, e a 20°C de 1.562 cP.

O presente trabalho mostrou diferença estatística significativa para viscosidade das quatro amostras testadas levando em consideração o mesmo nível de consistência e o mesmo tempo de espessamento (Tabela 6). Ao comparar a viscosidade na consistência de néctar, no tempo de 10 minutos, do leite (89 cP) e do suco abacaxi (68 cP) observou-se diferença significativa e o suco de uva (58 cP) mostrou-se semelhante ao suco de laranja (60 cP), sendo ambos diferentes estatisticamente, tanto do leite quanto do suco de abacaxi.

Esta diferença pode ter ocorrido devido aos diferentes constituintes de cada amostra, que tem forte impacto nos resultados finais de viscosidade. Interações podem ocorrer entre o agente espessante (goma guar) e alguns constituintes das amostras como a presença de pectina (suco de laranja), íons (alta concentração no suco de laranja e leite), ácidos (alta concentração no suco de uva, a qual também apresentou menor pH, além do suco de abacaxi e laranja), e conteúdo de sólidos.^{13, 31}

Dentre as amostras analisadas o leite foi o que apresentou as maiores médias de viscosidade (56%), juntamente com o suco de abacaxi (44%), independente do nível de consistência ou tempo de espessamento. De acordo com Garcia et al.,⁹ o leite contém minerais e outros ingredientes que podem interagir com o espessante resultando em maior capacidade de espessamento, já para o sucos, o alto teor de sólidos pode resultar em maiores valores de viscosidade. Para mesmos autores, as amostras de leite na consistência de néctar variaram entre 62 a 391 cP, apresentando as maiores médias de viscosidade, independente do tipo de espessante utilizado ou tempo de espessamento.

CONCLUSÃO

O produto formulado neste trabalho, além de atuar como espessante para líquidos, também contribuiu para suplementação nutricional de proteínas, vitaminas e minerais. Os testes demonstraram a eficiência do produto formulado para espessar as diferentes amostras, tornando-as com consistência adequada para a alimentação de indivíduos disfágicos, de acordo com as recomendações da “National Dysphagia Diet (NDD)”. No entanto mais trabalhos devem ser realizados a fim de aperfeiçoar a formulação e determinar um tempo padrão de espessamento dos alimentos. Recomenda-se futuros estudos com aplicação de análise sensorial de amostras espessadas e testes com indivíduos disfágicos.

DEVELOPEMNT AND PERFORMANCE EVALUATION OF FOOD THICKNER FOR LIQUIDS INTENDED FOR DYSPHAGIC INDIVIDUALS

Abstract

Swallowing is an extremely complex process linked to the biological functions of survival, through which happens the appropriate ingestion of nutrients that are absorbed and incorporated by the organism. The dysphagia is characterized by a dysfunction in the swallowing process and is a prevalent sign of degenerative diseases. Viscous foods and thickened drinks are traditionally used in the clinical treatment of dysphagia. In this way, the purpose of this work was to develop a formulation of a food thickener with aggregated nutritional value and to evaluate its thickening action through measurements viscosity in different conditions: 10 and 120 minutes after the preparation to 25°C and 24 hours of storage under refrigeration to 10°C, both in a shear rate of $50s^{-1}$, compared to the consistence levels recommended for dysphagic individuals according to National Dysphagia Diet Guidelines

(NDD). The formulation was constituted of: 68% of whey protein concentrate (WPC) with 80% of protein, 2% of mix of vitamins and minerals and 30% of the thickening agent (gum guar). Preliminary tests determined the necessary amounts to obtain the desired consistence levels in 250 mL of a drink. There was significant statistic difference among the average viscosity between the different times samples were given to thicken demonstrating that the thickening agent used continues to act during some time, increasing the viscosity. Some samples also showed significant statistic difference among the average viscosity, in the same consistence level, when compared to each other, what is a consequence of the different constituents of the liquids used. However, the viscosity measurements demonstrated that, independent of the thickening conditions, all the samples remained inside of the limits suggested by NDD, except for the pudding consistence that was below these limits in the time of 10 minutes, but fitted better in the other times, being fit for consumption by dysphagic individuals .

Key words: dysphagia, formulation food thicken, viscosity, drinks thickeners

Referencias Bibliográficas

1. ADELEYE, B.; RACHAL, C. Comparison of the rheological properties of ready-to-serve and powdered instant food-thickened beverages at different temperatures for dysphagic patients. **J. Am. Diet. Assoc.**, Chicago, v. 107, n. 7, p. 1176-82, 2007.
2. ANDRADE, E. C. B.; ALVES, S. P.; TAKASE, I. Avaliação do uso de ervas medicinais como suplemento nutricional de ferro, cobre e zinco. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v. 25, n. 3, p. 591-596, 2005
3. BENDER, F. E.; DOIGLAS, L. W.; KRAMER, A. **Statistical Methods for Food and Agriculture**. Westport, Avi Publishing Company. Inc, 1982. p. 91-94.
4. BRASIL (2003) Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 360, de 23 de dezembro de 2003. **Regulamento Técnico Sobre Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados**. Diário Oficial da União; Poder Executivo, de 26 de dezembro de 2003.
5. CINTRA, A. B.; VALE, L. P.; FEHER, O.; NISHIMOTO, I. N.; KOWALSKI, L. P.; ANGELIS, E. C. Deglutição após quimioterapia e radioterapia simultânea para carcinomas de laringe e hipofaringe. **Rev. Assoc. Med. Bras.**, São Paulo, v. 51, n. 2, p.93-99, 2005.
6. DUSICK, A. Investigation and management of dysphagia. **Semin. Pediatr. Neurol.**, Philadelphia, v. 10, n. 4, p. 255-264, 2003.
7. ERTEKIN, C.; AYDOGDU, I. Neurophysiology of swallowing. **Clin. Neurophysiol.**, Amsterdam, v. 114, n. 12, p. 2226–2244, 2003.
8. FAO/WHO - Food and Agriculture Organization of the United Nations/ World Health Organization. **Human Vitamin and Mineral Requirements**. Food and Nutrition Division. Bangkok, Thailand, 2001.
9. GARCIA, J. M.; CHAMBERS-IV, E.; MATTA, Z.; AND CLARK, M. Viscosity measurements of nectar- and honey-thick liquids: product, liquid, and time comparisons. **Dysphagia**, New York, v. 20, n. 4, p. 325–335, 2005.
10. GERMAIN, I.; DUFRESNE, T.; GRAY-DONALD, K. A novel dysphagia diet improves the nutrient intake of institutionalized elders. **J. Am. Diet. Assoc.**, Chicago, v. 106, n. 10, p. 1614-23, 2006b.
11. GERMAIN, I.; DUFRESNE, T.; RAMASWAMY, H. S. Rheological characterization of thickened beverages used in the treatment of dysphagia. **J. Food Eng.**, Essex, v. 73, n. 1, p. 64–74, 2006a.
12. GLEESON, D. C. L. Oropharyngeal Swallowing and Aging: a review. **J. Commun. Disord.**, New York, v. 32, n. 6, p. 373-396, 1999.
13. HOEFLER, A. C. **Hydrocolloids: Practical Guides for the Food Industry**. Saint Paul: Eagan Press, 2004. 111p.

14. INSTITUTE OF MEDICINE. Food and Nutrition Board. Dietary Reference Intakes. National Academic Press, Washington D.C., 1999-2001. Disponível online em <http://fnic.nal.usda.gov/nal_display/index.php?info_center=4&tax_level=3&tax_subject=256&to_pic_id=1342&level3_id=5140> acesso em Agosto de 2008.
15. JEAN, A. Brain stem control of swallowing: neuronal network and cellular mechanisms. **Physiological Reviews**, v. 81, n. 2, p. 929-969, 2001.
16. JOTZ, G. P.; DORNELLES, S. Fisiologia da deglutição. In: JOTZ, G. P.; DORNELLES, S. **Otorrinolaringologia: Princípios e Práticas**. 2. ed. São Paulo: Artmed, 2006. p. 753-756.
17. LOBO, A. S.; TRAMONTE, V. L. C. Effects of supplementation and food fortification on mineral bioavailability. **Brazilian Journal of Nutrition**, Campinas, v. 17, n. 1, p. 107-113, 2004.
18. LOTONG, V.; CHUN, S. S.; CHAMBERS, E.; GARCIA, J. M. Texture and flavor characteristics of beverages containing commercial thickening agents for dysphagia diets. **J. Food Sci.**, Chicago, v. 68, n. 4, p. 537-41, 2003.
19. MANN, L. L.; WONG, K. Development of an objective method for assessing viscosity formulate foods and beverage for the dysphagic diets. **J. Am. Diet. Assoc.**, Chicago, v. 96, n. 6, p. 585-588, 1996.
20. MARUYAMA, L. Y.; CARDARELLI, H. R.; BURITI, F. C. A.; SAAD, S. M. I. Textura instrumental de queijo petit-suisse potencialmente probiótico: influência de diferentes combinações de gomas. **Cienc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v. 26, n.2, p.386-393, 2006.
21. MATTA, Z.; CHAMBERS-IV, E.; GARCIA, J. M.; HELVERSON, J. M. Sensory characteristics of beverages prepared with commercial thickeners used for dysphagia diets. **J. Am. Diet. Assoc.**, v. 106, n.7, p. 1049-54, 2006.
22. NDD - National dysphagia diet: Standardization for optimal care. Chicago, IL: American Dietetic Association, 2002.
23. PAIK, N. J.; HAN, T. R.; PARK, J. W.; LEE, E. K.; PARK, M. S.; HWANG, I. K. Categorization of dysphagia diets with the line spread test. **Arch. Phys. Med. Rehabil.**, Philadelphia, v. 85, n. 5, p. 857-861, 2004.
24. PANIZ, C.; GROTO, D.; SCHMITT, G. C.; VALENTINI, J.; SCHOTT, K. L.; POMBLUM, V. J.; GARCIA, S. C. Fisiopatologia da deficiência de vitamina B12 e seu diagnóstico laboratorial. **J Brás. Patol. Med. Lab.** Rio de Janeiro, v. 41, n. 5, p. 323-34, 2005.
25. PILLON, J.; GONÇALVES, M. I. R.; BIASE, N. G. Changes in eating habits following total and frontolateral laryngectomy. **São Paulo Med. J.**, São Paulo, v.22, n.5, p.195-199, 2004.
26. SAITOH, E.; SHIBATA, S.; MATSUO, K.; BABA, M.; FUJII, W.; PALMER, J. B. Chewing and food consistency: effects on bolus transport and swallow initiation. **Dysphagia**, New York, v. 22, n. 2, p. 100-107, 2007.
27. SILVA, C. R. M.; NAVES, M. M. V. Suplementação de vitaminas na prevenção de câncer. **Rev. Nutr.**, Campinas, v. 14, n. 2, p. 135-143, 2001.

28. SILVA, L. M. Disfagia orofaríngea pós-acidente vascular encefálico no idoso. **Rev. Bras. Geriatr. Gerontol**, Rio de Janeiro, v. 9 n. 2, 2006.
29. SLAVIN, J. L.; GREENBERG, N. A. Partially hydrolyzed guar gum: clinical nutrition uses. **Nutrition**, New York, v. 19, n. 6, p. 549-552, 2003.
30. SMITH, P. Nutrition, hydration, and dysphagia in long-term care: differing opinions on the effects of aspiration. **JAMDA**, v. 7, n. 9, p. 545-549, 2006.
31. SOPADE, P. A.; HALLEY, P. J.; CICHERO, J. A. Y.; WARD, L. C.; LIU, J.; VARLIVELI, S. Rheological characterization of food thickeners marketed in Australia in various media for the management of dysphagia. III. Fruit juice as a dispersing medium. **J. Food Eng.**, Essex, v. 86, n. 4, p. 604–615, 2008.
32. SOPADE, P. A.; HALLEY, P. J.; CICHERO, J. A. Y.; WARD, L. C. Rheological characterization of food thickeners marketed in Australia in various media for the management of dysphagia. I: Water and cordial. **J. Food Eng.**, Essex, v. 79, n. 1, p. 69–82, 2007.
33. STEELE, C. M.; VAN, L. P. H.; GOFF, H. D. The rheology of liquids: a comparison of clinicians' subjective impressions and objective measurement. **Dysphagia**, New York, v. 18, n. 3, p. 182-95, 2003.
34. YAMADA, E. K.; SIQUEIRA, K. O.; XEREZ, D.; KOCH, H. A.; COSTA, M. M. B. A influência das fases oral e faríngea na dinâmica da deglutição. **Arq. Gastroenterol.**, São Paulo, v. 41, n. 1, p. 18-23, 2004.

Tabela 1 - Medida da viscosidade atingida com diferentes concentrações de goma guar a 25°C em taxa de cisalhamento de 50 s⁻¹, após 12 horas de preparo.

Concentração de goma guar (%)	Viscosidade (cP)
0,4	96,71
0,5	173,00
0,6	558,53
0,8	1068,60
1,0	1571,20
1,1	1868,65
1,2	2142,20

Tabela 2 - Porção de cada composto adicionado na formulação, levando em consideração 100g de produto final

Nutrientes	Concentração (%)
WPC 80%	68
Mix de vitaminas	1
Mix de minerais	1
Goma guar	30

Tabela 3 - Quantidade em gramas do produto formulado a ser adicionada em um copo (250mL) de alimento líquido de acordo com a consistência que se deseja atingir

Níveis de consistência	g de produto/250mL de líquido
Néctar	4,20
Mel	6,70
Pudim	9,20

Tabela 4 - Composição calórica e de minerais e IDR do produto formulado de acordo com a porção (g) para atingir os diferentes níveis de consistência (Néctar, Mel e Pudim)

Quantidades nutrientes e minerais por porção em cada Nível de Consistência/250 mL						
	Néctar 4,2 g		Mel 6,7 g		Pudim 9,2 g	
		% IDR		% IDR		% IDR
Valor energético	9kcal=38kj	0,5%	15kcal=71kj	1%	20kcal=84kj	1%
Proteínas	2,28 g	5%	3,64 g	7%	5,00 g	10%
Carboidratos	0,31 g	-	0,50 g	-	0,69 g	-
Lipídios Totais	0,11 g	-	0,18 g	-	0,25 g	-
Cálcio	15 mg	1,5 %	23,90 mg	2,4 %	32,8 mg	3,5 %
Fósforo	8,2 mg	1,2 %	13,15 mg	1,9 %	18 mg	2,6 %
Ferro	0,30 mg	1,8 %	0,41 mg	2,9 %	0,56 mg	4,0 %
Zinco	69,30 µg	1,0 %	111 µg	1,6 %	152 µg	2,2 %
Manganês	26,46 µg	1,2 %	42,21 µg	1,8 %	58 µg	2,5 %
Cobre	12,60 µg	1,4 %	20,10 µg	2,2 %	28 µg	3,1 %
Selênio	0,43 µg	0,8 %	0,70 µg	1,2 %	0,94 µg	1,7 %
Molibdênio	0,33 µg	0,7 %	0,55 µg	1,2 %	0,73 µg	1,6 %

Fonte: Institute of Medicine.¹⁴ Valor calórico calculado com base em uma dieta de 2.000 kcal ou 8400 kJ.

Tabela 5 - Composição vitaminas e % IDR de acordo com a porção (g), para atingir os diferentes níveis de consistência (Néctar, Mel e Pudim)

Quantidades Vitaminas por porção em cada Nível de Consistência/250mL						
	Néctar 4,2g		Mel 6,7g		Pudim 9,2g	
		% IDR*		% IDR*		% IDR*
Niacina (B ₃)	0,13 mg	0,8 %	0,20 mg	1,3 %	0,28 mg	1,7 %
Ac. Pantotênico	67,20µg	1,3 %	107,20 µg	2,1 %	147,20 µg	2,9 %
Piridoxina (B ₆)	29,40 µg	2,3 %	46,90 µg	3,6 %	64,40 µg	5,0 %
Tiamina(B ₁)	25,20 µg	2,1 %	40,20 µg	3,4 %	55,20 µg	4,6 %
Riboflavina(B ₂)	25,20 µg	1,9 %	40,20 µg	3,1 %	55,20 µg	4,2 %
Ácido Fólico	8,40 µg	2,1 %	13,40 µg	3,4 %	18,40 µg	4,6 %
Biotina	0,84 µg	2,8 %	1,34 µg	4,5 %	1,84 µg	6,1 %
Vitamina B ₁₂	0,11 µg	4,4 %	0,17 µg	7,0 %	0,23 µg	9,6 %
Vitamina E	0,63 mg	4,2 %	1,01 mg	6,7 %	1,40 mg	9,2 %
Vitamina A	33,60 µg	3,7 %	53,6 µg	6,0 %	73,60 µg	8,2 %
Vitamina D	0,03 µg	0,5 %	0,04 µg	0,8 %	0,06 µg	1,2 %
Vitamina K	3,1 µg	4,8 %	5,03 µg	7,7 %	6,9 µg	10,6 %

* % Ingestão Diária Recomendada de vitaminas de acordo com as recomendações da Institute of Medicine.¹⁴

Tabela 6 - Médias e desvio padrão da viscosidade das amostras espessadas, com consistência de Néctar, Mel e Pudim, expressas em centipoise (cP), e tempo de espessamento, com taxa de cisalhamento de 50 s^{-1}

Tempo de espessamento por consistência	LEITE	Suco de ABACAXI	Suco de UVA	Suco de LARANJA
Néctar				
10 min	89 \pm 1,44 a A	68 \pm 2,31 a B	58 \pm 2,72 a C	60 \pm 2,34 a C
2 h	153 \pm 2,12 b A	163 \pm 4,52 b A	136 \pm 3,68 b B	157 \pm 3,96 b A
24 h	166 \pm 3,39 c B	180 \pm 1,83 c A	151 \pm 0,42 c C	168 \pm 1,56 c B
Mel				
10 min	515 \pm 35,15 a A	412 \pm 3,00 a B	310 \pm 4,19 a C	424 \pm 6,53 a B
2 h	827 \pm 6,61 b B	867 \pm 9,77 b A	834 \pm 1,20 b B	837 \pm 4,85 b B
24 h	1084 \pm 3,37 c B	1042 \pm 7,20 c A	1001 \pm 2,72 c C	998 \pm 2,85 c C
Pudim				
10 min	1199 \pm 58,97 a A	904 \pm 19,30 a BCD	844 \pm 13,65 a C	949 \pm 16,38 a D
2 h	1658 \pm 14,38 b B	1841 \pm 27,17 b A	1797 \pm 29,47 b A	1801 \pm 22,01 b A
24 h	2848 \pm 21,83 c A	2278 \pm 21,59 c B	2328 \pm 24,48 c B	2198 \pm 22,29 c C

- Letras minúsculas diferentes na mesma coluna, dentro da mesma consistência, indicam diferença significativa ($p \leq 0,05$), para os tempos de espessamento.

- Letras maiúsculas diferentes na mesma linha indicam diferença significativa ($p \leq 0,05$), entre as amostras

CAPITULO 4

CONSIDERAÇÕES FINAIS

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho o objetivo geral foi desenvolver a formulação de produto para espessar líquidos, tornando-os adequado para a ingestão de indivíduos disfágicos, que pudesse de forma simples e com menor custo, amenizar os problemas causados pela disfagia, enfermidade que necessita utilizar alimentos com textura modificada e bebidas espessadas.

Bebidas com consistência modificada podem ser facilmente produzidas pela adição de espessantes alimentares com produtos comerciais específicos. No entanto tais produtos têm apenas o objetivo de tornar o alimento mais espesso ou viscoso, minimizando assim as dificuldades na deglutição causada pela disfagia, não contribuindo com o valor nutricional, apesar de um dos grandes problemas que acomete tais indivíduos ser a desnutrição.

O produto formulado neste trabalho, além de poder ser utilizado para espessar alimentos líquidos, também contribuirá para suplementação nutricional de vitaminas minerais e proteína.

Procurou-se utilizar como matéria-prima para sua formulação, produto de baixo custo, a fonte de protéica de soro de leite, concentrada através da utilização das tecnologias de membranas: a ultrafiltração e a diafiltração.

Através desta tecnologia obteve-se concentrados com até 80% de proteína e e 85% de solubilidade, sendo estes os parâmetros de escolha do concentrado final.

Para a escolha do agente espessante, além do baixo custo, também deveria apresentar boa solubilidade a frio. Os produtos espessados com a goma guar apresentaram boa aparência visual e solubilidade a frio. Na formulação do mix de vitaminas e minerais, foram levados em consideração os níveis das tabelas da ingestão diária recomendada pelo Institute of Medicine.

Após a formulação do produto, através de testes preliminares, determinou-se a porção necessária a ser adicionada em 250 mL de um líquido para obtenção dos níveis de consistência sugeridos pela NDD (2002) para alimentos destinados a disfágicos.

Das amostras testadas (leite, suco de abacaxi, suco de uva e suco de laranja) todas, independente das consistências, demonstraram capacidade de ser espessadas eficientemente com o produto formulado.

Todas as amostras, independente do tempo ou temperatura, permaneceram dentro dos limites estipulados pela NDD (2002), com exceção da consistência de pudim no tempo de 10 minutos, que permaneceu abaixo do limite sugerido, mas com o passar do tempo e o aumento da viscosidade, todas as amostras adequaram-se.

Maior número de trabalhos devem ser realizados a fim de aperfeiçoar a formulação desenvolvida, determinando um tempo padrão de espessamento dos alimentos, verificando a aceitação sensorial das amostras espessadas e realizando testes com pacientes disfágicos.