



Universidade
Estadual de Londrina

LUCIANA PEREIRA LOBATO

**EFEITO COMBINADO DE LEITE, AMIDO E INULINA NAS
CARACTERÍSTICAS TEXTURAIS E SENSORIAIS DE PUDINS**

LONDRINA - PARANÁ

2006

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS E
MEDICAMENTOS
PROGRAMA DE MESTRADO E DOUTORADO EM CIÊNCIA DE
ALIMENTOS**

LUCIANA PEREIRA LOBATO

**EFEITO COMBINADO DE LEITE, AMIDO E INULINA NAS
CARACTERÍSTICAS TEXTURAIS E SENSORIAIS DE PUDINS**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Ciência de Alimentos da Universidade Estadual de Londrina – PR, como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau de Mestre.

Orientadora: Profa. Dra. Maria Victoria Eiras Grossmann

Co-orientadora: Profa. Dra. Marta de Toledo Benassi

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Maria Victoria Eiras Grossmann
Universidade Estadual de Londrina
(orientadora)

Profa. Dra. Sílvia Deboni Dutcoski
Pontifícia Universidade Católica - PR
(membro)

Prof. Dr. Rui Sérgio dos Santos Ferreira da Silva
Universidade Estadual de Londrina
(membro)

Londrina, 03 de maio de 2006.

“Somente os que ousam errar muito podem realizar muito”.

John F. Kennedy

*À minha família (mãe, pai, irmãs e sobrinhos).
Vocês foram meus olhos quando não pude ver, meus ouvidos quando não pude ouvir,
foram a mão estendida na hora do tropeço, foram o grito de alegria na hora da
conquista, me deram asas para eu voar, me deram o primeiro empurrão e correram o
risco junto, caso eu não conseguisse usar os “instrumentos de vôo”.
Obrigada pelo amor incondicional e presente sempre.
Obrigada por existirem.
Se Deus não me desse vocês, eu os escolheria.*

AGRADECIMENTO ESPECIAL

À Profa. Dra. Maria Victoria Eiras Grossmann pelo incentivo, competência, serenidade amizade e, principalmente, confiança. Obrigada por ver além do que foi mostrado, além do que foi exigido. Por entender ausências e angústias. Pelo prazer e privilégio da convivência. Acima de tudo, por me ajudar a realizar o início de um sonho.

À Profa. Dra. Tatiana Emanuelli, docente da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), pessoa extremamente inteligente, “multi-projetos”, “multi-orientandos”, “multi-idéias”, responsável por minha paixão à pesquisa e docência, por muitos conhecimentos para chegar até aqui e por grande parte de sucesso conquistado. Obrigada pela confiança e compreensão, pelo currículo, pela amizade e por estar presente na minha vida até hoje.

Agradeço a Deus por ter a oportunidade e sorte de trabalhar com estas duas professoras, exemplos de ótimas profissionais e magníficas pessoas.

AGRADECIMENTOS

À minha mãe, *super-heroína*, meu porto seguro, principal responsável pelo que sou, meu primeiro pilar, pelo amor incondicional e carinho, pelo exemplo de mãe, pela compreensão nas angústias, quando não havia mais ninguém para fazê-lo, por estar sempre onde eu espero que esteja.

Ao meu pai, meu segundo pilar, pelo apoio, alegria, incentivo musical e por sempre me dar certeza do seu amor, somos *“mais que dois grandes amigos, pai e filha”*.

Às minhas magníficas irmãs Alessandra e Carolina, minhas inspirações, fortes pilares que completam minha base, pelas risadas, choros, apoio, dança, música e amor.

“Somos grandes companheiros, os três mosqueteiros, como eu vi num filme”.

“É tão lindo, não precisa mudar, é tão lindo... vocês e eu... é tão lindo...”.

À minha sobrinha e afilhada Mariana, a coisa mais linda que existe no mundo, meu primeiro grande presente na vida. Obrigada pelo privilégio de ser tua madrinha. Ao meu sobrinho Carlos Henrique, meu segundo grande presente, pelo carinho e amor explícito e acolhedor.

Ao meu padrasto Luiz, pessoa fundamental para minha paz de espírito na fase de finalização deste trabalho, amenizando problemas, pela demonstração de amor pela minha mãe.

À Profa. Dra. Marta de Toledo Benassi pela orientação das análises sensoriais realizadas neste trabalho. Acima de tudo, pelos sorrisos, pela atenção, pela disponibilidade e por ver as pessoas além do que elas transmitem, reconhecendo necessidades e potenciais, reconhecendo “gentes”.

Aos docentes do curso de mestrado, pelos conhecimentos transmitidos, em especial ao Prof. Dr. Fábio Yamashita pela simpatia, competência e conhecimentos essenciais transmitidos dentro e fora da sala de aula, ao Prof. Dr. Rui Sérgio Ferreira da Silva pelos ricos conhecimentos científicos e de vida repassados e por sua disponibilidade em

ajudar sempre que solicitado, e Profa. PhD. Adelaide del Pino Beléia por me ensinar a pensar, duvidar quando necessário e concordar com as teorias sempre com respaldos científicos.

Ao Departamento de Tecnologia de Alimentos e Medicamentos da Universidade Estadual de Londrina, que possibilitou a execução deste trabalho. À Sandra Rezende pela solicitude, simpatia e eficiência. Ao Nelson, pela amizade, bate-papos, presença e conhecimento fundamentais nas aulas práticas.

Ao CNPQ, pelo apoio financeiro.

Aos colegas e amigos do mestrado, em especial Luciana, Cleusa, Elisa, Tatiana, Márcio e Flávio pelos vários momentos de alegria, amizade, companheirismo e estudo no decorrer do mestrado.

À amiga Joice, pela amizade, carinho, companheirismo e por me mostrar que sempre podemos nos *surpreender* positivamente com as pessoas; à Ana Augusta, minha mais nova amiga *querida*, pela alegria de viver contagiante. À Caroline Calliari, a “alma” do departamento, que faz com que todos os momentos junto a ela sejam *sublimes*. Obrigada pelos chimarrões e amizade gaúcha verdadeira.

À Pauline, minha amiga e comadre, responsável por eu estar aqui em Londrina e por muitos momentos felizes da minha vida, e que me deu uma pequena grande bênção, sua filha Maria Alice. À Alessandra e Ana Elisa, obrigada pelo apoio e amizade.

À Silvia Borba, minha amiga e super mãe, quando necessário. Obrigada por existir na minha vida, pelos cafés, conversas, pela voz linda e sotaque pernambucano no meu ouvido, pelo exemplo de vida e pelo privilégio de estar em lugar cativo no teu coração.

Aos Coros da UEL, que me ajudaram a espantar os males e ser mais feliz. “*Para cantar nada era longe, tudo tão bom... cantando me desfaço e não me canso de viver, nem de cantar...*”.

Às amigas Roberta, Sibille e Ana Carolina, pessoas muito especiais, amigas de fé, presentes nos momentos mais alegres e também nos mais difíceis enfrentados durante esta jornada. *“Por me acalmarem, me acolherem a alma, por me ajudarem a viver”*.

À Diretoria dos Coros. Ao Vilson Gavaldão, que, através de seu imenso amor à música, me mostrou que este mundo de “semibreves” não precisa ser tão “breve” e que pode ser mais lindo do que se pensa. Pela confiança, aposta, desafios, incentivo, amizade, carinho e companhia sempre presente. À Regina e ao Carlos, pelos momentos de amizade, música, conversas e descontração. À Salete, pela atenção, companheirismo, amizade, muitas conversas, almoços e alegria. Ao Luiz Francisco, por acreditar em mim, no meu carinho, na minha voz e me ensinar uma nova língua, antigamente das bolinhas pretas e brancas, hoje da leitura e percepção musical. Agradeço a todos pela amizade, confiança e por me ajudar a viver na música “felizmente”.

Aos amigos dos coros. À Maria Alzira, detentora de voz forte e alegria contagiante, assim como de minha admiração; ao Luiz Augusto, dono de linda voz, pela presença importante na minha vida, pelo carinho, pelo companheirismo, por existir; à Maria Irene, pelos momentos de amizade, descontração e música; às irmãs Zietemann, Corina, Natália, Priscila, Lúcia, um quarteto fantástico, alegre, heterogêneo e completo; à Jerusa, Giovanna e Thaís, minhas queridas amigas de voz grave e colegas de naípe; e mais Ricardo, Bruno, Gisele, Susan, Walter, Edvaldo, Gabriel, Nara, Eliane, Cecília. A todos pela amizade sincera, alegria intensa e por suas lindas vozes nos meus ouvidos.

Aos amigos de Santa Maria, em especial Audrei, Andréa, Taís, Valéria e Vivian pela amizade e companheirismo durante vários anos, meses, dias, minutos e segundos. Não estamos mais onde estávamos, mas sempre estaremos onde estivermos.

A Deus, por sempre me guiar para o melhor caminho, sendo ele tortuoso ou não. Obrigada por me ajudar a sempre ver um lado bom, mesmo nas coisas ruins e por me dar as mãos nos momentos de solidão e aflição. Acima de tudo, obrigada pela serenidade conquistada para finalização desse trabalho.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	xii
LISTA DE TABELAS.....	xiv
LISTA DE ANEXOS.....	xvi
RESUMO.....	xvii
ABSTRACT.....	xix
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO DA LITERATURA.....	3
2.1 ALIMENTOS FUNCIONAIS.....	3
2.2 PREBIÓTICOS.....	5
2.3 INULINA E OLIGOFRUTOSES.....	6
2.3.1 Efeitos Fisiológicos da Inulina.....	9
2.3.2 Efeitos Tecnológicos da Inulina.....	13
2.4 PUDIM.....	13
2.5 INGREDIENTES IMPORTANTES EM PUDINS.....	14
2.5.1 Amido.....	14
2.5.2 Leite.....	16
2.5.3 Açúcar.....	18
2.6 INTERAÇÕES ENTRE INGREDIENTES.....	19
2.6.1 Interação entre amido e leite.....	19
2.6.2 Interação entre amido e inulina.....	21
2.6.3 Interação entre leite e inulina.....	22
2.7 OTIMIZAÇÃO DE FORMULAÇÕES E PLANEJAMENTO PARA MISTURAS.....	23
2.8 ANÁLISE INSTRUMENTAL DE TEXTURA.....	25
2.9 ANÁLISE SENSORIAL.....	27
2.9.1 Análise Sensorial Descritiva.....	28
2.9.2 Perfil Livre.....	29
3 OBJETIVO.....	34
3.1 OBJETIVO GERAL.....	34
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	34
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	35

4.1 MATERIAL.....	35
4.2 MÉTODOS.....	35
4.2.1 Preparação dos Pudins.....	35
4.2.2 Propriedades Tecnológicas.....	36
4.2.2.1 Análise de Textura.....	36
4.2.2.2 Análise Viscoamilográfica.....	37
4.2.2.3 Determinação da Sinérese.....	38
4.2.3 Propriedades Sensoriais.....	38
4.2.3.1 Análise Descritiva de Perfil Livre.....	38
4.2.3.3 Teste de Aceitação.....	39
4.2.4 Planejamento Experimental e Análise Estatística.....	40
4.2.4.1 Formulação de Pudins.....	40
4.2.4.2 Análise Sensorial - Perfil Livre.....	45
4.2.4.2 Análise Sensorial - Teste de Aceitação.....	46
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	47
5.1 PERFIL DE TEXTURA.....	47
5.2 PROPRIEDADES VISCOAMILOGRÁFICAS.....	54
5.3 PERDA DE PESO - RETROGRADAÇÃO DO GEL.....	61
5.4 ANÁLISE SENSORIAL.....	66
5.4.1 Perfil Livre.....	66
5.4.1.1 Levantamento de Atributos.....	66
5.4.1.2 Avaliação do Desempenho dos Provedores.....	66
5.4.2 Avaliação da Aceitação das Amostras.....	71
5.5 INGESTÃO DE INULINA E OLIGOFRUTOSES.....	79
6 CONCLUSÕES.....	82
ANEXOS.....	84
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	91

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Representação da estrutura química da inulina.....	7
Figura 2. Representação gráfica da medida dos atributos de textura do Texturômetro TA-XT2i.....	25
Figura 3. Ficha utilizada para teste de aceitação dos produtos.....	39
Figura 4. Representação dos pontos experimentais obtidos pelo planejamento.....	43
Figura 5. Perfil de textura de pudins formulados, segundo planejamento experimental. Formulação 1: 11,9% L, 4,4% A, 0,7% I; Formulação 2: 8,0% L, 6,0% A, 3,0% I; Formulação 3: 11,9% L, 4,6% A, 0,5% I; Formulação 4: 10,5% L, 6,0% A, 0,5% I; Formulação 5: 8,7% L, 4,4% A, 3,9% I; Formulação 6: 8,0% L, 5,1% A, 3,9% I; Formulação 7: 9,8% L, 5,1% A, 2,1% I; onde L = Leite; A = amido; I = Inulina.....	47
Figura 6. Superfícies de resposta obtidas pelo modelo experimental das propriedades de textura dos géis: (a) dureza, (b) gomosidade, (c) coesividade e (d) adesividade. Área demarcada entre pontos demonstra região analisada experimentalmente.....	52
Figura 7. Perfil viscoamilográfico das formulações de pudins com diferentes proporções de leite, amido e inulina. Formulação 1: 11,9% L, 4,4% A, 0,7% I; Formulação 2: 8,0% L, 6,0% A, 3,0% I; Formulação 3: 11,9% L, 4,6% A, 0,5% I; Formulação 4: 10,5% L, 6,0% A, 0,5% I; Formulação 5: 8,7% L, 4,4% A, 3,9% I; Formulação 6: 8,0% L, 5,1% A, 3,9% I; Formulação 7: 9,8% L, 5,1% A, 2,1% I; onde L = Leite; A = amido; I = Inulina.....	55
Figura 8. Superfícies de resposta obtidas pelo modelo experimental para (a) Viscosidade máxima no aquecimento e (b) Viscosidade Final. Área demarcada entre pontos demonstra região analisada experimentalmente.....	59
Figura 9. Sinérese dos géis (% de perda de peso) em função dos teores de leite, amido e inulina na mistura. Área demarcada entre os pontos demonstra região analisada experimentalmente.....	64
Figura 10. Configuração de consenso das amostras para a equipe de 14 provadores. Os números na legenda indicam as diferentes formulações.....	67
Figura 11. Configuração geral da equipe de 14 provadores.....	68
Figura 12. Distribuição da variância residual dos 14 provadores.....	69

Figura 13. Configuração das amostras para os provadores 11 (A) e 12 (B).....	70
Figura 14. Configuração consenso das amostras para a equipe sem os provadores 11 e 12.....	72
Figura 15. Histogramas de frequência de valores hedônicos atribuídos às formulações 2 (a), 3 (b) e 5(c).....	78

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Composição aproximada (%p/p) dos leites em pó integral e desnatado.....	16
Tabela 2. Definições instrumentais, físicas e sensoriais dos parâmetros do perfil de textura.....	26
Tabela 3. Parâmetros utilizados no Viscógrafo Brabender para análise viscoamilográfica de pastas formuladas com leite, amido e inulina.....	37
Tabela 4. Faixas de concentração estabelecidas para leite, amido e inulina para o delineamento de misturas usado para o estudo das propriedades texturais e sensoriais de pudins.....	40
Tabela 5. Planejamento experimental para estudo das propriedades das misturas de leite em pó, amido e inulina, em valores de proporção entre os sólidos variáveis e em pseudocomponentes.....	42
Tabela 6. Planejamento experimental para estudo das propriedades das misturas de leite em pó, amido e inulina, em valores de proporção entre os sólidos variáveis e na formulação final dos produtos.....	44
Tabela 7. Planejamento experimental utilizado na avaliação sensorial das amostras.....	45
Tabela 8. Valores médios das propriedades de textura dos pudins formulados segundo planejamento experimental.....	50
Tabela 9. Coeficientes de regressão linear e análise de variância dos modelos matemáticos ajustados às propriedades de textura dos pudins.....	51
Tabela 10. Valores de viscosidade máxima no aquecimento e viscosidade final das pastas contendo misturas de amido, leite e inulina.....	57
Tabela 11. Coeficientes de regressão e análise de variância do modelo ajustado á viscosidade máxima no aquecimento e viscosidade final das pastas contendo misturas de amido, leite e inulina.....	58
Tabela 12. Valores médios de perda de peso (retrogradação do gel), durante a estocagem, em géis de misturas de leite, amido e inulina, nas proporções do planejamento experimental.....	62

Tabela 13. Coeficientes de regressão e análise de variância do modelo ajustado à sinérese dos géis contendo misturas de amido, elite e inulina.....	63
Tabela 14. Atributos que apresentam maiores correlações com as duas primeiras dimensões para cada provador.....	73
Tabela 15. Média de aceitação e porcentagens de aprovação, indiferença e rejeição dos produtos.....	76
Tabela 16. Características sensoriais mais e menos apreciadas citadas pelos provadores em relação às amostras analisadas.....	77
Tabela 17. Peso (g) da inulina em 100g de pudim.....	80

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1 – Atributos levantados pelos provadores para análise das amostras.....	85
Anexo 2 – Definições dos atributos melhor correlacionados com a discriminação entre as amostras.....	86
Anexo 3 - Ficha utilizada para caracterização dos hábitos de consumo dos provadores do Perfil Livre e teste seletivo.....	87
Anexo 4 – Carta de consentimento utilizada para provadores do teste afetivo e descritivo.....	88
Anexo 5 - Ficha para levantamento de atributos sensoriais.....	89
Anexo 6 - Ficha genérica para avaliação de pudins adicionados de inulina.....	90

RESUMO

Nos últimos anos tem se fortalecido a conscientização de que uma alimentação balanceada e saudável tem estreita relação com a promoção da saúde e bem-estar. A partir disso, os alimentos funcionais vem contribuir para este objetivo porque colaboram na diminuição do risco de algumas doenças. Entre os ingredientes funcionais já estudados e utilizados pela indústria alimentícia estão as substâncias prebióticas que promovem a estimulação seletiva de microrganismos benéficos da flora intestinal, agem sobre o sistema imune e na absorção de minerais. A inulina é uma substância prebiótica e sua inclusão em alimentos é muito estudada. Dessa forma, o objetivo deste estudo foi investigar o efeito combinado de leite, amido e inulina nas características texturais e sensoriais de pudins empregando o planejamento experimental de misturas. Foram avaliados o perfil de textura e suas propriedades (dureza, gomosidade, coesividade e adesividade), perfil viscoamilográfico e retrogradação do gel, que foram modelados, e as análises sensoriais descritiva de Perfil Livre e de aceitação. Em todos os parâmetros avaliados, os modelos ajustados mostraram-se influenciados pela presença de leite e amido. No entanto, verificou-se que a presença de inulina pode influenciar indiretamente a textura dos pudins, devido ao fato de que possui maior afinidade pela água, em relação ao amido, ou ainda por agir como diluente. Com o emprego dos três ingredientes foi possível formular pudins com o teor máximo de inulina (3,9 % m/m) com características texturais similares às dos comerciais (sem inulina). A inulina e sua interação com o amido demonstraram aumentar a sinérese. O Perfil Livre mostrou-se uma técnica muito boa para descrição e discriminação das

amostras, pois os provadores foram capazes de atribuir semelhanças e diferenças às amostras testadas, principalmente nos atributos de textura. No teste sensorial de aceitação, os provadores julgaram não haver diferença ($p < 0,05$) entre as três formulações testadas (selecionadas para abranger a faixa de variação de dureza). A partir disso pode-se concluir que a utilização do planejamento de misturas possibilitou o estudo do efeito combinado de leite, amido e inulina, nos parâmetros avaliados. Verificou-se que a combinação destes três ingredientes, em diferentes proporções, pode afetar as características finais do produto, de maneira positiva ou negativa. A inclusão da inulina, como ingrediente funcional, mostrou-se muito viável tecnologicamente. A partir do conhecimento de que os alimentos funcionais não pretendem suprir a necessidade diária dos ingredientes funcionais, mas apenas uma suplementação, sugere-se que a ingestão de um pudim com 3,9% de inulina (formulações 5 e 6) poderia agir como um complemento da dieta usual, visto que há estudos que mostram que há efeitos fisiológicos já em baixas concentrações.

Palavras-chave: Inulina, pudim, Planejamento de misturas, Perfil Livre

ABSTRACT

In the last years it has increased the consensus that balanced and healthy foods have an interrelation with the promotion of health and well-being. Functional foods contribute to this objective by decreasing the risks of some illnesses. Among the functional ingredients studied and utilized by the food industry there are the prebiotic substances. They promote the selective stimulation of beneficial microorganisms of the intestinal flora; activate the immune system and mineral absorption. Inulin is a prebiotic that has been the focus of numerous studies about its inclusion in different foods. The objective of this work was to investigate the combined effect of milk, starch and inulin on textural and sensory characteristics of puddings, applying the experimental design for mixtures. The texture profile and their properties (hardness, gumminess, cohesivity and adhesivity), amylography and gel retrogradation were evaluated and modeled. Sensory analysis by free-choice profile and acceptability test were conducted. Milk and starch were significant for all the studied parameters while inulin might have influenced indirectly the pudding texture because it has higher water affinity when compared to starch or because it acted as a diluent. Using the three ingredients it was possible to formulate puddings with the maximum of inulin concentration (3.9%) with textural characteristics similar to the commercial ones (without inulin). Inulin and its interaction with starch were significant for syneresis. Free-choice profile was a very important analysis for description and discrimination of samples, because the judges were capable of attribute differences and similarities, mainly in relation to texture. In the acceptance test the judges concluded that there are no differences ($p < 0.05$) among the three tested formulations (selected to cover the amplitude of hardness). Mixture design was important for the study of combined effects of ingredients on evaluated parameters. The different proportions among them can affect the characteristics of final product positively or negatively. Inulin inclusion in pudding, as a functional ingredient, was successful.

Key-words: inulin, pudding, Mixture design, Free-choice Profile

1 INTRODUÇÃO

A Organização Mundial da Saúde definiu saúde como “um estado de completo bem-estar físico, mental e social e não somente a ausência ou presença de doença ou enfermidade” (OMS, 1998). As ciências biológica e química têm se desenvolvido e o custo para o tratamento de doenças crônicas tem aumentado. Os idosos são os mais atingidos por tais doenças e, segundo o Instituto Brasileiro de Estatística e Geografia (IBGE, 2005), há uma tendência de crescimento desta população, tanto no Brasil, como no mundo. A partir disso, o foco principal da medicina tem se movido do tratamento da doença para sua prevenção (HUE & KIM, 1997).

Em todo o mundo tem se fortalecido o interesse no uso da alimentação como determinante da saúde e há o consenso da estreita relação entre alimentação-saúde-doença. A partir disso, novos conceitos sobre as necessidades de nutrientes fisiológicos especiais, efeitos benéficos de compostos não nutrientes, aumento da expectativa de vida, são fatores que vêm estimulando a produção de novos alimentos. Há muitos aspectos positivos demonstrados por pesquisas científicas motivando o uso correto da alimentação e a produção de alimentos específicos na manutenção da saúde.

Os alimentos funcionais vêm atender a demanda deste mercado. Estes são alimentos que possuem substâncias (compostos bioativos) capazes de auxiliar na redução de riscos de doenças. Entre as categorias de ingredientes utilizados para o desenvolvimento de alimentos funcionais estão os prebióticos, que são aquelas substâncias utilizadas seletivamente por determinados microorganismos (probióticos), produzindo benefícios para a saúde humana.

Um ingrediente considerado prebiótico é a inulina, um frutooligossacarídeo formado por ligações β -1,2 (não hidrolisadas pelo organismo humano) sendo assim considerada uma fibra alimentar solúvel. A sua inclusão em alimentos tem sido bastante estudada e utilizada como substituto de gordura ou como ingrediente de suplementação alimentar (HUE & KIM, 1997; IZZO & NINESS, 2001; MENDOZA et al., 2001; EL-NAGAR et al., 2002; WANG, ROSELL & BARBER, 2002; O'BRIEN et al., 2003; BRENNAN, KURI & TUDORICA, 2004; DUTCOSKI, 2004; TÁRREGA & COSTELL, 2006).

A introdução de um ingrediente numa formulação pode provocar interações com outros componentes, com conseqüentes efeitos nas características físicas e sensoriais do produto final, devido a isso são amplamente estudadas. No desenvolvimento de novos produtos, além das interações que podem ocorrer, há o problema da otimização das formulações, o que pode levar muito tempo e acarretar altos custos até se chegar no "produto ótimo".

A aplicação sistemática da metodologia científica, baseada no planejamento experimental, possibilita a redução do tempo entre a concepção e a comercialização, diminuindo o número e custo dos experimentos, além de contribuir para a interpretação dos dados. Planejamentos para misturas são utilizados para desenvolver um modelo empírico objetivando formulações ótimas, onde as respostas dependem, somente, das proporções dos componentes presentes na mistura e não de suas quantidades absolutas (CORNELL, 1990).

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 ALIMENTOS FUNCIONAIS

O filósofo grego Hipócrates, há aproximadamente 2.500 anos atrás, preconizou o princípio: “deixe o alimento ser seu remédio e o remédio ser seu alimento”. Esse ditado leva a crer que há tempos existe o conhecimento de que os alimentos possuem influência direta na saúde.

Nos últimos anos, houve o surgimento de uma maior conscientização, por parte dos consumidores, da relação da alimentação saudável com a qualidade de vida e a diminuição de riscos de doenças. A evolução na ciência e tecnologia dos alimentos, medicina e nutrição aumentam as evidências científicas desta relação. A partir disso, o interesse no desenvolvimento de alimentos funcionais tornou-se crescente, dando margem para um mercado potencial para alimentos que podem melhorar a saúde e o bem-estar da população.

Segundo dados do IBGE (2005) há uma tendência da população idosa aumentar nos próximos anos. Em 2010 estima-se que haverá quase 2 milhões de pessoas com mais de 80 anos, sendo que hoje há pouco mais de 1 milhão. Sendo pessoas acima de 60 anos consideradas idosas, estes números podem duplicar. Estes dados potencializam a importância dos alimentos funcionais, indo de encontro com o objetivo de colaborar na prevenção de doenças, fazendo com esta população envelheça com melhor qualidade de vida.

Para se ter uma idéia da grandeza, o mercado mundial de alimentos funcionais foi estimado na ordem de 47,6 bilhões de dólares em 2002. Os Estados Unidos são o

maior mercado, seguido pela Europa e pelo Japão (SLOAN, 2002). Há a previsão de que o faturamento dos alimentos funcionais em 2007, nos Estados Unidos, seja de 37,7 bilhões de dólares. Além disso, há uma expectativa de que o mercado de alimentos funcionais seja, nos próximos anos, um dos 5 maiores seguimentos da indústria (BCC RESEARCH, 2006), e em 2010 espera-se representar 5% do mercado mundial total de alimentos (AROQ, 2006). É esperado um forte crescimento deste mercado em 2006 e, que em 2010, atinja a consolidação (AROQ, 2006).

Há décadas, desde que surgiu o conceito no Japão, por volta de 1980, há discussões internacionais em torno da definição dos alimentos funcionais e da diferenciação destes com nutracêuticos, alimentos para fins especiais e medicamentos. A Portaria nº398 de 30/04/99, da Secretaria de Vigilância Sanitária do Ministério da Saúde no Brasil, fornece a definição legal de alimento funcional, como sendo: "todo aquele alimento ou ingrediente que, além das funções nutricionais básicas, quando consumido como parte da dieta usual, produz efeitos metabólicos e/ou fisiológicos e/ou benéficos à saúde, devendo ser seguro para consumo sem supervisão médica".

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), também em 1999, publicou duas resoluções: (1) Resolução ANVISA/MS nº18, de 30/04/1999 (republicada em 03/12/1999): aprova o regulamento técnico que estabelece as diretrizes básicas para análise e comprovação de propriedades funcionais e/ou de saúde alegadas em rotulagem de alimentos; (2) Resolução ANVISA/MS nº19, de 30/04/1999 (republicada em 10/12/1999): aprova o regulamento técnico de procedimentos para registro de alimento com alegação de propriedades funcionais e ou de saúde em sua rotulagem. Nessas resoluções, faz-se distinção entre alegação de propriedade funcional e alegação de propriedade de saúde, como segue: (1) Alegação de propriedade

funcional: é aquela relativa ao papel metabólico ou fisiológico que uma substância (seja nutriente ou não) tem no crescimento, desenvolvimento, manutenção e outras funções normais do organismo humano; (2) Alegação de propriedade de saúde: é aquela que afirma, sugere ou implica a existência de relação entre o alimento ou ingrediente com doença ou condição relacionada á saúde. Não são permitidas alegações de saúde que façam referência à cura ou prevenção de doenças.

Desta forma, os novos alimentos que surgirem no mercado deverão trazer em seu rótulo qual é o benefício para a fisiologia do organismo ou porque reduzem o risco de certa doença, informação que deverá ser comprovada através de pesquisas científicas. Neste contexto, é importante ratificar que aos alimentos funcionais se atribui somente a possível redução do risco de doenças e, assim, promoção da saúde, e não prevenção de doenças.

2.2 PREBIÓTICOS

Um dos focos das pesquisas em relação aos alimentos funcionais tem sido em torno do desenvolvimento de suplementação alimentar, introduzindo um conceito de probióticos e prebióticos, que podem afetar a composição microbiana intestinal e sua atividade (ZIEMER & GIBSON, 1998).

Alimentos probióticos são definidos como aqueles que contêm culturas de microrganismos que afetam benéficamente a saúde do consumidor por melhorar seu balanço microbiano intestinal (FULLER, 1989). Já um prebiótico é um ingrediente alimentar que não é hidrolisado pelas enzimas digestivas humanas no trato gastrointestinal superior e afeta benéficamente o indivíduo, por estimulação seletiva do

crescimento e/ou atividade de bactérias (principalmente bifidobactérias) no cólon (GIBSON & ROBERFROID, 1995).

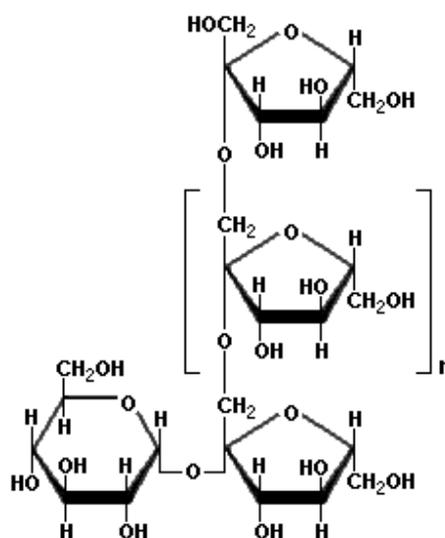
Para ser classificado como prebiótico o ingrediente alimentar deve: 1) não ser hidrolisado nem absorvido no trato gastrointestinal superior; 2) ser um substrato seletivo para bactérias benéficas do cólon, estimulando seu crescimento ou ativação metabólica; 3) conseqüentemente ser hábil a alterar a microbióta colônica benéfica; 4) induzir efeitos sistêmicos benéficos para a saúde do hospedeiro (GIBSON & ROBERFROID, 1995).

Inulina e oligofrutose são carboidratos não digeríveis que têm sido usados pela indústria de alimentos e são, comprovadamente, prebióticos (GIBSON & ROBERFROID, 1995).

2.3 INULINA E OLIGOFRUTOSES

Inulina é um carboidrato de reserva de energia encontrado em várias frutas, vegetais e cereais, como a raiz da chicória e a alcachofra (SILVA, 1996; ORAFTI, 2005) e também em outros alimentos comumente encontrados na dieta, como cebolas, bananas, trigo, alho (SILVA, 1996; RASCHKA & DANIEL, 2005), alho-poró e aspargo (ORAFTI, 2005). Quimicamente, é formada por moléculas de frutose unidas por ligação $\beta(1-2)$ que são tipicamente terminadas por uma molécula de glicose unida por ligação $\alpha(1-2)$ (KIM, FAQIH & WANG, 2001). Seu grau de polimerização varia de 2 a 60 unidades, com uma média em torno de 12 unidades (IZZO & NINESS, 2001; FRANCK, 2005), de acordo com a fonte vegetal (BOT et al., 2004) e com o processo de produção

(DYSSELEER & HOFFEM, 1995). Uma representação da estrutura da inulina pode ser verificada na Figura 1.



Fonte: www.scientificpsychic.com/fitness/inulin.gif

Figura 1 – Representação da estrutura química da inulina

Industrialmente, a inulina é obtida por extração da raiz da chicória (*Cichorium intybus*), com o uso de alta temperatura seguida por um processo de troca iônica (DYSSELEER & HOFFEM, 1995). A ORAFTI (2005) relata utilizar apenas água quente para extração da inulina, seguido por refinamento e spray-drying.

Para a comunidade científica e nutricional os ingredientes da ORAFTI são conhecidos como Inulina e Oligofrutose, em alimentos manufaturados referem-se como Raftiline[®] e Raftilose[®], enquanto que consumidores reconhecem a presença no produto por Beneo[™] na embalagem. A partir disso, a ORAFTI decidiu adotar esta comunicação,

alterando os nomes dos ingredientes para Beneo™ inulin e Beneo™ oligofrutose (ORAFI, 2006).

A inulina em pó é branca, amorfa, higroscópica e tem massa molecular de, aproximadamente, 1600. A solubilidade em água depende da temperatura, a 10°C é de 6% e a 90°C relata-se que é de 35%. Desta forma, os cristais remanescentes podem ser responsáveis por eventual insolubilidade ou recristalização após resfriamento de uma dispersão. A dispersibilidade pode ser melhorada quando misturada com açúcares ou amido. A capacidade de ligação à água é de aproximadamente 2:1 e a formação do gel de inulina é dependente da concentração, grau de polimerização, temperatura e presença de hidrocolóides e cátions mono e divalentes. Por ser neutra em odor e sabor, contribui pouco para o gosto doce, pois há uma pequena quantidade de mono e dissacarídeos presentes no produto comercial (SILVA, 1996). No entanto, há estudos que relatam sua influência no gosto doce (TÁRREGA & COSTELL, 2006).

O gel de inulina é formado por uma rede de pequenos cristalitos. De fato, suas propriedades assemelham-se com uma rede de cristais de ácidos graxos em óleo e, devido a esta similaridade, a inulina tem sido identificada como um ingrediente interessante para inclusão em alimentos com baixas calorias. Forma um gel opaco e fraco em altas concentrações, quando misturado com água (BOT et al., 2004).

Oligofrutoses são cadeias mais curtas, variando de 2 a 10 unidades (ORAFI, 2005), com média em torno de 4 unidades, também compostas por frutose (IZZO & NINESS, 2001). Podem ser obtidas da hidrólise enzimática da inulina, usando endo-inulinase, que produz uma mistura de moléculas de glicose e frutose.

2.3.1 Efeitos Fisiológicos da Inulina

A inulina, assim como as oligofrutoses, não é digerida no trato gastrointestinal superior e no intestino delgado, devido à inabilidade das enzimas humanas de romper as ligações β (1-2). No entanto, pode ser hidrolisada em condições muito ácidas, ou se o tempo de retenção gástrica for longo. Em condições fisiológicas normais, porém, estas substâncias atravessam a cavidade oral e o estômago sem modificações (FRANCK, 2005). Então, são extensivamente fermentadas pela microbiota do cólon, sem recuperação nas fezes, o que resulta na redução do valor calórico para, aproximadamente, 2 kcal/g. Por não ser hidrolisada para gerar monossacarídeos, a inulina não afeta o índice glicêmico e insulínico no sangue, podendo ser usada em produtos especiais para diabéticos (IZZO & NINESS, 2001).

A fermentação da inulina aumenta a biomassa bacteriana dentro do ecossistema colônico, o que resulta em benefícios para o trato gastrointestinal, como alívio da constipação, evitando que o organismo se exponha a resíduos e toxinas que podem ser irritantes para o intestino. Tem impacto, ainda, sobre a eficiência da digestão (IZZO & NINESS, 2001).

Estudos clínicos em animais e humanos demonstraram que a inulina aumenta a absorção de cálcio, por alterar o pH do cólon, devido à produção de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) (RASCHKA & DANIEL, 2005). O aumento na produção de AGCC, principalmente acetato, propionato e butirato, diminui o pH do lúmen e aumenta a solubilidade do cálcio. O butirato, especialmente, estimula a proliferação de células, o que poderia aumentar a superfície de absorção no intestino grosso (RASCHKA & DANIEL, 2005), conforme confirmado por estudos em animais (IZZO & NINESS, 2001).

Tem sido relatado que a ingestão de inulina provoca um aumento da acumulação mineral nos ossos, podendo ser útil em estudos para prevenção da osteoporose. A maior fração de cálcio é absorvida no intestino delgado. No entanto, recentes estudos têm sugerido que há absorção no intestino grosso também. Embora a maioria dos estudos envolva adolescentes, já foi confirmada a evidência de que há maior absorção de cálcio quando a inulina é ingerida também por adultos e mulheres em pós-menopausa (FRANCK, 2005).

Além disso, a inulina aumenta significativamente os níveis de bactérias benéficas (como as bifidobactérias) no trato digestivo. Estas bactérias produzem vitaminas e enzimas que podem contribuir na eficiência do processo digestivo (IZZO & NINESS, 2001), sendo atribuídas, ainda, mudanças significativas na composição da microbióta, com um aumento do número de bactérias potencialmente promotoras de saúde e possivelmente uma redução no número de espécies potencialmente maléficas (FRANCK, 2005).

As funções fisiológicas do sistema gastrointestinal envolvem digestão e fermentação, absorção, excreção e motilidade. Sua mucosa também produz muitos diferentes hormônios, que têm função essencial na regulação das secreções e motilidade gastrointestinal, mas também na regulação de funções sistêmicas como secreção de insulina e metabolismo de carboidratos. O sistema gastrointestinal constitui uma barreira essencial para proteger o corpo contra microrganismos patogênicos, antígenos e substâncias tóxicas que possam contaminar os alimentos (FRANCK, 2005).

Desta forma, por aumento da biomassa fecal e conteúdo de água, a inulina e oligofrutose melhoram as funções do intestino, assim como a regularidade. Devido a suas propriedades fermentativas específicas, afetam várias funções envolvendo a

proteção e reparo da mucosa colônica, que pode contribuir para reduzir o risco de doenças intestinais. Podem contribuir de forma significativa para uma dieta balanceada por aumento do conteúdo de fibras, por aumento da diversidade das fontes de fibra e por seus efeitos específicos nas várias funções gastrointestinais (FRANCK, 2005).

No Brasil, a Comissão Tecnocientífica de Assessoramento em Alimentos Funcionais e Novos Alimentos da ANVISA (2005) publicou uma lista de alegações de propriedades funcionais e ou de saúde para determinados ingredientes. Para os frutoligossacarídeos (FOS) e a inulina descrevem a seguinte alegação que deve vir no rótulo dos produtos: “contribuem para o equilíbrio da flora intestinal. Seu consumo deve estar associado a uma dieta equilibrada e hábitos de vida saudáveis”. Além disso, também constam as seguintes observações: 1. A porção diária do produto pronto para consumo deve atender pelo menos ao atributo “fonte” de fibras alimentares estabelecido pela Portaria SVS/MS nº 27/98 (mínimo de 3 g fibras / 100 g para sólidos e 1,5 g / 100g para líquidos); 2. Na tabela de informação nutricional deve ser declarada a quantidade de frutoligossacarídeos ou inulina abaixo de fibra alimentar.

2.3.2 Efeitos Tecnológicos da Inulina

Há vários estudos em relação à inclusão da inulina em produtos para industrialização. Foi usada como substituto de gordura em produtos cárneos, produzindo salsichas mais macias que as tradicionais (MENDOZA et al., 2001) e, em pães, com qualidade semelhante ao padrão (O'BRIEN et al., 2003).

Dutcosky et al. (2006) desenvolveram barras de cereais com propriedades funcionais prebióticas, usando três fontes de fibras (inulina, oligofrutose e goma acácia),

buscando otimizar a textura e o sabor. Verificou que a combinação das três fibras foi efetiva sob os aspectos tecnológico e funcional e melhorou as propriedades sensoriais. Pode, ainda, reduzir o açúcar em 40% e as calorias em 18-20%, enquanto aumentou em 200% a fibra das barras.

Wang, Rosell & Barber (2002) pesquisaram o efeito da adição de inulina, como fonte de fibra solúvel, na qualidade de pães e demonstraram que há menor alteração das propriedades reológicas em comparação à inclusão de fibras de farelo e, ainda, boa aceitação pelos provadores.

Brennan, Kuri & Tudorica (2004) formularam massas alimentícias com inulina e pesquisaram sua influência sobre o cozimento, textura e valor nutricional agregado. Demonstraram que sua presença tem pouca influência na textura do produto final e provoca diminuição da resposta glicêmica, por diminuição da digestibilidade do amido. Concluíram que a inulina, por ser altamente hidrofílica, absorve água preferencialmente e diminui o poder de inchamento e absorção de água do amido.

Vários estudos sobre o efeito da adição de inulina em produtos lácteos podem ser encontrados na literatura. Em sorvetes com reduzido conteúdo de gordura, a adição de inulina resultou em um aumento na viscosidade (EL-NAGAR et al., 2002), uma diminuição no ponto de congelamento (SCHALLER-POVOLNY & SMITH, 2001) e uma melhora nas propriedades sensoriais (SCHALLER-POVOLNY & SMITH, 1999). Dello Staffolo et al. (2004) não verificaram diferenças na viscosidade e na aceitabilidade de iogurte, quando adicionado de 1,3% de inulina.

Tárrega & Costell (2006) avaliaram a inclusão da inulina nas propriedades reológicas e sensoriais de sobremesas lácteas com baixo teor de gordura, contendo diferentes concentrações de amido. A inulina influenciou no gosto doce e na

intensidade do sabor de baunilha em sobremesas preparadas com leite desnatado, com baixas concentrações de amido. Os efeitos reológicos da inclusão de inulina, ainda, foram dependentes da concentração de amido.

Inulina também tem sido estudada para aplicações não-alimentícias com a modificação do seu estado natural, através de tratamento químico ou enzimático (KIM et al., 2001). Inulinas modificadas têm demonstrado potencial como veiculadoras de fármacos (MOLTENI, 1985), adjuvante em vacinas (COOPER & STEELE, 1988), agente quelante (VERRAEST et al., 1998) e na produção de detergentes (BESEMER & Van BEKKUM, 1994).

2.4 PUDIM

O pudim pode ser considerado um bom sistema alimentar para testar uma interação entre ingredientes, por ser de fácil formulação, preparo rápido e apresentar ampla flexibilidade na gama de texturas aceitáveis. Sobremesas lácteas a base de amido são muito consumidas no Brasil (CASTRO, 1992), assim como na Europa (TÁRREGA & COSTELL, 2006). As características sensoriais e nutricionais, que podem ser adicionadas a este tipo de produto, favorecem o seu uso por vários grupos de consumidores, como crianças e idosos (TÁRREGA & COSTELL, 2006). Além disso, as formulações de pós para pudins têm encontrado bastante aceitação dentro do mercado de misturas prontas para o consumo devido a uma demanda crescente por produtos de fácil preparo (CASTRO, 1992).

A legislação brasileira (Resolução nº 273, de 22 de setembro de 2005) define Misturas para o Preparo de Alimentos como aqueles produtos obtidos pela mistura de

ingredientes, destinados ao preparo de alimentos pelo consumidor com a adição de outro(s) ingrediente(s). Podem requerer aquecimento ou cozimento. O produto resultante após o preparo, de acordo com as instruções do fabricante, deve ser aquele mencionado na designação da Mistura. Apesar de existirem no mercado produtos com diferentes denominações (pudins e flans), não existe na legislação definição precisa de suas características e diferenciações entre estes produtos.

O pudim consiste, normalmente, de uma mistura à base de leite, açúcar ou edulcorante e espessante (amido e hidrocolóides) que, após rápido cozimento e resfriamento, adquire uma consistência firme típica (CASTRO, 1992). A relação integrada entre propriedade química, composicional, estrutural e textural desses componentes, principalmente as do amido, são determinantes na aceitabilidade de muitos alimentos (BOBBIO & BOBBIO, 1995).

Diferenças no comportamento reológico têm sido encontradas em amostras comerciais destas sobremesas lácteas (BATISTA, NUNES & SOUSA, 2002; OLIVEIRA, 2002; TÁRREGA, DURÁN & COSTELL, 2004, 2005) e em sistema com diferentes composições (VERBEKEN, THAS, DEWETTINCK, 2004; TÁRREGA & COSTELL, 2005, 2006; VERBEKEN et al., 2006).

2.5 INGREDIENTES IMPORTANTES EM PUDINS

2.5.1 Amido

Amido é um carboidrato de reserva das plantas. A morfologia dos grânulos de amido varia com a fonte, seja cereal, raiz ou tubérculo, com o tamanho dos grânulos (de

2 a 100 μm) e, também, com a composição, em termos de amilose, amilopectina, proteína, lipídios e outros compostos. Amilose é um polímero linear, enquanto que a amilopectina é altamente ramificada (WHISTLER et al., 1984).

Em excesso de água (normalmente mais que 60%) e à temperatura de 50 a 90°C, dependendo da origem do amido, ocorre a gelatinização, marcada pela perda da cristalinidade (detectada pela perda da birrefringência), inchamento do grânulo e solubilização da amilose. Outras variáveis, como energia mecânica, influenciam grandemente este processo onde ocorre ruptura da estrutura. Uma pasta viscoelástica ou gel é formado no resfriamento. A redução do nível de água faz com que a temperatura de gelatinização aumente, o que é claramente indicado pela Calorimetria Diferencial de Varredura. A gelatinização é um fenômeno peculiar do amido, e caracteriza-se por uma combinação complexa entre fusão e transição vítrea (WHISTLER et al., 1984).

O amido de milho contém, aproximadamente, 25% de amilose e 75% de amilopectina. Em suspensão aquosa e com fornecimento de calor, até a temperatura de gelatinização (60-75°C), forma pastas viscosas e géis opacos (após resfriamento) com grande tendência à retrogradação, características atribuídas à fração de amilose. Este amido é muito utilizado na culinária diária, na indústria e na pesquisa, principalmente como espessante ou geleificante, e para retenção de água (SANDHU, SINGH & KAUR, 2004).

2.5.2 Leite

Além do elevado valor nutritivo, as proteínas do leite (tanto as caseínas como as proteínas do soro) conferem aos produtos formulados melhor aparência e melhores propriedades sensoriais, em virtude de suas propriedades funcionais (LAWSON, 1994), destacando-se solubilidade e dispersibilidade, opacidade, ligação e retenção de gordura, retenção de água, emulsificação, viscosidade, estabilidade térmica, geleificação de filmes, entre outras (CHEN, 1995).

Para que o leite possa ser armazenado sem substancial perda de qualidade, ele pode ser convertido a leite em pó, que consiste de uma massa contínua de lactose amorfa e outros componentes, como glóbulos de gordura, micelas de caseína e proteínas do soro. A lactose, geralmente, permanece amorfa, se não for dada condição para cristalização (WALSTRA et al., 1999). Na Tabela 1 pode-se observar a composição aproximada dos leites em pó (integral e desnatado).

Tabela 1 - Composição aproximada (%p/p) dos leites em pó integral e desnatado.

Constituinte	Leite em pó integral	Leite em pó desnatado
Gordura	26	1
Lactose	38	51
Caseína	19,5	27
Proteína do soro	4,8	6,6
Cinzas	6,3	8,5
Água	2,5	3

FONTE: WALSTRA et al. (1999).

A desidratação por atomização pode causar alterações no leite como formação de sabor de cozido, que resulta de compostos formados no pré-aquecimento e, possivelmente, durante a evaporação. Devido ao tratamento térmico, pode ocorrer reação de Maillard, que causa escurecimento, aparecimento de sabores estranhos e insolubilização da proteína. Além disso, há a diminuição do valor nutricional, especialmente da disponibilidade de lisina, também devido à reação de Maillard, e da vitamina A, devido à oxidação. Para a produção de leite em pó desnatado a pasteurização pode ser menos intensa que para o leite integral, pois há menos gordura e, conseqüentemente, há menos autooxidação (tem menos fosfatase negativa). A homogeneização é omitida e o leite pode ser concentrado para maiores teores de sólidos. Algumas vezes, preparações de vitaminas são adicionadas, principalmente vitamina A (WALSTRA et al., 1999).

A alta temperatura aplicada durante a preparação de sobremesas lácteas (20 min. a 90°C ou 3 min. a 120°C) pode induzir consideráveis mudanças na fração protéica (VERBEKEN et al., 2006). Além da desnaturação térmica das proteínas do soro, pode haver uma interação entre β -lactoglobulina e κ -caseína desnaturadas, localizadas na periferia da micela de caseína, podendo, particularmente, afetar o leite em pó desnatado. O grau de interação entre estas frações de proteína é difícil de prever e depende do tempo e da temperatura do aquecimento, da concentração de proteína e da presença de sais (SINGH, 1995).

2.5.3 Açúcares

O valor tecnológico dos açúcares em alimentos é resultado da combinação de suas propriedades físicas, químicas e sensoriais. Entre suas propriedades físicas há a elevação do ponto de ebulição, depressão do ponto de congelamento, e efeito sobre a atividade de água. Possuem tendência à cristalização, por serem higroscópicos; a solubilidade depende do tamanho da partícula, agitação e grau de saturação; a viscosidade varia de acordo com a concentração (CLARKE, 1995).

São usados em uma infinidade de produtos alimentícios devido a suas propriedades de doçura, sabor e textura. Podem ainda aumentar a viscosidade de produtos com baixo teor de gordura (CLARKE, 1995).

Os açúcares podem alterar o conteúdo de água em uma mistura, influenciando a hidratação dos ingredientes e a absorção de água pelos grânulos de amido (BAYARRI, DURÁN & COSTELL, 2003, 2004).

A temperatura de gelatinização do amido, em sistemas amido-leite-açúcar é maior do que em amido-água (ABU-JDAYIL, MOHAMEED & EASSA, 2004b), o que pode ser atribuído ao açúcar (AHMAD & WILLIAMS, 1999).

Ahmad & Williams (1999) investigaram o efeito de açúcares nas propriedades térmicas e reológicas de amido de sago (*Metroxylon* spp.). Os açúcares aumentam a temperatura e a entalpia de gelatinização na seguinte ordem: água < ribose < frutose < glicose < maltose < sacarose. O inchamento dos grânulos na presença de açúcar foi maior, comparado com o gel apenas com água, para concentrações de açúcar menores que 25%, mas foi menor com concentrações maiores.

Aumentando a concentração de açúcar aumenta a viscosidade aparente da pasta, com diferenças entre os açúcares. A frutose interfere menos na viscosidade que a sacarose e esta menos que a glicose (AHMAD & WILLIAMS, 1999). A diferença entre aos açúcares pode ser atribuída à penetração de soluto do leite e ao transporte de açúcar para o interior do grânulo. A penetração produz desordem dentro dos grânulos de amido (ABU-JDAYIL, MOHAMEED & EASSA, 2004b).

Ahmad & Williams (1999) explicam o efeito do açúcar na estrutura de dispersão do amido em termos da inibição da organização das cadeias. As moléculas de açúcar com grupos hidroxila equatoriais (ribose) previnem a reordenação da cadeia, reduzindo a viscosidade de pasta, enquanto que a frutose, com grupos hidroxila axiais, tem efeito oposto.

2.6 INTERAÇÕES ENTRE INGREDIENTES

Todos os ingredientes presentes na formulação de um pudim, assim como também as proporções em que são adicionados na formulação, podem afetar as características físicas e sensoriais do produto final. Serão aqui abordados, porém, apenas os estudos referentes às interações entre leite, amido e inulina, por serem estes ingredientes o objeto principal deste estudo.

2.6.1 Interação entre amido e leite

Interações entre os hidrolisados de proteína e amido, durante o processamento, podem marcadamente influenciar a rede do gel de amido e o perfil reológico. Proteínas

contêm muitos grupos hidrofílicos capazes de formar ligações cruzadas com amido, podendo ser responsáveis pela maior viscosidade de pasta a frio, quando comparada com a de sistemas apenas com amido e água. Além disso, caseínas diminuem a temperatura de gelatinização (GOEL et al., 1999).

Pastas de amido são descritas como suspensões de partículas inchadas dispersas em um meio macromolecular. Pode ser considerado que as proteínas estejam localizadas dentro da fase contínua e, então, o volume da fase acessível para estas seja reduzido; isto causa um aumento na concentração do meio contínuo, resultando em uma maior viscosidade. As partículas inchadas são principalmente compostas por amilopectina, enquanto que o meio contínuo consiste de amilose. É provável que a interação ocorra entre a amilose e a proteína e seus hidrolisados, que são dominantes no sistema (GOEL et al., 1999).

Estas observações podem ser explicadas pela teoria da dupla camada elétrica (OOSTEN, 1983). De acordo com esta teoria, existe uma dupla camada elétrica de cátions envolvendo o amido, excluindo os ânions, que não podem penetrar causando gelatinização.

Estudos sobre efeitos de sais sobre a gelatinização têm demonstrado que ânions são agentes da gelatinização (OOSTEN, 1990). Proteínas sendo anfóteras, naturalmente, terão cargas negativas e positivas. A carga negativa da proteína pode facilitar a gelatinização do amido na presença de caseína.

Master & Steeneken (1997) descrevem a influência dos componentes do leite em pó (como micelas de caseína, lactose e proteínas do soro) no comportamento reológico do amido. Pesquisas demonstram um aumento de viscosidade na presença de leite (caseínas, lactoglobulinas, gordura e outros componentes do leite) (VÉLEZ-RUIZ &

BARBOSA-CÁNOVAS, 1997) ou, ainda, devido às interações entre os componentes (MATSER & STEENEKEN, 1997; ABU-JDAYIL, MOHAMEED & EASSA, 2004b).

Tendo natureza iônica, acredita-se que a caseína e seus hidrolisados possam interagir com a amilose e ramificações da amilopectina por ligações de hidrogênio não-covalentes (GOEL et al., 1999).

2.6.2 Interação entre amido e inulina

A interação da inulina com outros biopolímeros recém começou a ser caracterizada. Zimeri & Kokini (2003a,2003b,2003c) pesquisaram a interação da inulina com amido de milho ceroso, em um sistema aquoso, em termos morfológicos, reológicos e físico-químicos. Verificaram que as amostras apresentaram duas temperaturas de transição vítrea (Tg) individuais, que correspondem àquelas dos componentes, concluindo que há separação de fase, confirmada com as análises morfológicas. Além disso, esta interação formou géis fracos.

A teoria da incompatibilidade termodinâmica (TOLSTOGUZOV, 2003) pode ajudar a explicar a interação entre amido e polissacarídeos não amiláceos na pasta. A redução na degradação do amido dentro das amostras contendo inulina resultaria na hidratação, agregação e formação da matriz preferencialmente para a inulina, encaixando grânulos de amido em um gel semi-sólido (TOLSTOGUZOV, 2003). Este encaixamento do grânulo de amido possivelmente limitaria o movimento da água para os grânulos de amido na pasta, reduzindo a gelatinização (BRENNAN, KURI & TUDORICA, 2004).

2.6.3 Interação entre leite e inulina

Schaller-Povolny & Smith (2002), usando eletroforese, demonstraram que, na presença de inulina, frações solúveis da proteína do leite a 40 e 80°C tornam-se insolúveis e encontram-se no precipitado. A inulina é considerada um polissacarídeo neutro, visto que não tem nenhum grupo carboxila associado. Com base nisso, interações eletrostáticas entre a proteína e o carboidrato são improváveis.

Uma interação que pode ocorrer entre inulina e α -caseína é a interação hidrofóbica. A fração de caseína é composta por duas subunidades α_{S1} e α_{S2} , ambas com regiões hidrofóbicas (α_{S1} com três regiões e α_{S2} com C-terminal hidrofóbico) indicando que a caseína é relativamente hidrofóbica. Tem sido mostrado que a inulina forma uma α -hélice em solução e pode conter um centro hidrofóbico, similar ao da amilose, em que a região hidrofóbica da fração de α -caseína pode se ligar. Uma outra possibilidade é a formação de um complexo carbonil-amino entre estas moléculas (SCHALLER-POVOLNY & SMITH, 2002). A β -caseína, com C-terminal fortemente hidrofóbico, provavelmente interaja com a inulina com este tipo de ligação.

Baseado na teoria de glicosilação proposta por Spiro (1973), o tipo de interação que ocorre entre κ -caseína e inulina pode ser covalente, pois esta fração de proteína já teve açúcar ligado formando glicoproteínas, estando hábil para ligar covalentemente com a inulina. Schaller-Povolny & Smith (2002) relatam que α -Lactoalbumina e inulina não interagem, diferentemente da β -lactoalbumina que pode interagir hidrofobicamente, baseado na estrutura da proteína, segundo hipótese de Dickinson & Galazka (1991).

2.7 OTIMIZAÇÃO DE FORMULAÇÕES E DELINEAMENTO PARA MISTURAS

Na otimização de formulações, o principal objetivo é encontrar os melhores níveis para cada um dos componentes ou ingredientes-chave, e assim reduzir o tempo dos testes. Deve-se otimizar, também, as variáveis críticas do processo de elaboração. Outro elemento importante, que pode causar problemas na otimização, é a existência de restrições, que podem limitar as alternativas de resposta (De PENNA, 1999).

A otimização das formulações de produtos pode ser alcançada a partir do uso de técnicas estatísticas, e vários planejamentos experimentais estão disponíveis para minimizar o número de experimentos na otimização de produto. Planejamentos de mistura são desejáveis para produtos alimentares que requerem mais que um ingrediente, também para diferentes proporções de ingredientes na mistura, com níveis dependentes entre si, e com a soma de todos os componentes igual a 1 ou 100% (HARE, 1974).

A metodologia de superfície de resposta é, talvez, a técnica de otimização mais usada em alimentos, provavelmente devido a sua eficiência e simplicidade. Esta metodologia tem os seguintes passos: identificação do parâmetro a ser otimizado e variáveis a serem medidas; formulação do planejamento experimental; ajuste do modelo e estabelecimento da solução ótima (De PENNA, 1999).

Há outros métodos, como a delineamento simplex, que oferece uma alternativa mais simples para a otimização de respostas em misturas. Neste método, a busca do ótimo das respostas se dá automaticamente dentro do espaço experimental já definido. Neste tipo de método, se deseja medir o grau de falta de ajuste do modelo e, a partir

dele, eleger o modelo mais completo, que represente mais adequadamente o comportamento do sistema. Nos delineamentos de misturas os fatores estão representados pelas suas proporções na mistura e seus níveis não são independentes do restante. Assim, esta metodologia inclui os passos descritos para superfície de resposta. O sistema de coordenadas para as proporções da mistura se designa como uma coordenada simplex. Para três ingredientes, um sistema triangular de coordenadas define o espaço experimental e, assim, o efeito será definido como uma superfície de resposta representada por um gráfico triangular tridimensional (De PENNA, 1999).

Existem casos em que certas limitações são impostas nas proporções dos componentes. Por exemplo, pode ser que um componente seja caro não sendo viável, economicamente. Deve-se impor, então, uma limitação, que às vezes é um limite inferior, superior ou ambos. Quando se têm limites uma nova região do planejamento de misturas deve ser utilizada (CALADO & MONTGOMERY, 2003).

Para o caso de se ter limites inferiores e superiores, a região factível não é mais simplex (triangular, no caso de três componentes na mistura), tendo uma forma irregular. Uma nova abordagem razoável é incluir nas corridas experimentais os vértices extremos e os centróides da região restrita, uma vez que os erros nas estimativas dos coeficientes de um modelo são menores quando os pontos experimentais se distribuem uniformemente pela região do estudo. Os vértices e centróides calculados são os pontos do planejamento que devem ser usados para a retirada de pontos experimentais (CALADO & MONTGOMERY, 2003).

2.8 ANÁLISE INSTRUMENTAL DE TEXTURA

Há quatro principais fatores de qualidade nos alimentos: aparência (cor, forma, tamanho), sabor (compreendendo gosto e odor), textura (sensação tátil) e propriedades nutritivas (BOURNE, 1982).

Textura é um atributo sensorial importante na avaliação da aceitabilidade do produto. É basicamente uma propriedade física e sua percepção pode ser afetada por fatores químicos, psicológicos e culturais (PELEG, 1983). A Associação Brasileira de Normas e Técnicas (ABNT, 1993) define textura como “todas as propriedades reológicas e estruturais (geométrica e de superfície) de um alimento, perceptíveis pelos receptores mecânicos, táteis e eventualmente pelos receptores visuais e auditivos”. Na Figura 2 observa-se uma representação gráfica da análise de textura, para Texturômetro TA-XT2i (Stable Micro Systems).

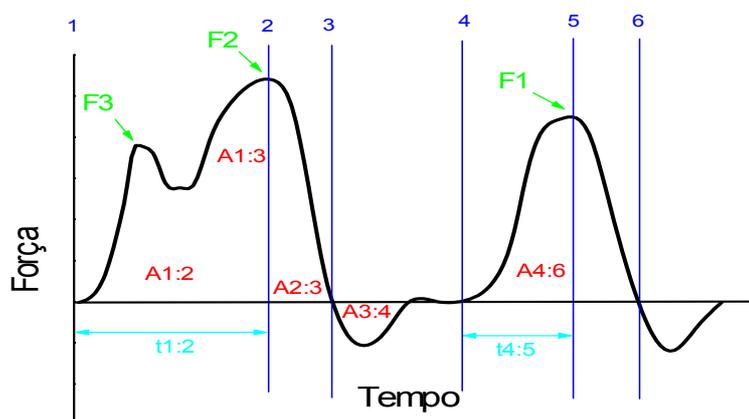


Figura 2 – Representação gráfica da medida dos atributos de textura do Texturômetro TA-XT2i (Stable Micro Systems)

Tem-se observado grande interesse no desenvolvimento e emprego de testes mecânicos que simulem a avaliação sensorial de textura (PELEG, 1983), merecendo destaque o Perfil de Textura Instrumental, que vem sendo aplicado com eficiência para uma gama de alimentos (PONS & FISZMAN, 1996). O perfil de textura produz informações objetivas da natureza da força do gel que o método sensorial não informa.

A definição de alguns parâmetros de textura, utilizando análise instrumental, pode ser verificada na Tabela 2.

Tabela 2 – Definições instrumentais, físicas e sensoriais dos parâmetros do perfil de textura

Parâmetros	Instrumental	Física	Sensorial
Dureza (F2)	É definido como pico de força durante o primeiro ciclo de compressão	Força necessária para produzir uma certa deformação	Força requerida para compressão entre os dentes molares (p/ sólidos) e entre a língua e o palato (p/ semi-sólidos)
Coesividade (A4:6/ A1:3)	Razão da força positiva da área do segundo ciclo de compressão pelo primeiro ciclo de compressão	Quantidade de energia necessária para romper as ligações internas das amostras	Grau que uma substância é comprimida entre os dentes antes de romper
Elasticidade (t4:5/ t1:2)	É a medida que o alimento atinge entre o final do primeiro ciclo de compressão e o segundo ciclo de compressão	Velocidade na qual uma material deformado volta à condição não deformada depois que a força de compressão é removida	Grau que o produto volta à sua forma original depois da compressão com os dentes
Adesividade (A3:4)	É a área de força negativa do primeiro ciclo de compressão, representando a força necessária para a retirada do “probe” do alimento	Energia necessária para superar forças atrativas entre a superfície do alimento e outros materiais com os quais o alimento está em contato	Força requerida p/ remover o material que adere à boca (palato) durante o processo normal de comer
Fraturabilidade (F3)	É definido como a força da primeira quebra significativa da curva	Força pela qual o material fratura	Força com que uma amostra esmigalha, racha ou quebra em pedaços
Gomosidade (F2 x A4:6/ A1:3)	É definido como o produto da dureza pela coesividade	Energia p/ mastigar alimentos semi-sólidos até deglutição	Energia requerida para desintegrar uma amostra semi-sólida à consistência adequada p/ deglutição

Fonte: (Civille & Szczesniak, 1973; Bourne, 1978; Stable Micro System, 2001)

2.9 ANÁLISE SENSORIAL

A análise sensorial é muito utilizada na avaliação de alimentos por ter como instrumento os sentidos humanos. É empregada no desenvolvimento de produtos, avaliação de vida útil, aceitação, identificação de particularidades e no controle de qualidade, entre outros.

Segundo ABNT–NBR 12994 (1993), a classificação dos métodos sensoriais é feita em três grupos principais: métodos discriminativos, descritivos e subjetivos ou de aceitação. Os métodos discriminativos estabelecem diferenciação qualitativa e/ou quantitativa entre as amostras, enquanto que os métodos descritivos descrevem qualitativa e quantitativamente as amostras, onde é requerido extenso treinamento (DUTCOSKY, 1996). Por outro lado, os testes subjetivos ou de aceitação são aplicados sem treinamento das pessoas, esperando que as respostas resultem na reação espontânea do indivíduo ao avaliar o alimento. Estes testes são usados para determinar a aceitabilidade e a preferência dos produtos (De PENNA, 1999).

O uso que se dá à informação obtida da avaliação sensorial é muito amplo e variado. Atualmente, grande parte das decisões, no mais alto nível das empresas, acerca de problemas relacionados com alimentos, se sustentam nestes testes. Muitas vezes constitui uma informação decisiva para definir o lançamento de um novo produto no mercado. O desenvolvimento de produtos está em estreita relação com as necessidades e tendências de consumo, o que tem como consequência que as indústrias de alimentos devem responder com rapidez às mudanças que se detectam no mercado consumidor (De PENNA, 1999).

2.9.1 Análise Sensorial Descritiva

A análise sensorial descritiva é um dos métodos mais sofisticados para avaliação de produtos em nível qualitativo e quantitativo por um grupo de provadores treinados (MUÑOZ, 1999), que desenvolvem descritores e empregam escalas para medida de suas intensidades, caracterizando e descrevendo atributos sensoriais das amostras estudadas. Devido a sua ampla aplicação, o uso de análise descritiva vem crescendo (MURRAY, DELAHUNTY & BAXTER, 2001).

Recentes estudos sugerem que o uso e aplicação de análise sensorial descritiva têm aumentado rapidamente, inclusive na indústria de alimentos. O conhecimento das características desejadas pelos consumidores permite a otimização do produto e validação de modelos entre análise descritiva e medidas instrumentais ou de testes de preferência (MURRAY, DELAHUNTY & BAXTER, 2001).

A análise sensorial descritiva é também usada para controle de qualidade, para comparação de protótipos de produtos para compreender as respostas dos consumidores em relação aos atributos sensoriais, mudança de ingredientes, vida útil, efeito de embalagens, efeito de variáveis do processo e percepção dos consumidores em relação aos produtos (MURRAY, DELAHUNTY & BAXTER 2001).

Há diferentes métodos de análise descritiva, que devem ser escolhidos dependendo do produto a ser analisado, variáveis do processo e a resposta que se deseja. Estes testes requerem, usualmente, provadores treinados e desenvolvimento de linguagem comum para descrever os atributos do alimento. Todos os métodos descritivos têm suas vantagens e desvantagens, que devem ser avaliadas no momento da escolha (MURRAY, DELAHUNTY & BAXTER, 2001).

2.9.2 Perfil Livre

O Perfil Livre ("Free-choice Profiling"), descrito por Williams & Langron em 1984, é um dos métodos sensoriais descritivos. É chamado "Livre" porque desde o princípio, até o final da avaliação, o provador tem a liberdade de utilizar os termos descritivos que desejar (DAMÁSIO, 1999).

Geralmente, quando a análise descritiva é empregada, se utilizam vocabulário comum e provadores treinados para produtos específicos. No entanto, o Perfil Livre foi desenvolvido baseando-se no princípio de que, mesmo que os provadores se expressem de maneira diferenciada, a percepção das características de um produto poderia ser igual. Assim, os provadores têm a liberdade de utilizar termos descritivos, na quantidade e da maneira que desejarem, não sendo necessário o aprendizado de uma linguagem em comum para a avaliação (WILLIAMS & LANGRON, 1984).

No início, seu procedimento é semelhante ao da análise convencional. São apresentadas aos provadores amostras similares às que vão ser avaliadas e se solicita a cada provador que crie uma lista própria de descritores. Com estas listas de termos, são confeccionadas as fichas de avaliação individuais, com uma escala de intensidade para cada termo, assim como suas definições. Deste modo, cada provador avalia as amostras utilizando seus próprios descritores. As definições dos atributos devem estar claras não somente para o provador como também para o responsável pela análise, pois essa informação é muito importante para a interpretação dos resultados. Dois provadores poderão avaliar a mesma característica, porém utilizando distintos termos (ou vive-versa) e esse fato poderá ser detectado através da comparação das definições (DAMÁSIO, 1999).

Enquanto que no método descritivo tradicional são necessárias aproximadamente duas a cinco reuniões com a equipe de provadores para chegar a uma lista de consenso de atributos, no Perfil Livre pode-se ter as fichas individuais em somente uma ou duas sessões e, deste modo, ter a equipe de provadores já pronta para a avaliação das amostras (DAMÁSIO, 1999).

Empregando o Perfil Livre é observada uma redução no tempo de análise, porque o método permite evitar três etapas: treinamento para uso de escalas, seleção final dos provadores e um possível retreinamento. Portanto, além da possibilidade de se diminuir o número de sessões para menos da metade do necessário no método tradicional (ADQ), o procedimento para a aplicação do Perfil Livre apresenta como vantagem adicional, a simplicidade (DAMÁSIO, 1999).

Os dados obtidos por este método só podem ser analisados através da técnica estatística de Análise Procustes Generalizada ("Generalised Procrustes Analysis" - GPA) (DAMÁSIO, 1999). O requerimento para a utilização de GPA é que cada provador assista a todas as sessões e prove todas as amostras (WILLIAMS & ARNOLD, 1985). Portanto, em caso de que se tenha que aplicar o delineamento de blocos incompletos, deve-se assegurar que todos os provadores avaliem todas as amostras (DAMÁSIO, 1999). A análise trata cada termo como se fosse um novo atributo para cada provador, eliminando o problema de provadores que atribuem significados diferentes para o mesmo atributo (QUARMBY & RATKOWSKY, 1988). Permite, ainda que se trabalhe com diferentes números de atributos para cada provador (OP & P PRODUCT RESEARCH, 1998).

Ao interpretar os resultados da análise estatística, que nos dá a distribuição das amostras em uma representação bidimensional, a repetibilidade da equipe é

inversamente proporcional às distâncias entre as repetições de cada amostra (DAMÁSIO, 1999).

Na GPA, as coordenadas são transformadas evitando causas de variação normalmente encontradas nos métodos descritivos, como: uso de diferentes partes da escala, diferentes interpretações dos termos descritivos e uso de diferentes intervalos de valores (DAMÁSIO, 1999). Para corrigir estas variações a análise executa as operações de auto-escalamento, rotação e translação, respectivamente. As demais fontes de variação (percepção de diferentes estímulos e variações entre as sessões) não podem ser evitadas. Porém, a análise dos resultados permitem detectar os provadores que apresentam problemas de diferenças de percepção e de falta de repetibilidade. Desta forma, se um determinado provador apresentar algum destes problemas, pode-se eliminar seus dados para voltar a aplicar o GPA com os dados restantes (OP&P PRODUCT RESEARCH, 1998).

Os resultados de cada provador são considerados como coordenadas num espaço multidimensional e transformados numa configuração espacial individual. Essas configurações são, então, combinadas pela GPA para obter uma configuração, usualmente chamada de configuração de consenso ou matriz de consenso, maximizando as similaridades geométricas (DIJKSTERHUIS & PUNTER, 1990; DIJKSTERHUIS & GOWER, 1991).

Para explicar melhor esse conceito podemos considerar a avaliação de um provador para uma série de x amostras. Se o provador utiliza n termos para descrever a amostra, seria possível representá-la por um único ponto num espaço n dimensional, onde cada dimensão corresponderia a um dos termos utilizados, e a distância do ponto na dimensão representaria a nota dada para aquela amostra naquele atributo em

particular. Se isso for repetido para todas as amostras avaliadas, teremos x pontos num espaço n dimensional, onde as relações entre os pontos representam as diferenças e similaridades com respeito aos atributos estudados. Utilizando-se a Análise de Componentes Principais, um espaço similar pode ser obtido para todos os provadores do painel, sendo cada espaço baseado na terminologia empregada por cada provador. Centralizando-se os espaços de cada provador (espaços individuais colocados em torno de um centro comum) (translação), rodando a configuração individual (rotação) e finalmente, expandindo ou comprimindo cada configuração (auto-escalamento), o espaço para cada provador é configurado tão próximo quanto o possível aos dos outros provadores. As relações internas entre os pontos das configurações individuais não são alteradas por nenhuma das operações porque as distâncias relativas entre amostras são preservadas (OLIVEIRA & BENASSI, 2003).

Os novos eixos ou eixos principais nos quais a configuração de consenso está baseada devem ser interpretados em termos do vocabulário (atributos individuais) empregado por cada provador (WILLIAMS & LANGRON, 1984), permitindo-se, ainda, determinar possíveis relações entre os diferentes termos usados (HEYMANN, 1994).

Para se interpretar a configuração de consenso, são analisadas as cargas ("loadings") de cada atributo para cada provador. Com relação à escolha dos atributos a serem considerados na análise, são citados critérios diferenciados. Alguns trabalham com todos os atributos citados, outros autores estipulam um valor de correlação para considerar o atributo significativo, mas não existe consenso, sendo citados valores de 0,3 (RAATS & SHEPARD, 1992; RUBICO & McDANIEL, 1992) a 0,9 (BEAL & MOTTRIM, 1993).

A GPA estima, também, o quanto a configuração individual de cada provador difere do consenso, empregando resíduos para calcular as coordenadas do gráfico de provadores, permitindo identificar comportamento diferenciados (DAMÁSIO, 1999). Os efeitos da percepção de diferentes estímulos e a variação entre sessões não são corrigidos pela GPA, mas os provadores podem ser identificados e seus resultados eliminados.

O método sensorial descritivo Perfil Livre pode ser aplicado a qualquer tipo de alimento, com as vantagens de maior rapidez e facilidade que os métodos tradicionais. Além disso, apesar de dar informação global sobre as amostras, o Perfil Livre pode não detectar pequenas diferenças entre elas, em determinados atributos (DAMÁSIO, 1999).

A literatura descreve inúmeras aplicações do Perfil Livre e de GPA. Marshall & Kirby (1988) empregaram o Perfil Livre em queijo, utilizando provadores que já tinham alguma experiência em análise sensorial e concluíram que esse método pode ser usado para avaliar textura com eficiência comparável à do método convencional. McEwan, Moore & Colwill (1989) compararam a utilização de Perfil Livre e Análise Descritiva Quantitativa, para sete amostras de queijo cheddar avaliando-se atributos de sabor, odor e características de textura. Os resultados obtidos com os dois métodos foram similares, sugerindo que o menor tempo usado no Perfil Livre o tornaria uma técnica interessante (OLIVEIRA, 2002).

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

- Investigar o efeito combinado de leite, amido e inulina nas características texturais e sensoriais de pudins.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Formular pudins com diferentes concentrações de leite, amido e inulina, empregando planejamento experimental para misturas;
- Determinar o perfil de textura instrumental dos diferentes pudins formulados;
- Caracterizar sensorialmente os pudins através da aplicação de análise descritiva de Perfil Livre;
- Investigar o efeito das formulações nas propriedades de pasta do amido;
- Investigar o efeito da interação do leite, amido e inulina na sinérese dos géis;

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 MATERIAL

O amido de milho (Maizena[®]), o leite em pó desnatado (Molico[®]) e o açúcar refinado (União[®]) foram adquiridos no comércio local.

O aroma de baunilha (Quatro Rodas[®]) foi cedido pela Empresa Dori[®] e a inulina (Raftiline[®] GR) foi doada pela empresa ORAFTI Active Foods Ingredients – Bélgica.

Raftiline[®] GR é um pó granulado, consistido de inulina da chicória (>90%), glicose e frutose ($\leq 4\%$) e sacarose ($\leq 8\%$). O grau de polimerização desta inulina varia de 2 a 60. O valor calórico é estimado como, aproximadamente, 1,3kcal/g.

4.2 MÉTODOS

4.2.1 Preparação dos Pudins

Na formulação dos pudins, os teores de água (73%) e de açúcar (10%) foram constantes, enquanto os de leite em pó, amido e inulina (perfazendo um total de 17% de sólidos) foram definidos pelo planejamento experimental.

A porcentagem total de sólidos (27%, computando o açúcar) utilizada neste estudo foi baseada nos dados de Braga Neto (1999). No entanto, dentre os sólidos, as porcentagens de cada um foram determinadas por testes preliminares.

O leite em pó foi misturado à água 24 horas antes do preparo dos pudins, uma vez que, segundo Depypere et al. (2003), a hidratação das proteínas do leite com certa

antecedência ao preparo dos pudins facilita sua interação com os demais componentes, fazendo com que as proteínas obtenham completa funcionalidade. O restante dos ingredientes (açúcar, amido e inulina) foi misturado a esta solução. A seguir, as suspensões foram colocadas no recipiente do Viscógrafo Brabender (Brabender, Alemanha), aquecidas ($3^{\circ}\text{C}/\text{min}^{-1}$) até 95°C e permaneceram nesta temperatura por 3 minutos. As pastas quentes foram despejadas em recipientes diferenciados de acordo com a análise a ser feita, resfriadas à temperatura ambiente e posteriormente armazenadas a 4°C , por 24 horas.

4.2.2 Propriedades Tecnológicas

4.2.2.1 Análise de Textura

Para as análises de textura foi utilizado o Texturômetro TA-XT2i (Stable Micro Systems) e o registro foi feito através do Software XTRAD. As condições padronizadas para o teste foram: carga de 0,05N, ponta da prova cilíndrica de acrílico com 15 mm de diâmetro e 30 mm de comprimento (P0,5), com profundidade de penetração de 5 mm e velocidade de penetração de 2,0 mm/s, com dois ciclos de penetração.

Os parâmetros de textura do gel foram obtidos a partir de curvas de força x tempo e área dos gráficos, onde foram determinados dureza (N), gomosidade (Ns), coesividade (adimensional) e adesividade (N).

As pastas quentes, correspondentes a cada formulação, preparadas no viscógrafo Brabender foram transferidas em frascos cilíndricos (30 mm de diâmetro por 40 mm de altura), tampadas com filme de polietileno, resfriadas à temperatura ambiente

e armazenadas sob refrigeração (4°C). As análises do perfil de textura dos géis foram realizadas 24 horas após o seu preparo em duplicata.

4.2.2.2 Análise Viscoamilográfica

A análise amilográfica foi feita no Viscógrafo Brabender (Brabender, Duisburg-Alemanha), equipado com cabeçote de 700cm.g de sensibilidade para as diferentes proporções leite/amido/inulina empregadas nos pudins, utilizando os parâmetros descritos na Tabela 3. Foi obtido um gráfico de onde foram calculadas as respostas de viscosidade.

Tabela 3 - Parâmetros utilizados no Viscógrafo Brabender para análise viscoamilográfica de pastas formuladas com leite, amido e inulina.

PARÂMETROS DO VISCÓGRAFO	
Temperatura inicial (°C)	30
Taxa para aumento de temperatura (°C/min ⁻¹)	1,5
Temperatura máxima (°C)	95
Tempo de permanência na temperatura máxima (min)	20
Taxa para diminuição de temperatura (°C/min ⁻¹)	1,5
Temperatura mínima (°C)	50
Tempo de permanência na temperatura mínima (min)	0

4.2.2.3 Determinação da sinérese

A determinação de sinérese foi feita segundo Biliaderis (1982), calculando a quantidade de água liberada dos pudins. As pastas quentes foram preparadas segundo planejamento experimental, em viscógrafo Brabender, e foram despejadas em frascos plásticos de 80 mL com tampa e armazenados sob refrigeração (4°C) por 7 dias. Os resultados foram expressos como porcentagem de perda de massa.

4.2.3 Propriedades Sensoriais

4.2.3.1 Análise Descritiva de Perfil Livre

A análise sensorial foi aplicada com quatorze provadores não treinados, recrutados através de entrevistas, no laboratório do Departamento de Tecnologia de Alimentos e Medicamentos.

As pastas quentes preparadas no viscógrafo foram despejadas em potes plásticos de 100mL com tampa e submetidos à refrigeração (4°C) por 24 horas. As amostras foram servidas aos provadores a temperatura de refrigeração.

Para levantamento de atributos foi utilizado o método de rede (MOSKOWITZ, 1983), sendo realizadas quatro sessões. Em cada sessão foi apresentado um par de amostras, para que os provadores apontassem as similaridades e diferenças. Os pares (formulações 5 e 2; 3 e 4; 5 e 6; 7 e 1) foram apresentados de maneira a levantar o maior número possível de atributos com relação à aparência, aroma, sabor e textura dos produtos.

Após o levantamento de atributos foram montadas, com cada provador, a ficha e a lista de definição dos atributos.

4.2.3.3 Teste de Aceitação

As pastas quentes, de três formulações selecionadas entre as sete do planejamento experimental, preparadas no viscógrafo foram despejadas em copos plásticos de 50 ml, tampadas com filme de polietileno. Após o resfriamento à temperatura ambiente, foram mantidas a 4 °C. A análise foi realizada 24 horas após o preparo dos pudins. As amostras foram servidas à temperatura de refrigeração de forma seqüencial.

A caracterização da equipe foi feita a partir de questionários de coleta de dados de faixa etária, sexo, escolaridade e hábitos de consumo de pudins.

NOME: _____	DATA: __/__/__
Você está recebendo uma amostra de pudim de baunilha. Por favor, prove e use a escala abaixo para indicar o quanto você gostou ou desgostou.	
9 - gostei muitíssimo	Amostra: _____
8 -	
7 -	
6 -	
5 – nem gostei/nem desgostei	
4 -	
3 -	
2 -	
1 –desgostei muitíssimo	
Cite o que você mais gostou na amostra: _____	
Cite o que você menos gostou na amostra: _____	

Figura 3 – Ficha utilizada para teste de aceitação dos produtos.

Foram utilizados trinta e nove provadores de idade e ocupações variadas. Utilizou-se uma escala estruturada de nove pontos ancorada com termos verbais nos extremos e no meio, solicitando que fossem citadas as características mais e menos apreciadas (Figura 3, Anexo 3).

4.2.4 Planejamento Experimental e Análise Estatística

4.2.4.1 Formulação dos pudins

Na prática, os problemas de otimização de misturas normalmente requerem a presença de todos os componentes, para que tenhamos um produto aceitável. Considerando a impossibilidade de fazer pudins com formulações em que qualquer um dos ingredientes (leite, amido e inulina) estivesse presente perfazendo sozinho 100% da mistura, houve a necessidade de restringir as proporções destas variáveis, dentro de faixas estabelecidas em ensaios prévios (Tabela 4).

Tabela 4 – Faixas de concentração estabelecidas para leite, amido e inulina para o planejamento de misturas usado para o estudo das propriedades texturais e sensoriais de pudins

Componente	Mínimo (% m/m)*	Máximo (% m/m)*
Leite	47	70
Amido	26	35
Inulina	3	23

* 17% de sólidos

Com estas especificações, os pseudocomponentes (x) foram definidos pela expressão (BARROS NETO, SCARMÍNIO & BRUNS, 2003).

$$x_i = \frac{c_i - a_i}{1 - \sum_{i=1}^q a_i} \quad (\text{Eq. 1})$$

onde $0 \leq a_i \leq c_i$ e $\sum_{i=1}^q a_i < 1$ $i = 1, 2, 3, \dots, q$

x_i = teor do componente, em termos de pseudocomponente

c_i = proporção real do componente

a_i = limite inferior da concentração do componente

Para os ingredientes em estudo, resultaram as expressões:

$$x_{\text{Leite}} = \frac{C_{\text{Leite}} - 0,47}{0,24}$$

$$x_{\text{amido}} = \frac{C_{\text{amido}} - 0,26}{0,24} \quad (\text{Eq. 2})$$

$$x_{\text{inulina}} = \frac{C_{\text{inulina}} - 0,03}{0,24}$$

O planejamento experimental, com os teores de cada ingrediente em valores reais e também em pseudocomponentes é apresentado na Tabela 5.

Tabela 5 – Planejamento experimental para estudo das propriedades das misturas de leite em pó, amido e inulina, em proporções reais dos ingredientes na mistura e em pseudocomponentes

Formulação	Proporção dos ingredientes na mistura ternária					
	Em concentrações reais			Em pseudocomponentes		
	Leite (c ₁)	Amido (c ₂)	Inulina (c ₃)	Leite (X ₁)	Amido (X ₂)	Inulina (X ₃)
1	0,70	0,26	0,04	0,958	0	0,042
2	0,47	0,35	0,18	0	0,375	0,625
3	0,70	0,27	0,03	0,958	0,042	0
4	0,62	0,35	0,03	0,625	0,375	0
5	0,51	0,26	0,23	0,167	0	0,833
6	0,47	0,30	0,23	0	0,167	0,833
7	0,57833	0,29833	0,12333	0,451	0,160	0,389
8	0,57833	0,29833	0,12333	0,451	0,160	0,389
9	0,57833	0,29833	0,12333	0,451	0,160	0,389

Fonte: STAT SOFT, 1995.

$X_1 + X_2 + X_3 = 1$ ou 100%

Como os limites estabelecidos para as variáveis foram todos diferentes (Tabela 4), essas desigualdades definiram no interior do triângulo das concentrações um hexágono irregular, mostrado na Figura 4, em termos de pseudocomponentes. Os pontos pertencentes aos vértices deste hexágono, juntamente com o ponto central, representam as misturas que foram estudadas.

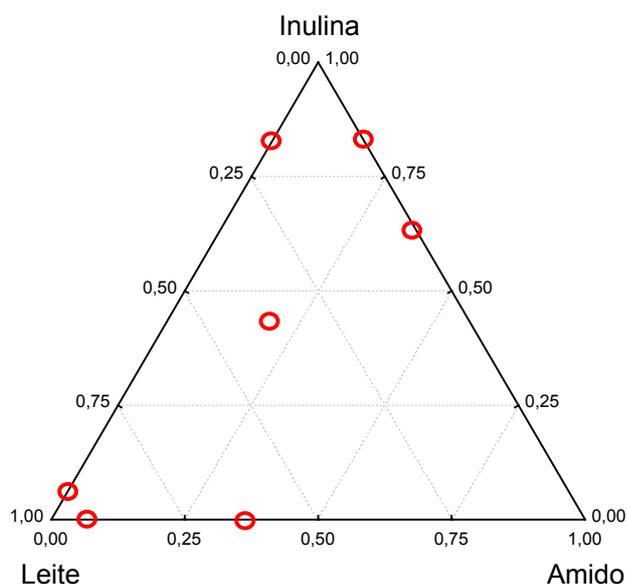


Figura 4 – Representação dos pontos experimentais do planejamento, em termos de e pseudocomponentes

Foram introduzidas duas repetições do ensaio 7 (formulações 8 e 9) para o cálculo do erro experimental e ajuste dos modelos e todo o experimento foi repetido duas vezes (repetições genuínas). Os ensaios foram realizados ao acaso, determinando-se a média aritmética das repetições.

Na tabela 6 são mostradas as porcentagens dos ingredientes no pudim, para efeitos de comparação com outros trabalhos e visualização das proporções reais dos componentes no gel.

Tabela 6 – Planejamento experimental para estudo das propriedades das misturas de leite em pó, amido e inulina, em proporções dos ingredientes na mistura e na formulação final dos pudins.

Formulação	Proporção dos ingredientes na mistura ternária			Porcentagem dos ingredientes no pudim		
	Leite (c ₁)	Amido (c ₂)	Inulina (c ₃)	Leite (C ₁)	Amido (C ₂)	Inulina (C ₃)
1	0,70	0,26	0,04	11,9	4,4	0,7
2	0,47	0,35	0,18	8,0	6,0	3,0
3	0,70	0,27	0,03	11,9	4,6	0,5
4	0,62	0,35	0,03	10,5	6,0	0,5
5	0,51	0,26	0,23	8,7	4,4	3,9
6	0,47	0,30	0,23	8,0	5,1	3,9
7	0,57833	0,29833	0,12333	9,8	5,1	2,1
8	0,57833	0,29833	0,12333	9,8	5,1	2,1
9	0,57833	0,29833	0,12333	9,8	5,1	2,1

Fonte: STAT SOFT, 1995.

$c_1 + c_2 + c_3 = 1$ ou 100%

Após a execução do experimento e a coleta de dados, fez-se o ajuste de uma equação polinomial para cada resposta, estimando-se os respectivos coeficientes. Foi utilizado o modelo canônico de Scheffé para três componentes, conforme a Equação 3.

$$Y = \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_{12} X_1 X_2 + \beta_{13} X_1 X_3 + \beta_{23} X_2 X_3 \quad (\text{Eq. 3})$$

onde Y = variável dependente, β' = parâmetro estimado para cada componente linear para a predição do modelo, X_1 = leite, X_2 = amido, X_3 = inulina.

As variáveis dependentes avaliadas foram: dureza, gomosidade, coesividade, adesividade, viscosidade máxima no aquecimento, viscosidade final e perda de peso.

Os modelos matemáticos ajustados a cada resposta foram submetidos à análise de variância (ANOVA) para avaliar a significância ($p < 0,05$), o coeficiente de variação, o coeficiente ajustado de determinação (R^2 ajustado) e a falta de ajuste. Para obtenção do planejamento experimental, análise dos dados e construção de gráficos foi utilizado o programa Statistica versão 5.1 (STAT SOFT, 1998).

4.2.4.2 Análise Sensorial – Perfil Livre

Para a análise sensorial empregou-se um planejamento de blocos incompletos balanceado para sete amostras (COCHRAN & COX, 1957). Foram realizadas sete sessões. Cada provador avaliou um bloco (três amostras) por sessão, de forma que o delineamento inteiro foi apresentado uma vez, com um total de 3 provas por amostra para cada provador. O planejamento está apresentado na Tabela 7.

Tabela 7 - Planejamento experimental utilizado na avaliação sensorial das amostras.

BLOCO	TRATAMENTOS		
(1)	1	2	4
(2)	2	3	5
(3)	3	4	6
(4)	4	5	7
(5)	5	6	1
(6)	6	7	2
(7)	7	1	3

FONTE: COCHRAN & COX, 1957

O valor de correlação estipulado para considerar o atributo significativo utilizado neste trabalho foi em torno de 0,6, para efeitos de interpretação da configuração de consenso.

A técnica estatística aplicada aos dados obtidos com o Perfil Livre foi a Análise Procrustes Generalizada (GPA), empregando o programa Senstools Versão 2.3. (OP & P PRODUCT Research, 1998).

4.2.4.3 Análise Sensorial – Teste de Aceitação

Empregou-se delineamento de blocos completos balanceados e cada provador avaliou as três amostras selecionadas.

Com os resultados, foi feita uma análise de variância (ANOVA), tendo amostras e provadores como fontes de variação, e teste de médias (Tukey, $p < 0,05$).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 PERFIL DE TEXTURA

A Figura 5 mostra os perfis de textura instrumental das sete diferentes formulações de pudins testadas neste estudo.

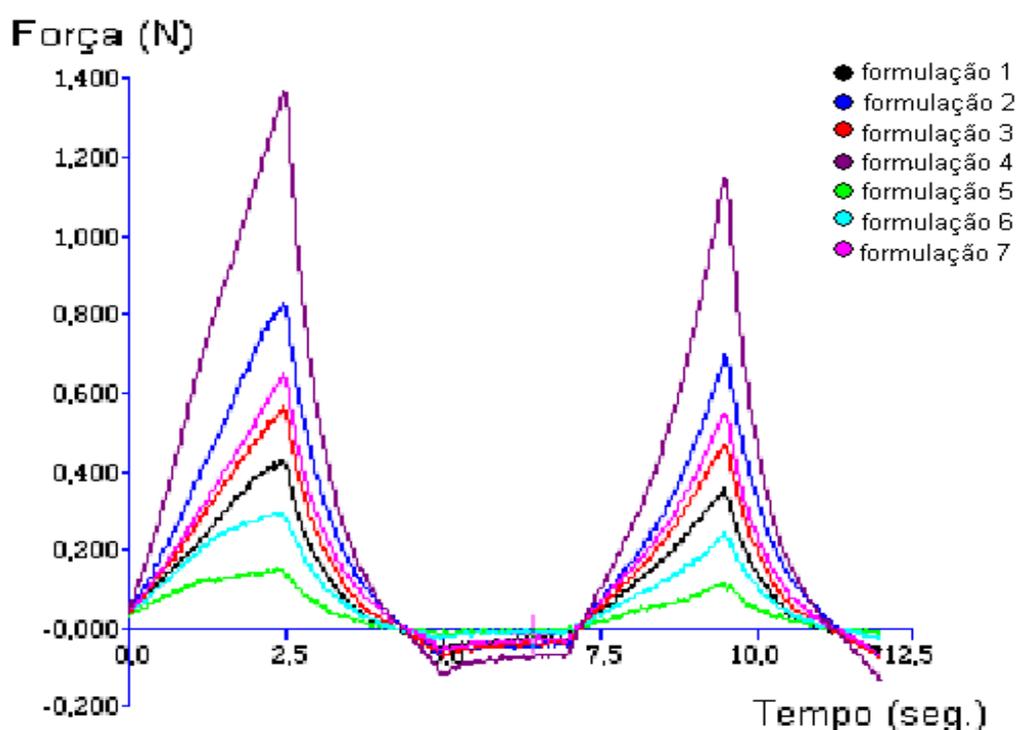


Figura 5 – Perfil de textura de pudins formulados, segundo planejamento experimental. Formulação 1: 11,9% L, 4,4% A, 0,7% I; Formulação 2: 8,0% L, 6,0% A, 3,0% I; Formulação 3: 11,9% L, 4,6% A, 0,5% I; Formulação 4: 10,5% L, 6,0% A, 0,5% I; Formulação 5: 8,7% L, 4,4% A, 3,9% I; Formulação 6: 8,0% L, 5,1% A, 3,9% I; Formulação 7: 9,8% L, 5,1% A, 2,1% I; onde L = Leite; A = amido; I = Inulina.

Pode ser verificado que todas as amostras apresentam perfil semelhante, diferindo, principalmente, em relação à força necessária para deformar o pudim. Este perfil de textura assemelha-se àquele apresentado por Oliveira (2002), em flans e pudins comerciais com açúcar e dietéticos. No entanto, os valores descritos para as propriedades de textura são, na maioria, menores que os encontrados nesse trabalho. Os pudins com maiores porcentagens de amido (formulações 4 e 2, com 6%) foram aqueles com maiores valores para força máxima (dureza). As formulações 7, 3 e 1 também se mostraram dependentes da concentração deste ingrediente (5,1, 4,6 e 4,4%, respectivamente), pois, quanto maior a quantidade de amido, maior foi a força necessária para romper a estrutura do gel.

Braga Neto (1999) encontrou relações descritivas entre pares de variáveis de composição e de textura, como amido (%) e dureza (N). O autor verificou que acima de 4,3% de amido a relação é linear e dependente da concentração. Dessa forma, pode se fazer uma relação com os dados deste estudo, onde as concentrações de amido variaram de 4,4 a 6,0%. Segundo Brennan, Kuri & Tudorica (2004), a firmeza pode estar relacionada com a hidratação dos grânulos de amido durante o processo de cozimento e sua conseqüente gelatinização. A maior quantidade de grânulos de amido em dispersão, havendo disponibilidade de água suficiente, faz com que haja maior inchamento, maior contato entre as partículas, refletindo-se em maior força necessária para romper a estrutura formada na gelatinização.

Já a menor força necessária para deformar o pudim encontrou-se naquelas formulações (5 e 6) com maiores quantidades de inulina (3,9%). Este ingrediente possui grande afinidade pela água, podendo reduzir a disponibilidade desta para gelatinização do amido (BRENNAN, KURI & TUDORICA, 2004) ou, ainda, estar agindo como

diluyente, fazendo com que haja menor contato entre os grânulos (ZIMERI & KOKINI, 2003).

Relações entre inulina e dureza também são descritas por Brennan, Kuri & Tudorica (2004). Avaliando o efeito de sua adição nas propriedades texturais de macarrão, encontraram que há uma tendência de diminuição da dureza quando aumenta a concentração. Então, a diminuição da disponibilidade de água e, conseqüentemente, do índice de inchamento dos grânulos, devido à presença de inulina, podem estar associados com uma menor gelatinização, menor contato entre partículas e menor força necessária para penetrar no gel. Isto pode se refletir na redução da digestibilidade, também, assim como do índice glicêmico (BRENNAN, KURI & TUDORICA, 2004).

A Tabela 8 mostra os valores médios das propriedades de textura dos pudins formulados segundo o planejamento experimental.

Tabela 8 – Valores médios das propriedades de textura dos pudins formulados segundo planejamento experimental

Proporções dos Componentes			Dureza**	Gomosidade**	Coesividade**	Adesividade**
Leite	Amido	Inulina	(N)	(N)	(Adimensional)	(N.s)
0,70	0,26	0,04	0,40 ($\pm 0,01$)	0,27 ($\pm 0,01$)	0,67 ($\pm 0,01$)	0,07 ($\pm 0,01$)
0,47	0,35	0,18	0,75 ($\pm 0,05$)	0,50 ($\pm 0,03$)	0,67 ($\pm 0,01$)	0,08 ($\pm 0,01$)
0,70	0,27	0,03	0,55 ($\pm 0,02$)	0,36 ($\pm 0,02$)	0,66 ($\pm 0,01$)	0,11 ($\pm 0,01$)
0,62	0,35	0,03	1,18 ($\pm 0,06$)	0,89 ($\pm 0,01$)	0,76 ($\pm 0,03$)	0,13 ($\pm 0,02$)
0,51	0,26	0,23	0,16 ($\pm 0,01$)	0,10 ($\pm 0,01$)	0,58 ($\pm 0,03$)	0,02 ($\pm 0,01$)
0,47	0,30	0,23	0,33 ($\pm 0,03$)	0,14 ($\pm 0,03$)	0,63 ($\pm 0,05$)	0,06 ($\pm 0,02$)
0,5783	0,2983	0,1233	0,59 ($\pm 0,03$)	0,39 ($\pm 0,01$)	0,67 ($\pm 0,03$)	0,09 ($\pm 0,01$)
0,5783	0,2983	0,1233	0,56 ($\pm 0,03$)	0,38 ($\pm 0,05$)	0,68 ($\pm 0,04$)	0,07 ($\pm 0,01$)
0,5783	0,2983	0,1233	0,63 ($\pm 0,02$)	0,43 ($\pm 0,04$)	0,69 ($\pm 0,04$)	0,09 ($\pm 0,01$)

** Valores entre parênteses correspondem ao desvio padrão da amostra. Médias de 2 repetições genuínas.

Os pudins obtidos, no geral, apresentaram dureza superior à descrita por Iop, Silva & Beléia (1999), que citam valores médios de 0,157N para 16 produtos comerciais brasileiros. Oliveira (2002), também avaliando pudins comerciais, obteve valores menores para todos os parâmetros de textura avaliados neste trabalho, exceto para os das formulações 5 e 6, onde se observou similaridade com os dos parâmetros dos pudins com açúcar. Estas duas formulações estão dentro dos valores ótimos de atributos texturais sugeridos por Braga Neto (1999), pesquisando a otimização de uma mistura de ingredientes para o preparo de pudins, considerando aspectos sensoriais, funcionais e de custo (dureza de 0,2 a 0,3N, coesividade de 0,55 e adesividade de 0,02N/s).

Avaliando estatisticamente, em todas as respostas de textura foi verificado que, de acordo com a análise de variância, os modelos ajustados apresentaram-se significativos ($< 0,003\%$), com coeficientes de variação menores que 17 % e coeficientes de determinação (R^2 ajustado) explicando de 81 a 95% da variação, sendo satisfatórios para prever comportamentos dos géis em outras combinações destes mesmos ingredientes. A falta de ajuste não foi significativa para nenhum dos modelos (Tabela 9).

Tabela 9 – Coeficientes de regressão linear e análise de variância dos modelos matemáticos ajustados às propriedades de textura dos pudins

Funções resposta	Propriedades de Textura ¹			
	Y ₁	Y ₂	Y ₃	Y ₄
β_1	0,491	0,341	0,672	0,089
β_2	2,163	1,602	0,892	0,206
β_3	-----	-----	0,570	-----
Significância do modelo (p)	<0,001	<0,001	<0,001	0,003
Falta de ajuste do modelo	0,196	0,090	0,225	0,424
CV (%)	10,45	13,79	4,17	16,35
Estimativa do erro padrão	0,0002	0,0002	0,00005	0,00001
R² ajustado	0,95	0,91	0,88	0,81

¹ $Y = \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3$, onde Y₁ = dureza; Y₂ = gomosidade; Y₃ = coesividade; Y₄ = adesividade; X₁ = leite; X₂ = amido de milho; X₃ = inulina
CV = coeficiente de variação, R² ajustado = coeficiente de determinação ajustado.

Na Figura 6 estão apresentadas as superfícies de resposta obtidas dos modelos experimentais ajustados aos resultados com relação aos atributos de textura. Vale ressaltar que a área entre os pontos é a que foi testada experimentalmente. Analisando os gráficos pode se observar que, à medida que aumenta a proporção de amido, aumentam a dureza, gomosidade, coesividade e adesividade. Na tabela 9 também se pode observar que a porcentagem deste componente influencia todas as propriedades de textura avaliadas, o mesmo acontecendo com o leite, enquanto a inulina afeta apenas a coesividade.

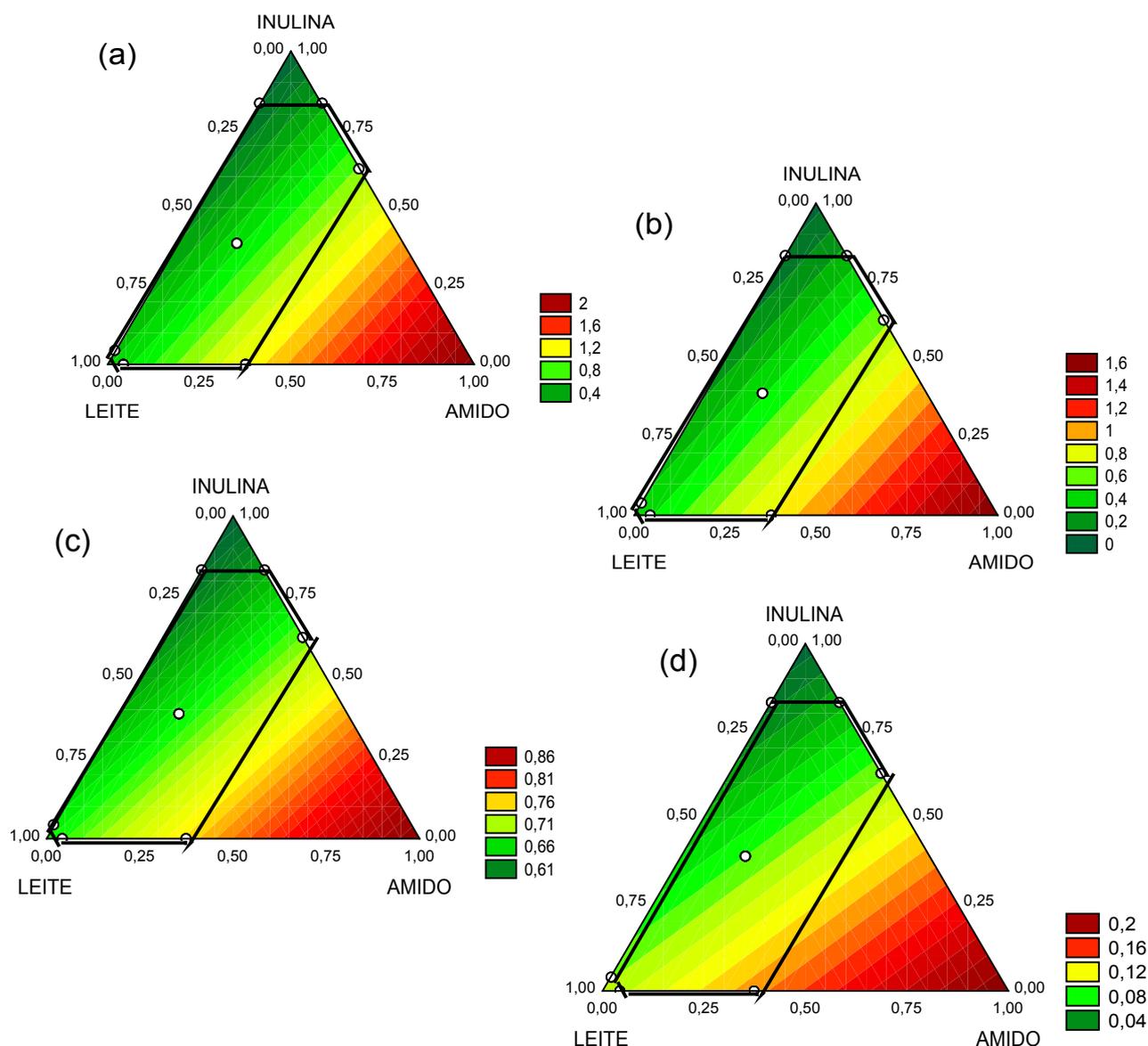


Figura 6 – Superfícies de resposta geradas pelos modelos experimentais (em termos de pseudocomponentes) das propriedades de textura dos géis: (a) dureza, (b) gomosidade, (c) coesividade e (d) adesividade. Área demarcada entre pontos demonstra região analisada experimentalmente.

Um pudim com propriedades funcionais e com valores ótimos de dureza (entre 0,2 e 0,3N, segundo BRAGA NETO, 1999), pode ser obtido com as formulações onde

há maior quantidade de inulina e, conseqüentemente, menor teor de amido e leite (Figura 6 a).

Na Figura 6 (b) verifica-se que o atributo gomosidade também é influenciado pela quantidade de amido. Esta propriedade de textura é definida como a energia necessária para desintegrar um semi-sólido até deglutição (CIVILLE & SZCZESNIAK, 1973) e é determinada pelo produto da dureza pela coesividade (BOURNE, 1978). A partir disso, pode-se dizer que os fatores que influenciam estes dois atributos estão ligados à gomosidade. A tendência à retrogradação da amilose do amido pode influenciar este atributo, ao aumentar a dureza (KARAM, 2003).

Analisando a figura 6 (c) e a Tabela 9, observa-se que, além do leite e do amido, a quantidade de inulina influencia a coesividade dos pudins. Este atributo é definido como a extensão a que um material pode ser deformado antes da ruptura (CIVILLE & SZCZESNIAK, 1973). Possivelmente, este ingrediente dificulta o rearranjo das cadeias lineares de amilose, fazendo com que as interações entre as moléculas também diminuam.

Braga Neto (1999), pesquisando as propriedades de textura para pudins comerciais, sugeriu valores ótimos de coesividade iguais a 0,55. No presente estudo, verifica-se que valores próximos ao sugeridos por este autor podem ser encontrados na região do gráfico (Figura 6 c) em que há maiores quantidades de inulina. A textura coesiva dos géis de amido pode limitar a aplicação tecnológica em alimentos onde este atributo não é desejável, como em cremes, recheios e pudins (MOORE et al., 1984 apud KARAM, 2003).

Na Figura 6 (d), visualiza-se o gráfico de adesividade, atributo definido pela energia necessária para superar força atrativas entre a superfície do alimento e outros

materiais com os quais o alimento está em contato (CIVILLE & SZCZESNIAK, 1973). Valores ótimos para adesividade de pudins, iguais a 0,02N, são sugeridos por Braga Neto (1999). Mais uma vez, analisando a Figura 6 (d), observa-se que se obtém estes valores na região onde há maior porcentagem de inulina.

5.2 PROPRIEDADES VISCOAMILOGRÁFICAS

Este estudo foi realizado visando avaliar o efeito da inulina e leite na fase de gelatinização do amido. Na Figura 7 está demonstrado o perfil viscoamilográfico das formulações de pudins testadas. A análise da figura permite verificar que todas as amostras apresentaram perfil similar, embora claras diferenças possam ser observadas entre elas, dependendo da concentração dos componentes.

Em geral, a temperatura de pasta situou-se em 75-85°C (Figura 7). Estes resultados diferem daqueles encontrados por Tárrega & Costell (2006) analisando o efeito da adição de inulina nas propriedades reológicas e sensoriais de sobremesas lácteas a base de amido. Segundo os autores, a viscosidade começou a aumentar na temperatura de inchamento do grânulo de amido de milho (65-70°C), no entanto, utilizaram amido de milho ceroso difosfatado hidroxipropilado e Analisador Rápido de Viscosidade (RVA) para verificar o perfil de viscosidade aparente.

Goel et al. (1999) relataram, ainda, que a presença de caseínas na suspensão de amido faz com que a temperatura de gelatinização diminua. Como a temperatura de pasta depende do tipo e concentração do amido e da sensibilidade do equipamento, é razoável que ocorram essas diferenças.

Ainda na Figura 7, verifica-se que a formulação 4 apresentou pico de viscosidade (± 700 UB) e maior viscosidade a quente, que podem ser atribuídos à alta porcentagem de amido (6%) presente na mistura. As demais formulações não apresentaram pico de viscosidade.

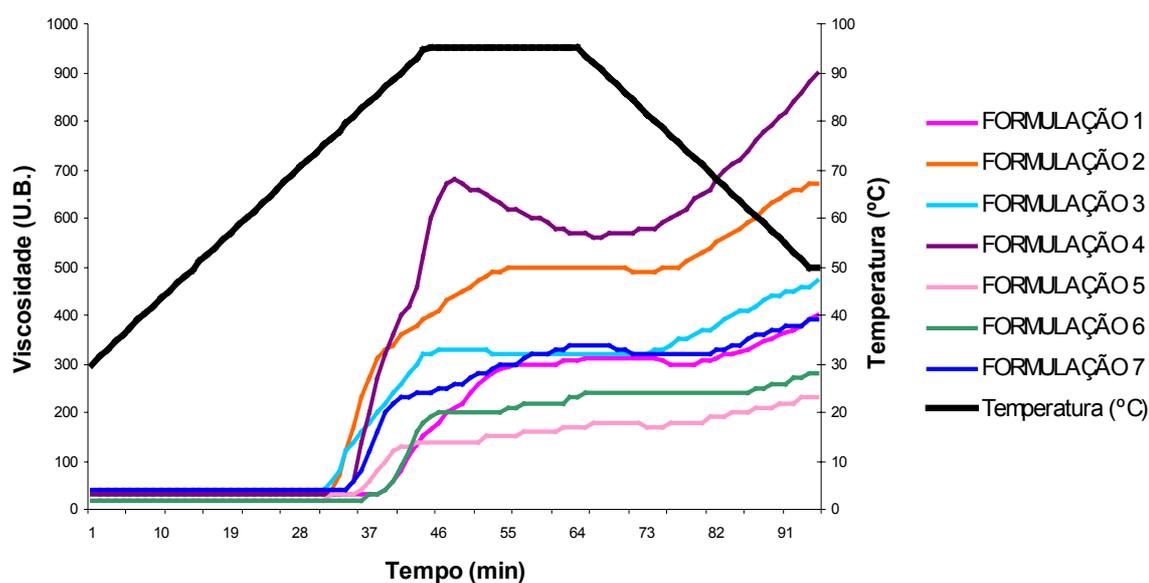


Figura 7 – Perfil viscoamilográfico das formulações de pudins com diferentes proporções de leite, amido e inulina. Formulação 1: 11,9% L, 4,4% A, 0,7% I; Formulação 2: 8,0% L, 6,0% A, 3,0% I; Formulação 3: 11,9% L, 4,6% A, 0,5% I; Formulação 4: 10,5% L, 6,0% A, 0,5% I; Formulação 5: 8,7% L, 4,4% A, 3,9% I; Formulação 6: 8,0% L, 5,1% A, 3,9% I; Formulação 7: 9,8% L, 5,1% A, 2,1% I; onde L = Leite; A = amido; I = Inulina

Maiores concentrações de amido refletem em maior fração volumétrica dos grânulos em dispersão, com conseqüente aumento da viscosidade (TÁRREGA & COSTELL, 2006). O aumento é ainda mais pronunciado nos casos em que existe mais água disponível para inchamento, o que ocorre com menores concentrações de inulina

(formulação 4, por exemplo), pois esta possui afinidade pela água preferencialmente ao amido (BRENNAN, KURI & TUDORICA, 2004).

As diferenças de composição entre as formulações 4 e 2 encontram-se nas proporções de leite (10,5 e 8,0%, respectivamente) e de inulina (0,5 e 3,0%, respectivamente), podendo explicar as diferenças nos valores de viscosidade, mesmo as duas amostras contendo 6% de amido (Figura 7).

A maior proporção entre inulina e amido (0,5:1) verificada na formulação 2, leva a observar que, neste caso, a inulina pode estar agindo como diluente, diminuindo o contato entre os grânulos (ZIMERI & KOKINI, 2003) ou pode estar limitando a quantidade de água disponível para a gelatinização (BRENNAN, KURI & TUDORICA, 2004), diminuindo a viscosidade.

Por outro lado, na formulação 4, os componentes do leite podem estar interagindo com as moléculas de amido (GOEL et al., 1999). O leite aumenta a resistência dos grânulos de amido, aumentando sua viscosidade aparente (TÁRREGA & COSTELL, 2006).

No ciclo de resfriamento das pastas (Figura 7) foi observado que a viscosidade aumentou sugerindo uma tendência ao alinhamento das cadeias de amilose nestas condições (KARAM, 2003).

Os resultados de viscosidade máxima no aquecimento e viscosidade final são mostrados na Tabela 10 e a análise estatística na Tabela 11.

Tabela 10 – Valores de viscosidade máxima no aquecimento e viscosidade final de pastas contendo misturas de leite, amido e inulina, nas proporções do planejamento experimental

Proporções dos Ingredientes			Viscosidade Máxima no aquecimento (U.B.)	Viscosidade Final (U.B.)
Leite	Amido	Inulina		
0,70	0,26	0,04	305	400
0,47	0,35	0,18	500	670
0,70	0,27	0,03	330	470
0,62	0,35	0,03	680	900
0,51	0,26	0,23	170	230
0,47	0,30	0,23	230	280
0,57833	0,29833	0,12333	340	390

Avaliando estatisticamente, foi observado que, de acordo com a análise de variância, os modelos ajustados para viscosidade máxima no aquecimento e viscosidade final apresentam-se significativos ($p = 0,001$ e $0,004\%$, respectivamente), com coeficientes de variação menores que 13% e coeficientes de determinação (R^2 ajustado) explicando 95 e 91% da variação, respectivamente (Tabela 11). A falta de ajuste não pôde ser testada, visto que não havia graus de liberdade suficientes. Desta forma, estes modelos podem ser aplicados apenas como indicativos da tendência das respostas.

Tabela 11 – Coeficientes de regressão e análise de variância dos modelos ajustados à viscosidade máxima no aquecimento e viscosidade final das pastas contendo misturas de amido, leite e inulina

Funções resposta	Viscosidade Máxima no Aquecimento	Viscosidade Final (a 50°C)
β_1	312,76	418,71
β_2	1206,46	1585,57
β_3	---	---
Significância do modelo (p)	0,001	0,004
CV (%)	8,74	12,31
Estimativa do erro padrão	169,71	574,93
R² ajustado	0,95	0,91

[†] $Y = \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3$; X_1 = leite; X_2 = amido de milho; X_3 = inulina

CV = coeficiente de variação, R² ajustado = coeficiente de determinação ajustado

Analisando a Figura 8 pode se observar que há uma tendência de aumentar a viscosidade máxima no aquecimento e a viscosidade final, quando aumenta a concentração de amido. Segundo Abu-Jdayil, Mohameed & Eassa (2004) o aumento da concentração de amido causa um grande aumento na consistência da pasta, pois há maior quantidade de grânulos presentes no sistema.

Segundo os coeficientes apresentados na Tabela 11, há também a influência do leite na viscosidade. Matser & Steeneken (1997) relatam que a viscosidade de certas quantidades de amido é maior na presença de leite. Isto pode se atribuída à maior resistência dos grânulos de amido quando em sistemas amido-leite (TÁRREGA & COSTELL, 2006).

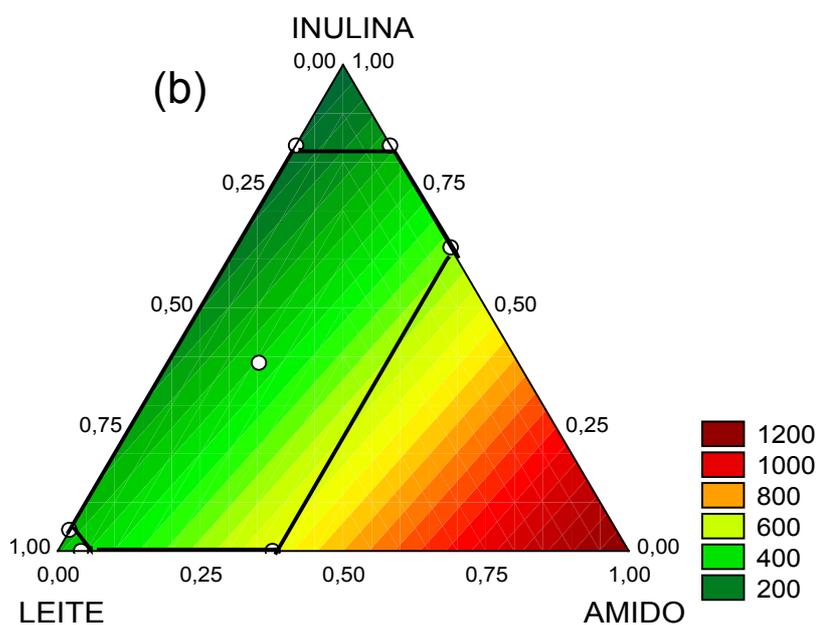
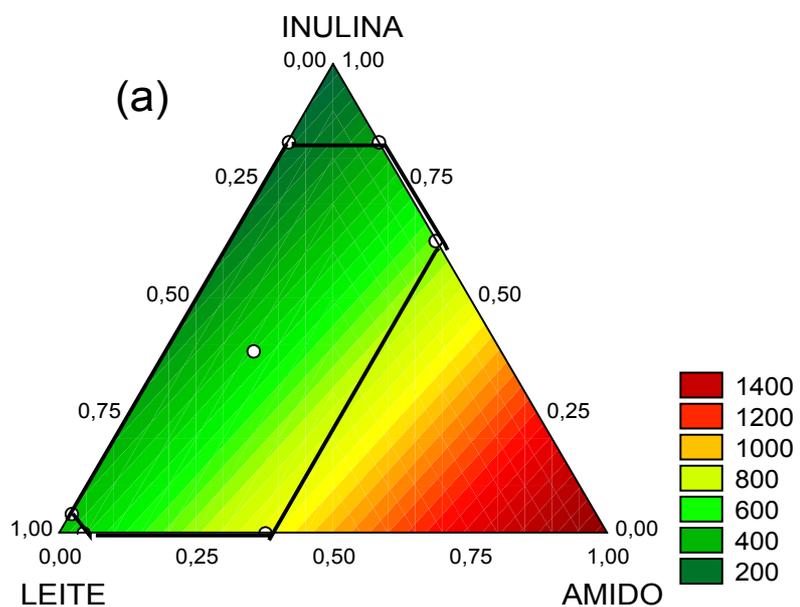


Figura 8 – Superfícies de resposta obtidas pelo modelo experimental (em termos de pseudocomponentes) para (a) viscosidade máxima no aquecimento e (b) viscosidade final. Área demarcada entre pontos demonstra região analisada experimentalmente

Goel et al. (1999) observaram que com o aumento da concentração de caseínas na mistura a viscosidade da pasta a frio aumenta. Por outro lado, o pico de viscosidade aumenta de 144 UB no amido de milho em água para 222UB quando combinado com 44,4% de caseína. Os valores correspondentes para a viscosidade da pasta a frio para amido de milho sem e com 44,4% de caseína são de 295 e 365UB, respectivamente.

A inulina, por sua vez, não foi variável significativa para os parâmetros de viscosidade (Tabela 11). A inclusão de ingredientes à suspensão de amido tem seu efeito dependente da concentração pois, em menores quantidades, a viscosidade diminui simplesmente pelo efeito diluente dos outros componentes (GOEL et al., 1999).

Para Tárrega & Costell (2006) a adição de inulina ao leite desnatado não modificou o perfil de viscosidade para amostras com 2,5 e 3,25% de amido na suspensão total. No entanto, para amostras com 4% de amido, menores valores de viscosidade aparente foram registrados quando adicionados de inulina. De acordo com Bishay (1998) isto pode ocorrer devido à maior afinidade da inulina pela água, ou seja, mais água se liga à menor e mais móvel cadeia, resultando numa menor viscosidade. Neste caso, parte da água se liga às cadeias de inulina, o inchamento dos grânulos fica limitado, o volume de partículas inchadas diminui e a viscosidade do sistema torna-se menor.

Zimeri & Kokini (2003) estudaram as propriedades reológicas de sistemas água-inulina-amido, com diferentes razões dos sólidos. Estes pesquisadores concluíram que a inulina não interage sinergicamente com o amido e que, em concentração total de polímeros menores de 20%, a inulina pode agir como diluente.

De acordo com Schaller-Povolny & Smith (2001) a similaridade de respostas entre géis com gordura e aqueles com leite desnatado adicionados de inulina pode ser devida à habilidade desta em ligar moléculas de água e a uma possível interação entre algumas proteínas do leite e a inulina. Esta interação pode aumentar o peso molecular da fração de proteínas do leite, aumentando a viscosidade da fase contínua.

Assim como na pesquisa de Tárrega & Costell (2006), no presente estudo deve se levar em consideração que as diferenças na estrutura e propriedades das pastas podem ser atribuídas, entre outras, à presença de caseínas, proteínas do soro e outros componentes do leite e também à sacarose (10%) adicionada. Apesar disso, os diferentes efeitos da inulina, nas diferentes concentrações desta e dos outros componentes podem ser atribuídos tanto à sua ação diluente, como a sua afinidade pela água.

5.3 PERDA DE MASSA – RETROGRADAÇÃO DO GEL

A Tabela 12 mostra os valores médios de perda de massa (peso) durante a estocagem sob refrigeração, por 7 dias, dos géis de misturas de leite, amido e inulina, nas proporções do planejamento experimental empregado. Pode ser verificado que as formulações 5 e 6, que continham o maior teor de inulina (correspondente a 3,9% m/m do total) tiveram maior perda de massa durante a estocagem.

Tabela 12 – Valores médios de perda de massa (retrogradação do gel), durante a estocagem, em géis contendo misturas de leite, amido e inulina, nas proporções do delineamento experimental

Proporções dos Ingredientes			Perda de Peso ¹
Leite	Amido	Inulina	(%)
0,70	0,26	0,04	10,9 (±3,0)
0,47	0,35	0,18	13,8 (±4,9)
0,70	0,27	0,03	6,7 (±0,2)
0,62	0,35	0,03	9,7 (±0,5)
0,51	0,26	0,23	26,7 (±4,3)
0,47	0,30	0,23	20,6 (±2,0)
0,57833	0,29833	0,12333	12,0 (±0,9)
0,57833	0,29833	0,12333	12,8 (±0,9)
0,57833	0,29833	0,12333	14,6 (±3,0)

¹ Após sete dias de estocagem a 4°C. Valores entre parênteses correspondem ao desvio padrão da amostra.

Karam (2003) verificou que um gel de amido de milho (6%, em base seca) apresentou 11,5% de redução na massa após 7 dias a 4 °C, devido à liberação de água de sua estrutura. No presente estudo, as formulações com a mesma concentração de amido apresentaram 13,8 e 6,7% de perda de massa (formulações 2 e 4, respectivamente). Há claras diferenças entre as composições das formulações e entre estas com a testada por Karam (2003) que continha apenas amido e água. A formulação 2 possui 3% de inulina em sua composição, tendo ligações mais móveis com a água (BISHAY, 1998) e a formulação 4 possui 10,5% de leite, o que pode conferir maior resistência à gelatinização do grânulo de amido (MATSER & STEENEKEN, 1997) e, ainda, possui pouca concentração de inulina.

Relata-se que o amido de milho possui grande tendência à retrogradação (KARAM, 2003), atribuída, principalmente, à fração de amilose (SWINKLES, 1992 apud ELLIS, 1998).

Avaliando estatisticamente, foi observado que, de acordo com a análise de variância, o modelo ajustado apresenta-se significativo ($p < 0,001$), com coeficiente de variação de 21,73% e coeficiente de determinação (R^2 ajustado) explicando 82% da variação. A falta de ajuste não foi significativa ($p < 0,10$), permitindo seu emprego para fins preditivos (Tabela 13).

Analisando a Tabela 13, observa-se que, além dos efeitos lineares do amido e da inulina influenciarem a sinérese, esta foi afetada, também, pela interação antagônica entre estes dois componentes da mistura. Bishay (1998) já tinha observado este mesmo efeito para a viscosidade.

Tabela 13 – Coeficientes de regressão e análise de variância do modelo ajustado à sinérese dos géis contendo misturas de amido, leite e inulina

Funções resposta	Sinérese¹
β_1	8,754
β_2	-----
β_3	30,837
β_{23}	-96,247
Significância do modelo (p)	0,014
Falta de ajuste do modelo	0,275
CV (%)	21,73
Estimativa do erro padrão	0,61
R^2 ajustado	0,93

¹ $Y = \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_{23} X_2 X_3$; X_1 = leite; X_2 = amido de milho; X_3 = inulina; $p < 0,10$
CV = coeficiente de variação, R^2 ajustado = coeficiente de determinação ajustado

Na Figura 9 está demonstrada a superfície de resposta gerada pelo modelo ajustado com relação à sinérese, onde se verifica que esta propriedade aumenta com maiores quantidades de inulina. Bishay (1998) relata que a água tem maior afinidade com a inulina do que com o amido. Segundo este autor, a água que está ligada à cadeia de inulina está mais móvel que quando ligada ao amido, devido às moléculas da inulina serem menores e mais móveis.

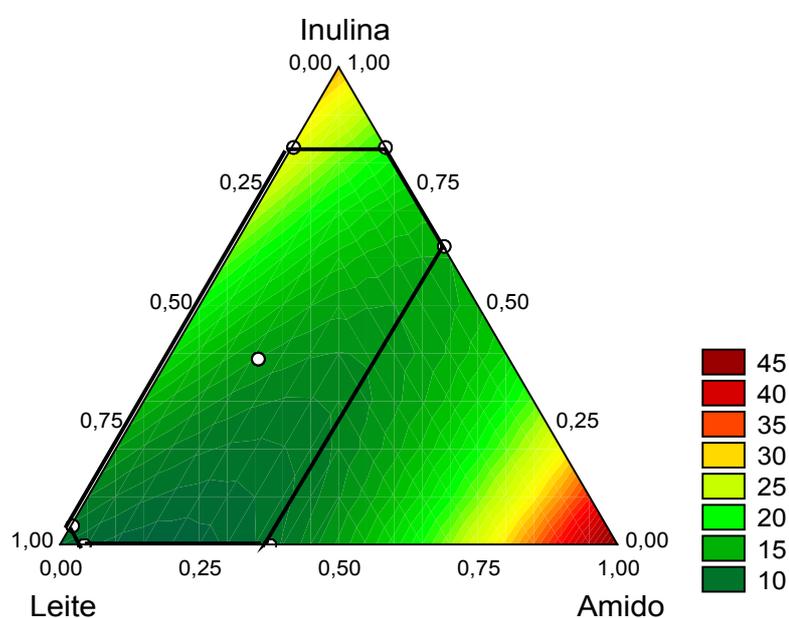


Figura 9 – Sinérese dos géis (% de perda de peso) em função dos teores de amido, inulina e leite na mistura (em termos de pseudocomponentes). Área demarcada entre os pontos demonstra região analisada experimentalmente

Com o resfriamento, as pastas de amido formam géis viscoelásticos, firmes e/ou rígidos, devido à condição metastável do gel, à falta de equilíbrio do sistema e às mudanças estruturais que ocorreram com o amido durante a estocagem, como o

desenvolvimento de zonas de associação entre as moléculas de amido (ZHENG & SOSULSKI, 1998).

Segundo Leach (1964) vários são os fatores que influenciam a retrogradação como: concentração de amilose, comprimento das moléculas de amilose e o estado de dispersão das cadeias lineares. O amido de milho contém, aproximadamente, 25% de amilose e 75% de amilopectina (KARAM, 2003).

De acordo com Wistler (1953) um dos fatores que afetam a retrogradação em sistemas amido-água é o comportamento da cadeia, parecendo existir um ótimo para a retrogradação, pois as moléculas muito pequenas não se associam completamente e as moléculas maiores possuem dificuldade para se alinhar com suas vizinhas pela sua longa estrutura.

Nayouf, Loisel & Doublier (2003) observaram que em sistema diluído, o volume de partículas inchadas é menor e quase não há contato entre os grânulos de amido. Após 24 horas de armazenagem sob refrigeração, de géis com baixa concentração de amido, foi observada sinérese. Similar efeito foi observado por Zimeri & Kokini (2003) em sistema inulina- amido de milho ceroso, para amostras em que a concentração de amido foi menor que a concentração crítica. No presente estudo a diluição se dá pela presença de outros componentes (leite e inulina). A ocorrência de sinérese é um fenômeno que afeta negativamente a qualidade de pudins e, assim, é determinante para a escolha de uma formulação.

5.4 ANÁLISE SENSORIAL

5.4.1 Perfil Livre

5.4.1.1 Levantamento de Atributos

Os quatorze provadores levantaram diferentes atributos (variando em número de sete a dezessete) para caracterização da aparência, aroma, sabor e textura das amostras (Anexo 1).

Na análise sensorial de Perfil Livre há a liberdade para utilizar atributos na quantidade que se deseja e, além disso, com definições descritas pelo próprio provador. No entanto, verificou-se que as definições, muitas vezes, coincidiram ou eram bastante similares (Anexo 2).

5.4.1.2 Avaliação da Desempenho dos Provadores

Para a avaliação do comportamento da equipe, foi feita uma análise dos dados dos 14 provadores a partir das duas primeiras dimensões, responsáveis por 40% da explicação da variabilidade (Figura 10).

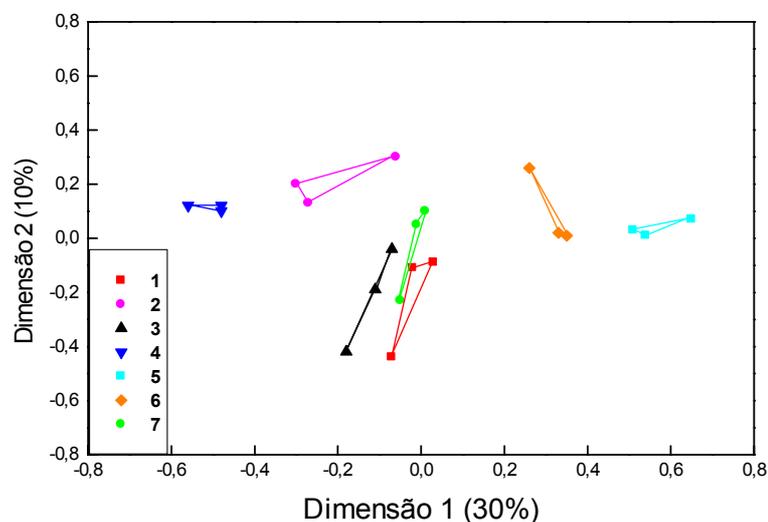


Figura 10 – Configuração de consenso das amostras para a equipe de 14 provadores. Os números na legenda indicam as diferentes formulações

Na Figura 10, as amostras são representadas por triângulos com diferentes cores e números, que indicam as diferentes formulações de pudins. Encontra-se também representada a repetibilidade das amostras, que é dada pela distância entre os vértices do triângulo. Desta forma, quanto maior a distância entre os vértices, menor a repetibilidade.

A configuração geral dos provadores (Figura 11), as porcentagens de variância residual (Figura 12) e as configurações de amostra para cada provador foram utilizadas para avaliar a eficiência da equipe (repetibilidade e poder de discriminação).

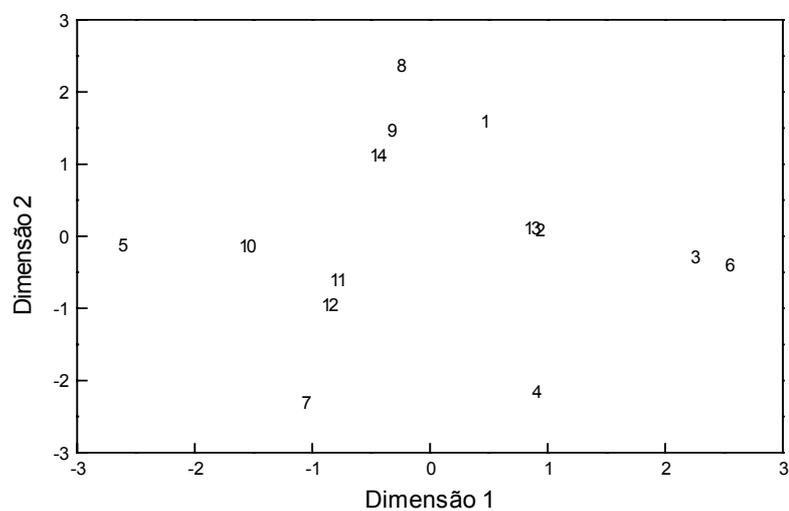


Figura 11 – Configuração geral da equipe de 14 provedores.

A configuração geral da equipe não mostrou comportamentos muito diferenciados, sendo que estão distribuídos uniformemente (Figura 11). Verificou-se que os provedores 5, 8 e 11 demonstraram maiores porcentagens de variância residual (Figura 12), a qual está associada a diferenças entre a configuração individual e a configuração de consenso de amostras (DAMÁSIO, 1999).

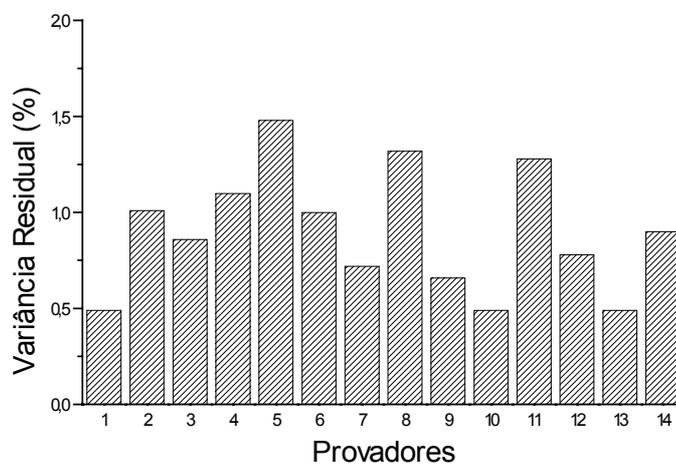


Figura 12 – Distribuição da variância residual dos provedores

A repetibilidade pode ser verificada a partir das configurações das amostras de cada provedor, assim como o quanto sua percepção difere do consenso. Na Figura 13 (A e B) observa-se que os provedores 11 e 12 tiveram um comportamento diferente do restante da equipe. Estes provedores, ainda, não conseguiram discriminar as amostras, apresentaram baixa repetibilidade (verificada pela distância entre os vértices dos triângulos) e diferiram da configuração do gráfico de consenso (Figura 10). Pela configuração individual foi verificado que não houve discriminação adequada das amostras, sendo, nesse caso, um fator determinante para a decisão de excluir ou não provedores da configuração de consenso final.

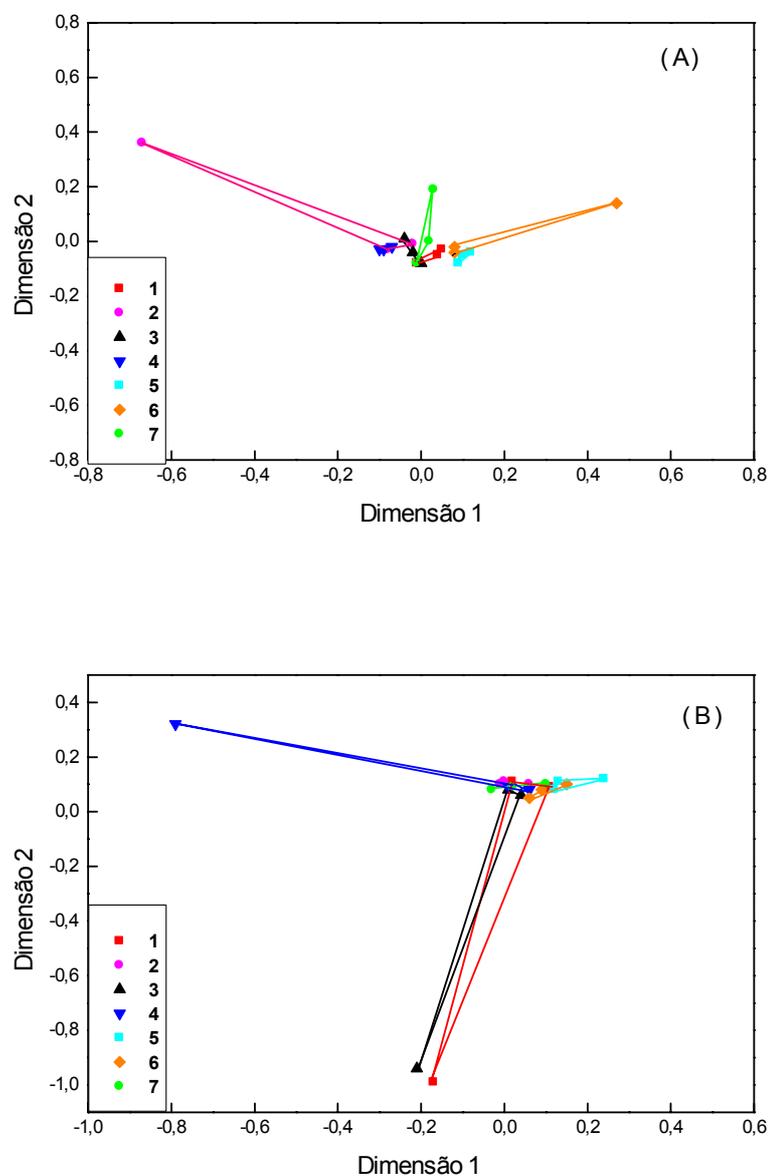


Figura 13 – Configuração das amostras para os provadores 11 (A) e 12 (B). Os números na legenda indicam as diferentes formulações.

Assim, levando-se em consideração configurações individuais dos provadores 11 e 12 (Figura 13) e a alta porcentagem de variância do provador 11 (Figura 12), optou-se por eliminar os resultados destes dois provadores e reaplicar a Análise Procustes

Generalizada (GPA) ao restante dos dados da equipe. O total de variância explicada pelas duas primeiras dimensões aumentou (de 40 para 47%), sendo observada uma redução proporcional na variância do resíduo (de 19 para 13%). Quando se usa o Perfil Livre, a variabilidade explicada é, usualmente, menor do que a observada numa análise descritiva convencional, o que poderia ser atribuído ao fato dos provadores diferirem mais em seus julgamentos, por não terem sido treinados (OLIVEIRA, 2002).

A porcentagem de explicação obtida neste estudo (47% com as duas primeiras dimensões) pode ser comparada à encontrada em outros trabalhos. Usando três dimensões, Delahunty et al. (1997) obtiveram 54% de explicação para caracterização de presunto; González-Viñas et al. (2004), 33% para salsichas e Oliveira (2002), 46% para pudins e flans de chocolate comerciais. Usando duas dimensões e pesquisando géis de laranja, a explicação da variabilidade foi de 48% (DAMÁSIO, COSTELL & DURÁN, 1997) e 58% (COSTELL et al., 1995) e para queijo cheddar foi de 50% (McEWAM, MOORE & COLWILL, 1989).

5.4.1.3 Análise das Amostras

Na Figura 14 pode-se observar a configuração de consenso das amostras sem os provadores 11 e 12. A primeira dimensão, responsável por 36% da variância, pode ser explicada, principalmente, pelos atributos de textura (firmeza no corte e firmeza/consistência ou cremosidade na boca) e aparência (consistência/firmeza e cremosidade). Pode-se observar que as amostras foram bem discriminadas nessa dimensão. A segunda dimensão, responsável por 11% da variância, pode ser explicada por atributos de sabor (doce e de amido) e aparência (cor creme e brilho) sendo as

amostras em estudo caracterizadas como semelhantes em relação a estes atributos. As dimensões são explicadas pelos valores de correlação mostrados na Tabela 14.

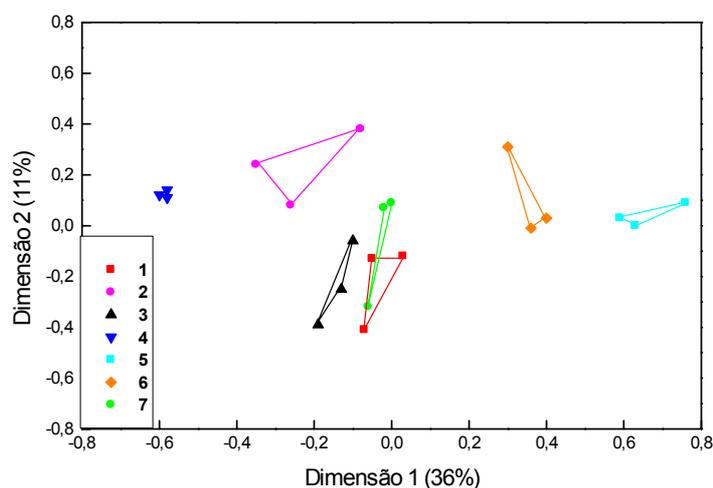


Figura 14 – Configuração consensual das amostras para a equipe sem os provadores 11 e 12. Os números na legenda indicam as diferentes formulações.

A formulação 4 (localizada na parte esquerda da Figura 14) foi considerada a amostra com maior firmeza no corte, maior firmeza/consistência ou menor cremosidade na boca, e com aparência mais firme/consistente ou menos cremosa,. Esta amostra continha 10,5% de leite, 6,0% de amido e 0,5% de inulina. Observou-se, ainda, que este pudim apresentou maior repetibilidade para a equipe (triângulo menor).

A formulação 5, localizada à direita na Figura 14, foi considerada a amostra com menor firmeza no corte, menor firmeza/consistência ou maior cremosidade na boca e com aparência de creme (menor firmeza/consistência, maior cremosidade). Este pudim possuía 8,7% de leite, 4,42% de amido e 3,9% de inulina em sua constituição.

Tabela 14 – Atributos que apresentaram maiores correlações com as duas primeiras dimensões para cada provador

Provador	Dimensão 1*	Dimensão 2*
1	Consistência (-0,86) Firmeza corte (-0,9) Consistência boca (-0,86)	Cor creme (-0,86)
2	Firmeza (-0,69) Firmeza corte (-0,7) Firmeza boca (-0,83)	Aroma doce (0,67) Brilho (0,58) Homogeneidade (0,6)
3	Aroma azedo (-0,75) Bolhas de ar (0,62) Firmeza corte (-0,61) Consistência boca (-0,57)	Firmeza corte (0,62) Consistência boca (0,55)
4	Firmeza corte (-0,78) Firmeza boca (-0,92)	Sabor de amido (-0,57) Sabor residual (-0,68) Aspereza na boca (-0,58)
5	Firmeza (-0,8) Firmeza corte (-0,81) Firmeza boca (-0,82)	Brilho (0,6) Superfície lisa (0,67)
6	Creiosidade (0,78) Firmeza corte (-0,77) Consistência boca (0,77)	Sabor doce (-0,66)
7	Firmeza corte (-0,85) Creiosidade na boca (0,86)	Sabor doce (-0,44) Sabor de amido (0,48)
8	Firmeza corte (-0,93) Creiosidade (0,93)	Aroma de baunilha (-0,6) Sinerese (0,5) Sabor de amido (-0,46)
9	Consistência (-0,84) Firmeza corte (-0,77) Firmeza boca (-0,88)	Cor amarelada (-0,52) Brilho (-0,41)
10	Firmeza corte (-0,88) Consistência boca (-0,9)	Aroma de baunilha (-0,6) Aroma doce (-0,62) Sabor doce (-0,59)
13	Consistência (0,82) Firmeza corte (-0,85) Consistência boca (-0,89)	Aroma não característico (-0,77) Sabor de leite (-0,57)
14	Sinerese (0,87) Firmeza corte (-0,92) Consistência boca (0,87)	Cor creme (-0,52)

*Números entre parêntesis referem-se a coeficiente de correlação

As amostras com mais inulina (6 e 5) foram alocadas à direita. Para o mesmo teor de inulina (3,9%) a redução na porcentagem de amido (de 5,1% na amostra 6 para 4,4% na mostra 5) tornou esta amostra mais cremosa. Além da proporção de amido influenciar na firmeza do pudim (BRAGA NETO, 1999) a diminuição da relação

amido/inulina, pode sugerir que a inulina está agindo como diluente, por não interagir sinergicamente com o amido (ZIMERI & KOKINI, 2003). Por outro lado, as amostras com mais amido (4 e 2) foram alocadas à esquerda. Quanto mais baixo o teor de inulina (de 3,0% na amostra 4 para 0,5% na mostra 2), para a mesma concentração de amido (6%), a amostra foi descrita como mais firme ao corte.

As formulações 1 e 3 foram alocadas próximas uma da outra e no centro, sendo que possuem composições muito parecidas (11,9% de leite para as duas; 4,4 e 4,6% de amido e 0,7 e 0,5% de inulina, respectivamente). Este resultado pode indicar que a equipe de provadores, apesar de não ser treinada, foi capaz de caracterizar e discriminar as amostras, principalmente nos atributos relacionados à textura.

Em termos de textura, pode-se fazer uma comparação entre os dados instrumentais e sensoriais obtidos neste trabalho. Comparando-se os resultados obtidos na análise instrumental de textura (Tabela 8) e a configuração de consenso final na análise sensorial (Figura 14), pode-se observar que os provadores discriminaram as amostras em relação à propriedade de dureza, principalmente.

As formulações 4 e 2 localizadas à esquerda da figura, tiveram maiores valores de dureza e gomosidade nas análises instrumentais, enquanto que as formulações 5 e 6, à direita na figura, tiveram menores valores para estas propriedades. As amostras 1, 3 e 7 demonstraram comportamento intermediário em ambas as análises, instrumental e sensorial.

Analisando ainda a Figura 14, pode-se observar uma tendência dos provadores em diferenciar as amostras 1, 3 e 7, do restante das amostras, em relação aos sabores doce e de amido. No entanto, percebe-se que pode ter havido uma influência da textura no julgamento destes atributos, pois estas amostras encontram-se como intermediárias

entre as formulações mais firmes (4 e 2) e as mais cremosas (5 e 6). Weenen et al. (2005) observaram que quando sobremesas de baunilha foram avaliadas usando prendedores de nariz diminuiu a percepção da cremosidade, indicando a contribuição positiva de certos flavors à percepção de textura.

Tárrega & Costell (2006) avaliaram o efeito da adição de inulina sobre as propriedades sensoriais de sobremesas lácteas a base de amido. Comparando amostras preparadas com leite desnatado, foi verificado que a adição de 6% de inulina aumentou a consistência e a doçura para amostras com 2,5 e 3,25% de amido. No entanto, para 4%, nenhum efeito foi observado, mostrando-se as propriedades dependentes da concentração de amido. No presente estudo não foi possível verificar as relações entre concentração de amido e atributos de sabor e aroma.

5.4.2 Avaliação da Aceitação das Amostras

A equipe da análise foi composta por 39 provadores, 59% do sexo feminino e 41% do sexo masculino. Em relação à faixa etária, 51,3% dos provadores estavam entre 15 e 25 anos e 43,6% entre 25 e 35 anos, onde ainda, 76,9% eram alunos de graduação ou pós-graduação.

Os provadores gostavam do produto pudim (97,4%), assim como do sabor baunilha. A equipe apresentava também familiaridade com o produto. Em relação ao consumo de pudins ou produtos afins, 10,3% dos provadores relataram consumir frequentemente, 48,7% moderadamente, enquanto 41% consumia ocasionalmente.

Foram utilizadas três formulações para a avaliação da aceitação, selecionadas de forma que se conseguisse caracterizar os extremos de propriedades sensoriais,

baseando-se nos resultados obtidos na análise instrumental de textura e na análise sensorial descritiva de Perfil Livre. A formulação 2 foi utilizada como amostra mais firme, a formulação 3 como intermediária e a formulação 5 como amostra menos firme. A formulação 4, mesmo sendo caracterizada instrumentalmente como a mais firme entre as utilizadas, não foi selecionada para o teste de aceitação pois suas características sensoriais eram indesejáveis.

Na Tabela 15 estão apresentadas as médias de aceitação e porcentagens de aprovação, indiferença e rejeição dessas formulações.

Tabela 15 – Média de aceitação e porcentagens de aprovação, indiferença e rejeição dos produtos

Formulação	Nota*	% aprovação	% indiferença	% rejeição
2	6,0(±1,9)	62	10	28
3	6,7(±1,7)	74	13	13
5	6,6(±1,8)	77	13	10

* média de 39 provadores. Números entre parêntesis representa o desvio padrão.

% de aprovação = porcentagem de notas de 6 a 9

% de indiferença = porcentagem de notas 5

% de rejeição = porcentagem e notas 1 a 4

A análise de variância (ANOVA) foi aplicada e verificou-se que não houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre as médias das notas de aceitação dos pudins testados (Tabela 15). A formulação 5 recebeu 77% de notas entre 6 e 9, podendo-se dizer que a textura menos firme deste pudim, observada na análise instrumental de textura (Figura 5 e Tabela 8) e no Perfil Livre (Figura 14), foi bem aceita pelos provadores.

Oliveira (2002), avaliando três pudins comerciais com açúcar, obteve notas de aceitação entre 5,5 e 6,9, também não significativamente diferentes entre elas, e com porcentagens de aprovação entre 52 e 86% e, ainda com maior coesividade (0,50 a 0,65N) e menor dureza (0,09 a 0,22N) entre os testados.

Na Tabela 16 também estão apresentadas as características sensoriais mais e menos apreciadas pelos provadores. Pode ser observado que o sabor foi citado como característica mais apreciada (50, 54 e 45% das respostas para as formulações 2, 3 e 5, respectivamente). Entretanto, 48% das respostas apontaram a textura como característica menos apreciada para a formulação 2. Analisando a Tabela 15, vê-se que a maior porcentagem dos provadores (28%) rejeitaram esta formulação, enquanto que para os pudins 3 e 5 a rejeição foi de 13 e 10%, respectivamente.

Tabela 16 - Características sensoriais mais e menos apreciadas citadas pelos provadores em relação às amostras analisadas

Formulação	Característica mais apreciada	% de resposta	Característica menos apreciada	% de resposta
2	Sabor	50	Textura	48
	Textura	36	Sabor	41
	Aroma	8	Cor	11
3	Sabor	54	Sabor	55
	Textura	27	Textura	30
	Aroma	8	Cor	18
5	Sabor	45	Sabor	46
	Textura	39	Textura	37
	Aparência	7	Cor	15

Em sobremesas lácteas, a cremosidade é um importante atributo e está altamente correlacionada com a aceitação do consumidor (ELMORE et al., 1999). Tem sido considerado, também, que a cremosidade pode ser predita, com base em outros dois atributos sensoriais: consistência e maciez (KOKINI & CUSSLER, 1987). Por outro lado, de Wijk et al. (2003) e Weenen, Jellema & Wijk (2005) observaram que, em sobremesas lácteas, cremosidade é um atributo multi-modal, que pode afetar não somente atributos de textura (consistência, maciez, “fatty”, rugosidade, granulosidade), mas também alguns atributos de sabor/flavor.

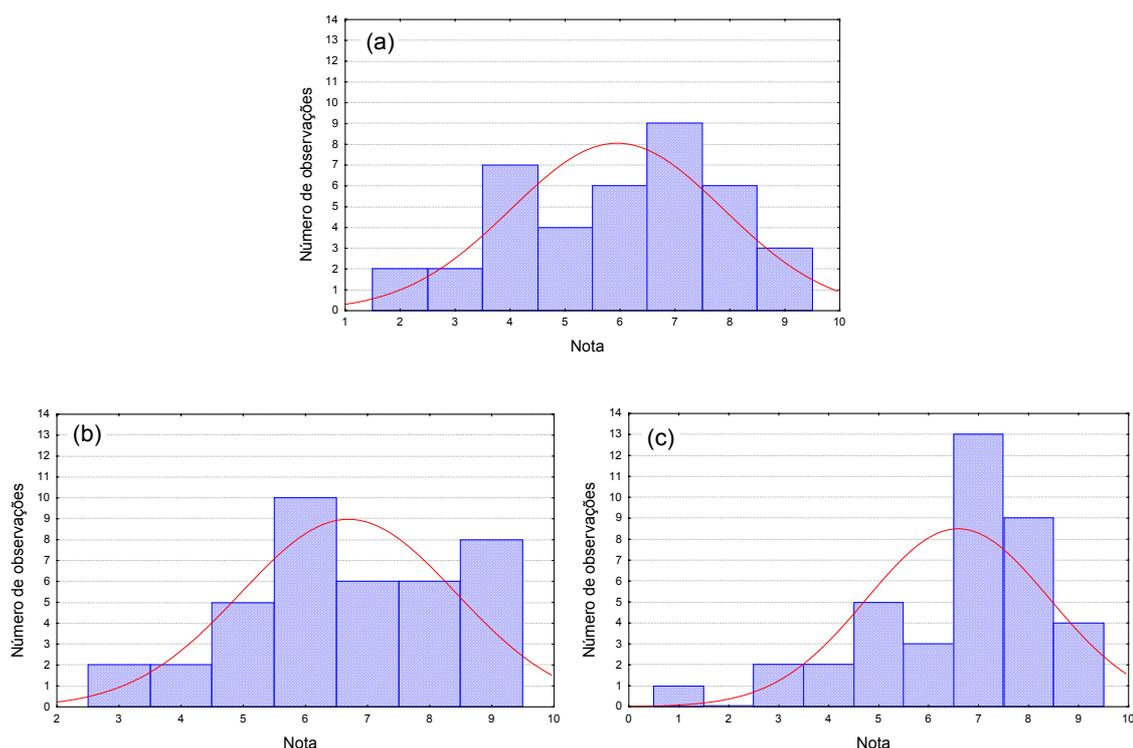


Figura 15 – Histogramas de freqüência de valores hedônicos atribuídos às formulações 2 (a), 3 (b) e 5 (c)

Analisando os histogramas de distribuição de notas da Figura 15 pode-se observar que, apesar das amostras terem apresentado uma aceitação próxima à nota 6 (não significativamente diferentes), houve perfis diferenciados, com distribuição distinta de notas. O comportamento demonstrado para a Formulação 2 se aproxima de uma distribuição em que o histograma tem dois picos (regiões de aprovação e desaprovação) separados por um vale (região de indiferença). As formulações 3 e 5 apresentaram distribuição próxima à normal.

Analisando os dados de textura instrumental (Tabela 8), com a finalidade de caracterizar as diferenças entre as amostras, verifica-se que os pudins 2, 3 e 5 possuíam, por exemplo, diferentes valores de dureza (0,745; 0,547 e 0,164N, respectivamente. Além disso, pode-se afirmar que, sensorialmente, foram bem discriminados, em termos de textura, no Perfil Livre (Figura 14).

Oliveira (2002), empregando análise de textura instrumental, observou que a dureza influenciou na aceitação dos pudins (com açúcar e dietéticos) e flans comerciais analisados. Valores muito altos (0,43N para flan) ou muito baixos de dureza (0,09N para pudim com açúcar) apresentaram menores índices de aprovação, sendo o mais aceito aquele pudim com perfil intermediário de textura.

5.5 INGESTÃO DE INULINA E OLIGOFRUTOSES

Rao et al. (2001) investigaram o efeito da ingestão de baixa dose de oligofrutose (5g/dia de RAFTILOSE[®] P95) sobre a microbiota fecal de pessoas saudáveis, dosagem que está mais próxima do viável para ingestão diária. Eles concluíram que há alteração da microbiota, mesmo com baixas doses de oligofrutose. Outros estudos têm

demonstrado que a ingestão diária de 15g de inulina resulta em um aumento significativo na quantidade de bifidobactérias no cólon, enquanto que, ao mesmo tempo, reduz a presença de bactérias menos desejáveis, como o clostrídio (ROBERFROID, 1993).

Na Tabela 17 pode ser verificada o peso (g) da inulina presente em 100g de pudim, considerada uma porção, segundo análise de rótulos para pudins presentes no mercado.

Tabela 17 – Peso (g) da inulina em 100g de pó para preparo de pudim

Formulação	Peso em 100g (g)
1	0,7
2	3,0
3	0,5
4	0,5
5	3,9
6	3,9
7	2,1

Foi estimado que norte-americanos consomem 1-4 g por dia de inulina, pela utilização de alimentos que a possuam em sua constituição, enquanto que, a média para os Europeus, é de 3-11g por dia (IZZO & NINESS, 2001).

Sendo assim, parte da ingestão diária de inulina acontece com o consumo de alimentos comuns à dieta, como cebola, alho e algumas frutas. Outra parte poderia ser ingerida pelo uso de alimentos funcionais. A adição de inulina em pudins, por exemplo,

não procura atender às necessidades diárias totais de ingestão deste ingrediente, mas sim como complementação da dieta usual.

A partir disso, pode-se dizer que o consumo de pudim com a formulação 6, por exemplo, poderia ser usado como um complemento para a dieta.

6 CONCLUSÕES

1. A inclusão da inulina em pudins mostrou-se viável tecnologicamente, uma vez que foi possível obter produtos com um teor considerável desse ingrediente (3,9%), com as características texturais encontradas em pudins comerciais (sem inulina). No entanto, seriam necessários novos testes para corrigir o aumento da sinérese, que é dependente da concentração de inulina. Isto, provavelmente, poderia ser ajustado com a introdução de gomas ou amido modificado na formulação.
2. Formulações com esse teor (3,9%) de inulina poderiam ser consideradas como alimentos funcionais, sendo que atendem à recomendação da legislação nacional, e constituiriam mais uma opção de fonte desse prebiótico.
3. Os atributos dureza, gomosidade, adesividade, e viscosidade (máxima no aquecimento e final) mostraram-se influenciados pelas concentrações de amido e leite. A presença da inulina influenciou indiretamente as características de textura, sendo que possui maior afinidade pela água em relação ao amido ou pode agir como diluente.
4. O modelo linear ajustado para coesividade e o modelo quadrático ajustado para a perda de massa mostraram-se influenciados pela concentração de leite, amido e inulina. Provavelmente a inulina aja impedindo o rearranjo das cadeias lineares. Além disso, a interação entre amido e inulina influenciou a retrogradação dos géis.
5. Os perfis de textura mostraram-se semelhantes para as sete formulações testadas no estudo, no entanto sendo necessárias diferentes intensidades de

força para deformar os pudins. O mesmo comportamento visualiza-se nas análises viscoamilográficas, resultando em diferentes viscosidades para as diferentes proporções presentes na mistura.

6. A análise de aceitação sensorial de três formulações de pudins com diferentes durezas mostrou que não houve diferença significativa, embora existissem claras diferenças nas porcentagens de aceitação e rejeição das amostras.
7. A utilização do planejamento de misturas ternárias mostrou-se uma excelente ferramenta para a realização deste tipo de estudo, possibilitando visualizar as interações entre ingredientes, quando existentes, otimizando as análises.
8. A análise descritiva de Perfil Livre mostrou-se uma ótima técnica para caracterização e discriminação das amostras, principalmente nos seus atributos de textura, sendo possível visualizar diferenças e semelhanças.

ANEXOS

Provedor	ATRIBUTOS			
	Aroma	Aparência	Sabor	Textura
1	Baunilha, Doce, Leite	Cor creme, Brilho, Consistência	Baunilha, Doce, Leite	Firmeza no corte, Consistência na boca, Homogeneidade
2	Baunilha, Doce, Amido, Leite	Cor creme, Brilho, Homogeneidade, Firmeza, Sinérese	Baunilha, Doce, Amido, Amargor residual, Leite	Firmeza no corte, Firmeza na boca, Homogeneidade
3	Baunilha, Leite, Aroma azedo	Cor creme, Brilho, Sinérese, Bolhas de ar	Baunilha, Doce, Leite	Firmeza no corte, Consistência na boca
4	Baunilha, Amido	Cor creme, Uniformidade, Bolhas de ar, Sinérese	Baunilha, Doce, Amido, Sabor residual	Firmeza no corte, Firmeza na boca, Aspereza na boca
5	Baunilha	Cor creme, Brilho, Uniformidade, Firmeza	Baunilha, Doce, Amido residual	Firmeza no corte, Firmeza na boca, Superfície lisa
6	Baunilha, Azedo	Cor amarelo claro, Brilho, Sinérese, Cremosidade	Baunilha, Doce, Adstringente, Baunilha residual	Firmeza no corte, Consistência na boca
7	Baunilha, Doce	Cor amarelo claro, Brilho, Consistência	Baunilha, Doce, Amido	Firmeza no corte, Cremosidade na boca
8	Baunilha	Cor creme, Brilho, Cremosidade, Sinérese, Bolhas de ar	Baunilha, Doce, Amido	Firmeza no corte, Cremosidade, Homogeneidade
9	Baunilha	Cor amarelo claro, Brilho, Consistência	Baunilha, Amido residual	Firmeza no corte, Consistência na boca
10	Baunilha, Doce, Amargo	Cor amarelo claro, Brilho, Homogeneidade	Baunilha, Doce, Amargo, Amargo residual	Firmeza no corte, Firmeza na boca
11	Baunilha	Cor creme, Brilho, Uniformidade	Baunilha,	Firmeza no corte, Consistência na boca
12	Baunilha, Doce, Leite	Cor creme, Bolhas de ar, Consistência, Sinérese	Baunilha, Doce, Leite	Firmeza no corte, Cremosidade na boca, Homogeneidade
13	Baunilha, Doce, Não característico	Cor amarelo claro, Brilho, Bolhas de ar, Uniformidade, Consistência	Baunilha, Doce, Amido, Leite	Firmeza no corte, Consistência na boca
14	Baunilha	Cor creme, Brilho, Homogeneidade, Sinérese	Baunilha, Doce, Amido	Firmeza no corte, Consistência na boca

Anexo 1 – Atributos levantados pelos provedores para a análise das amostras

Atributos		Definição	Provadores
Aroma	Baunilha	Intensidade de aroma de baunilha	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14
	Doce	Intensidade de aroma doce	1,2,7,10,12,13
	Leite	Intensidade de aroma de leite	1,2,3,12
	Amido	Intensidade de aroma de amido	2,4
	Azedo	Intensidade de aroma azedo	3,6
	Amargo	Intensidade de aroma amargo	10
	Não característico	Intensidade de aroma não característico	13
Aparência	Cor creme/ amarelo claro	Intensidade da cor creme/ amarela	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14
	Brilho	Intensidade de brilho (opaco/brilhante)	1,2,3,5,6,7,8,9,10,11,13,14
	Consistência	Aparência de produto firme	1,2,5,7,9,12,13,14
	Creiosidade	Aparência de produto cremoso	6, 8
	Homogeneidade/Uniformidade	Presença de grumos e/ou superfície irregular	2,4,5,10,11,13,14
	Sinérese	Presença de água/exsudato na superfície	2,3,4,6,8,12,14
	Bolhas de ar	Presença ou ausência de bolhas na superfície	3,4,8,12,13
Sabor	Doce	Intensidade do sabor doce	1,2,3,4,5,6,7,8,10,12,13,14
	Amargo	Intensidade do sabor amargo	10
	Baunilha	Intensidade do sabor de baunilha	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14
	Leite	Intensidade do sabor de leite	1,2,3,12,13
	Amido	Intensidade do sabor de amido	2,4,7,8,13,14
	Amargor residual	Intensidade do sabor amargo residual	2,10
	Adstringente	Intensidade do sabor adstringente residual	4,6
	Amido residual	Intensidade do sabor de amido residual	5,9
	Baunilha residual	Intensidade do sabor de baunilha residual	6
Textura	Firmeza no corte	Resistência ao corte com a colher	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14
	Consistência/Firmeza na boca	Firmeza do produto na boca	1,2,3,4,5,6,9,10,11,13,14
	Creiosidade (na boca)		7,8,12
	Homogeneidade	Ausência ou presença de grumos	1,2,8,12
	Aspereza na boca	Sensação "arenosa" na língua	4
	Superfície lisa	Regularidade da superfície do corte	5

Anexo 2 - Definições dos atributos melhor correlacionados com a discriminação entre as amostras

QUESTIONÁRIO PARA RECRUTAMENTO DE PROVADORES

Desejamos formar uma equipe de provadores para avaliar a qualidade de pudins sabor baunilha adicionados de inulina. Ser um provador não exigirá de você nenhuma habilidade excepcional, não tomará muito seu tempo e não envolverá nenhuma tarefa difícil. A prova será realizada no Laboratório de Análise Sensorial do TAM, leva em torno de 15 minutos e você poderá fazê-la no horário que tiver maior disponibilidade. Se tiver qualquer dúvida, ou necessitar de informações adicionais, entre em contato (luplobato@pop.com.br).

Dados Pessoais

Nome _____

Telefone para contato / e mail _____

1-Faixa etária

- () 15-25
 () 25-35
 () 35-50
 () acima de 50 anos

2- Sexo

- () masculino
 () feminino

3- Ocupação

- () aluno _____
 () funcionário _____
 () professor _____
 () outro _____

4- Escolaridade

- () 1º grau _____
 () 2º grau _____
 () 3º grau _____
 () outro _____

5. Gosta de pudim: () Sim () Não

6. Gosta do sabor baunilha: () Sim () Não

7- Frequência de Consumo de:

Pudins:

- () Nunca
 () Ocasionalmente - _____ vezes por ano
 () Moderadamente - _____ vezes por mês
 () Frequentemente - _____ vezes por semana

Produtos que costuma consumir

Anexo 3 - Ficha utilizada para caracterização dos hábitos de consumo dos provadores do Perfil Livre e Teste afetivo

CARTA DE CONSENTIMENTO

Eu, _____, R.G. _____, aceito participar do Projeto “Efeito combinado de leite, amido e inulina nas características texturais e sensoriais de pudins”, na qualidade de provador do produto. Estou informado que serão avaliados pudins sabor baunilha adicionados de inulina.

Entendo que, ao participar, estarei colaborando no desenvolvimento de uma dissertação de mestrado, e, portanto, no treinamento e formação de um profissional.

Londrina, ___ de _____ de 2005.

Anexo 4 - Carta de consentimento utilizada para provadores do teste afetivo e descritivo

Nome: _____ Data: __/__/__		
Amostras: ___ e ___		
Prove as amostras, seguindo o protocolo, e descreva suas semelhanças e diferenças em relação à aparência, aroma, sabor e textura.		
	Semelhanças	Diferenças
Aparência		
Aroma		
Sabor		
Textura		

Anexo 5 – Ficha para levantamento de atributos sensoriais

NOME: _____		AMOSTRA: _____	
APARÊNCIA			
Atributo 1	fraco		forte
	--- ----- ---		
AROMA			
Atributo 2	fraco		forte
	--- ----- ---		
SABOR			
Atributo 3	pouco intenso		muito intenso
	--- ----- ---		
Atributo 4	ausente		forte
	----- ---		
TEXTURA			
Atributo 5	pouco		muito
	--- ----- ---		

Anexo 6 - Ficha genérica para avaliação de pudins adicionados de inulina

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12806**: Definição de Textura. Rio de Janeiro, fev. 1993.

_____. **NBR 12994**: Métodos de análise sensorial dos alimentos e bebidas – classificação. Rio de Janeiro, jul. 1993.

ABU-JDAYIL, B.; MOHAMEED, H.; EASSA, A. Rheology of wheat starch-milk-sugar systems: effect of starch concentration, sugar type and concentration, and milk fat content. **Journal of Food Engineering**, v. 64, p. 207-212, 2004.

_____; _____. Rheology of starch-milk-sugar systems: effect of heating temperature. **Carbohydrate Polymers**, v.55, p.307-314, 2004b.

AHMAD, F.B.; WILLIAMS, P.A. Effect of sugars on thermal and rheological properties of sago starch. **Biopolymers**, v.50, p.401-142, 1999.

AROQ LIMITED, 2006. Global market review of functional foods – forecasts to 2010. **Aroq Limited**. Disponível em: <www.just-food.com> Acesso em março de 2006.

BARROS NETO, B.; SCARMÍNIO, I.S.; BRUNS, R.E. **Planejamento e otimização de experimentos**. Campinas: Unicamp, 1995. 299p.

BATISTA, P.; NUNES, M.C.; SOUSA, I. Physical characterization of commercial dairy desserts. In: MARTÍNEZ BOZA, F.J.; GUERRERO, A.; PARTAL, P.; FRANCO, J.M., MUÑOZ, J. **Progress in rheology theory and applications**. Sevilla: Publications Digitales, 2002. p. 449-452.

BAYARRI, S.; DURAN, L.; COSTELL, E. Compression resistance, sweetener's diffusion and sweetness of hydrocolloids gels. **International Dairy Journal**, v.13, n.8, p.643-653, 2003.

_____; _____. Influence of sweeteners on the viscoelasticity of hydrocolloids gelled systems. **Food Hydrocolloids**, v.18, n.4, p.611-619, 2004.

BCC RESEARCH. Functional foods and beverages. **BCC Research**. Disponível em: <www.bccresearch.com/editors/GA-109R.html> Acesso em março de 2006.

BEAL, A.D.; MOTTRAM, D.S. An evaluation of the aroma characteristics of malted barley by free-choice profiling. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.61, n.1, p. 17-22, 1993.

BESEMER, A.C.; van BEKKUM, H. The catalytic effect of bromide in the hypochlorite oxidation of linear dextrans and inulin. **Starch/Starke**, v.46, p.101-106, 1994.

BILIADERIS, C.G. Physical characteristics, enzymatic digestibility, and structure of chemically modified smooth pea and waxy maize starches. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.30, p.925-930, 1982.

BISHAY, I.E. Rheological characterization of inulin. In: WILLIAMS, P. A.; PHILLIPS G. O. **Gums and stabilizers for the food industry**. Cambridge: Royal Society of Chemistry, 1998, v.11, p.201-210.

BOBBIO, P.A.; BOBBIO, F.O. **Química do processamento de Alimentos**. São Paulo: Varela, 1995. 151p.

BOURNE, M.C. Texture, Viscosity, and Food. In: _____. **Food Texture and Viscosity: Concept and Measurement**. San Diego: Academic Press, 1982. p.1-23.

BOURNE, M. C. Texture Profile Analysis. **Food Technology**, v. 32, n. 7, p.62-72, 1978.

BOT, A.; ERLE, U.; VREEKER, R.; AGTEROF, W. Influence of crystallization conditions on the large deformation rheology of inulin gels. **Food Hydrocolloids**, v.18, p. 547-556, 2004.

BRAGA NETO, J.A. **Desenvolvimento de produto alimentar: uma sistematização interativa pela aplicação combinada de métodos para o planejamento, modelagem, análise e otimização de pudim**. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Londrina, Londrina. 1999. 146p.

BRASIL. Portaria SVS/MS nº27, de 13 de janeiro de 1998. Aprova o Regulamento Técnico referente à Informação Nutricional Complementar (declarações relacionadas ao conteúdo de nutrientes). **Diário Oficial da União**, Brasília, 16 de janeiro de 1998.

BRASIL. Resolução ANVS/MS nº18, de 30 de abril de 1999. Regulamento Técnico que estabelece as diretrizes básicas para análise e comprovação de propriedades funcionais e/ou de saúde alegadas em rotulagem de alimentos. Republicada no **Diário Oficial da União**, Brasília, 03 de dezembro de 1999.

BRASIL. Resolução ANVS/MS nº19, de 30 de abril de 1999. Regulamento Técnico para procedimento de registro de alimento com alegações de propriedades funcionais e/ou de saúde em sua rotulagem. Republicada no **Diário Oficial da União**, Brasília, 10 de dezembro de 1999.

BRASIL. Resolução RDC ANVS/MS nº273, de 22 de setembro de 2005. Regulamento Técnico para misturas para o preparo de alimentos e alimentos prontos para o consumo. **Diário Oficial da União**, Brasília, 23 de setembro de 2005.

BRASIL. Lista de alegações de Propriedades Funcionais e ou de Saúde, Novos Alimentos/Ingredientes, Substâncias Bioativas e Probióticos. **Diário Oficial da União**, Brasília, atualizado em 11 de janeiro de 2005.

BRASIL. Portaria SVS/MS nº398, de 30 de Abril de 1999. Regulamento técnico que estabelece as diretrizes básicas para análise e comprovação de propriedades funcionais e ou de saúde alegadas em rotulagem de alimentos. **Diário Oficial da União**, Brasília, 03 de maio de 1999.

BRENNAN, C.S.; KURI, V.; TUDORICA, C.M. Inulin-enriched pasta: effects on textural properties and starch degradation. **Food Chemistry**, v.86, p.189-193, 2004.

CALADO, V.; MONTGOMERY, D. **Planejamento de Experimentos usando o Estatística**. Rio de Janeiro: E-papers, 2003. 260p.

CASTRO, I.A. **Aplicação de proteína solúvel de soja e soro na formulação de pudins**. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 1992. 149p.

CHEN, H. Functional properties and applications of edible films made of milk proteins. **Journal of Dairy science**, v.78, n.11, p.2563-2583, 1995.

CIVILLE, A.V.; SZCZESNIAK, A.S. Guidelines to training a texture profile panel. **Journal of Texture Studies**, v. 4, p. 204-209, 1973.

CLARKE, M.A. Technological value of sucrose in food products. In: MATHLOUTHI, M.; REISER, P. **Sucrose: Properties and Applications**. London: Chapman & Hall, 1995. p. 223-247.

COCHRAN, W.G.; COX, G.M. **Experimental Design**. 2thed. New York: Wiley, 1957. p.470-476.

COOPER, P.D.; STEELE, E.J. The adjuvanticity of gamma inulin. **Immunology and Cell Biology**, v.66, p.345-352, 1988.

CORNELL, J.A. **Experiments with mixtures-designs, models and the analysis of mixture data**. 2thed. New York: Wiley, 1990. p.432.

COSTELL, E.; TRUJILLO, C.; DAMÁSIO, M.H.; DURAN, L. Texture of sweet orange gels by free-choice profiling. **Journal of Sensory Studies**, v.10, n.2, p.163-179, 1995.

DAMÁSIO, M.H.; COSTELL, E.; DURAN, L. Sensory quality of low-sugar orange gels with gellan, xanthan and locust bean gums. **Zeitschrift Fur Lebensmittel – Untersuchig Und-Forschung A-Food Research and Technology**, v. 204, n.3, p.193-198, 1997.

_____. Análise descritiva: metodologia do Perfil Livre versus metodologias tradicionais. In: ALMEIDA, T.C.A.; HOUGH, G.; DAMÁSIO, M.H.; SOILVA, M.A.A.P. **Avanços em análise sensorial**. São Paulo: Varela, 1999. p.35-48.

DE PENNA, E.W. Metodos sensoriales y sus aplicaciones. In: ALMEIDA, T.C.A.; HOUGH, G.; DAMÁSIO, M.H.; SOILVA, M.A.A.P. **Avanços em análise sensorial**. São Paulo: Varela, 1999. p.13-22.

DE WIJK, R.A.; van GEMERT, L.J.; TERPSTRA, M.E..J.; WILKINSON, C.L. Texture of semi-solids, sensory and instrumental measurements on vanilla custard desserts. **Food Quality and Preference**, v.14, p. 305-307, 2003.

DELAHUNTY, C.M., McLORD, A.; O'NEILL, E.E.; MORRISSEY, P.A. Sensory characterization of cooked hams by untrained consumers using free-choice profiling. **Food Quality and Preference**, v.8, n.5/6, p.381-388, 1997.

DELLO STAFFOLO, M.; BERTOLA, N.; MARTINO, M.; BEVILÁQUA, A. Influence of dietary fiber addition on sensory and rheological properties of yogurt. **International Dairy Journal**, v.14, p.263-268, 2004.

DEPYPERE, F.; VERBEKEN, D.; THAS, O.; DEWETTINCK, K. Mixture design approach on the dynamic rheological and uniaxial compression behaviour of milk desserts. **Food Hydrocolloids**, v.17, p.311-320, 2003.

DICKINSON, E.; GALAZKA, V.B. **Food Hydrocolloids**, v.5, p.281-296, 1991.

DIJKSTERHUIS, G.B.; GOWER, J.C. The interpretation of Generalized Procrustes Analysis and allied methods. **Food Quality and Preference**, v.3, n.1, p.67-87, 1991.

_____; PUNTER, P. Interpreting Generalized Procrustes Analysis 'analysis of variance' tables. **Food Quality and Preference**, v.2, n.3., p.255-265, 1990.

DUTCOSKY, S.D. **Análise Sensorial de Alimentos**. Curitiba: Champagnat, 1996. 123p.

_____. **Barras de cereais com alto teor de fibras prebióticas: desenvolvimento tecnológico e comprovação clínica de seus efeitos**. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2004. 135p.

_____; GROSSMANN, M.V.E.; SILVA, R.S.S.F.; WELSCH, A.K. Combined sensory optimization of a prebiotic cereal product using multicomponent mixture experiments. **Food Chemistry**, In Press, 2005.

DYSSELEER, P.; HOFFEM, P.I. An alternative dietary fibre. Properties and quantitative analysis. **European Journal of Clinical Nutrition**, v.49 (3S), S145-S152, 1995.

ELLIS, R. P. *et al.* Starch production and industrial use. **Journal Science Food Agricultural**, v. 77, p. 289-311, 1998.

ELMORE, J.R.; HEYMANN, H.; JOHNSON, J.; WEWETT, J.E. Preference mapping: Relating acceptance of creaminess to a descriptive sensory map of a semi-solid. **Food Quality and Preference**, v.10, p. 465-475, 1999.

EL-NAGAR, G.; CLOWES, G.; TUDORICA, C.M.; KURI, V.; BRENNAN, C.S. Rheological quality and stability of yog-ice cream with added inulin. **International Journal of Dairy Technology**, v.55, p. 89-93, 2002.

FERRERO, C.; MARTINO, M. N.; ZARITZKY, N. E. Effect of hydrocolloids on starch thermal transitions, as measured by DSC. **Journal of Thermal Analysis**, v. 47, p. 1247-1266, 1996.

FRANCK, A. Inulin-Type Fructans: Functional Food Ingredients. Roberfroid, M.B. **Book Review**. Ed. Wolinsky, I.; Hickson, Jr, J.F. In. CRC Press, 2005. 352p.

FULLER, R. Probiotics in man and animals. **Journal of Application Bacteriological**, v.66, p. 365-378, 1989.

GIBSON, G.R.; BEATTY, E.R.; WANG, X.; CUMMINGS, J.H. Selective stimulation of bifidobacteria in the human colon by oligofructose and inulin. **Gastroenterology**, v.108, p.975-982, 1995.

_____; ROBERFROID, M.B. Dietary modulation of the human colonic microbiota: introducing the concept of prebiotics. **Journal of Nutrition**, v.125, p, 1401-1412, 1995.

GOEL, P.K.; SINGHAL, R.S.; KULKARNI, P.R. Studies on interactions of corn starch with casein and casein hydrolysates. **Food Chemistry**, v.64, p.383-389, 1999.

GOMES, F.P. **Curso de estatística experimental**. 10.ed. Piracicaba: Nobel, 1982. 430p.

GONZÁLEZ-VINÑAS, M.A.; CABALLERO, A.B.; GALLEGO, I.; GARCÍA RUIZ. A. Evaluation of the physico-chemical, rheological and sensory characteristics of commercially available Frankfurters in Spain and consumer preferentes. **Meat Science**, v.67, p.633-641, 2004.

HARE, L.B. Mixture design applied to food formulation. **Food Technology**, v.28, n.3, p.50-62, 1974.

HEYMANN, H. A comparison of free-choice profiling and multidimensional scaling of vanilla samples. **Journal os Sensory Studies**, v.9, n.4, p. 445-453, 1994.

HOLZAPFEL, W.H.; SCHILLINGER, U. Introductions to pre- and probiotics. **Food Research international**, v.35, p.109-116, 2002.

HUE, S.H. & KIM, M.H. The moderns' health and health supplement foods. Seoul: Hongikjae. 1997.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2005. Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acessado em março de 2006.

IOP, S.C.F; SILVA, R.S.F.; BELÉIA, A.P. Formulation and evaluation of dry dessert mix containing sweetener combinations using mixture response methodology. **Food Chemistry**, v.66, p. 167-171, 1999.

IZZO, M.; NINESS, K. Formulating Nutrition Bars with Inulin and Oligofructose. **Cereal Foods World**, v.46, n.3, p.102-106, 2001.

JACKSON, K.G.; TAYLOR, G.R.J.; CLOHESSY, A.M.; WILLIAMS, C.M. The effect of the daily intake of inulin on fasting lipid, insulin and glucose concentration in middle-aged men and women. **British Journal of Nutrition**, v.82, p.23-30, 1999.

KARAM, L.B. **Propriedades funcionais de multi-misturas de amido de milho, mandioca e cará e sua relação com as características físicas e moleculares**. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2003; 133p.

KIM, Y.; FAQIH, M.N.; WANG, S.S. Factors affecting gel formation of inulin. **Carbohydrate Polymers**, v.46, p.135-145, 2001.

KOKINI, J.L.; CUSSLER, E.L. The psychophysics of fluid food texture. In: MOSKOWITZ H.R. **Food Texture: Instrumental and sensory methods**. New York: Marcel Dekker, 1987, p. 97-127.

LAWSON, M.A. Milk proteins as food ingredients. **Food Technology**, v.48, n.10, p.101, 1994.

LEACH, H. W. **Starch: chemistry and technology**. New York: Academic Press, 1964. 303p.

MARSHALL, R.J.; KIRBY, S.P.J. Sensory measurement of food texture by free-choice profiling. **Journal of sensory studies**, v.3, n.1, p.63-80, 1988.

MATSER, A.M.; STEENEKEN, P.A.M. Rheological properties of highly cross-linked waxy maize starch in aqueous suspensions of skim milk components. Effects of the concentration of starch and skim milk components. **Carbohydrate Polymers**, v.32, p.297-305, 1997.

McEWAN, J.A.; MOORE, J.D.; COLWILL, J.S. The sensory characteristics of Cheddar cheese and their relationship with acceptability. **Journal of the Society of Dairy Technology**, v. 42, n. 4, p. 112-117, 1989.

MENDOZA, E.; GARCÍA, M.L.; CASAS, C.; SELGAS, M.D. Inulin as fat substitute in low fat, dry fermented sausages. **Meat Science**, v.57, p.387-393, 2001.

MOLTENI, L. Dextran and inulin conjugates as drug carries. **Methods in Enzymology**, v.112, p.285-289, 1985.

MOORE, C.O. *et al.* Application of starches in foods. In: WHISTLER, R. L.; BEMILLER, J. N.; PASCHALL, E. F. **Starch: Chemistry and Technology**. London: Academic Press, p. 575-592, 1984.

MOSKOWITZ, H.R. Product testing and sensory evaluation of foods - Marketing and R&D Approaches. **Food and Nutrition Press**, p.605, 1983.

MUÑOZ, A.M. Analisis descriptivo. Desarrollo de descriptors. In: ALMEIDA, T.C.A.; HOUGH, G.; DAMÁSIO, M.H.; SOILVA, M.A.A.P. **Avanços em análise sensorial**. São Paulo: Varela, 1999. p.23-34.

MURRAY, J.M.; DELAHUNTY, C.M.; BAXTER, I.A. Descriptive sensory analysis: past, present and future. **Food Research International**, v.34, n.6, p.461-47, 2001.

NAYOUF, M.; LOISEL, C.; DOUBLIER, J.L. Effect of thermo-mechanical treatment on the rheological properties of crosslinked waxy corn starch. **Journal of Food Engineering**, v.59, p.209-219, 2003.

O'BRIEN, C.M.; MUELLER, A.; SCANNELL, A.G.M.; ARENDT, E.K. Evaluation of the effects of fat replacers on the quality of wheat bread. **Journal of Food Engineering**, v. 56, p. 265-267, 2003.

OLIVEIRA, A.P.V.; BENASSI, M.T. OLIVEIRA. Perfil Livre: uma opção para análise sensorial descritiva. **Revista da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 37, n. supl, p. 66-72, 2003.

_____. **Caracterização sensorial de sobremesas lácteas de chocolate empregando perfil livre e mapa de preferência interno e medidas instrumentais de cor e textura**. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2002; 134p.

OMS. Organização Mundial de Saúde, 1998. Disponível em: <www.who.int>. Acesso em outubro de 2005.

OOSTEN, B.J. Explanation for the phenomenon arising from starch-electrolyte interactions. **Starke**, v.35, p.166-169, 1983.

_____. Interaction between starch and electrolytes. **Starke**, v.42, n.9, p.327-330, 1990.

OP & P PRODUCT RESEARCH, **Senstools Versão 2.3**. Utrecht: OP & P Product Research, 1995-1998. CD room.

ORAFIT Active Food Ingredients. Raftilose GR. **Product Sheet**. Doc. A4-03*01/02, 2004.

ORAFIT Active Food Ingredients, **Active Food Scientific Monitor**. ORAFIT Newsletter, nº14, 2006.

PELEG, M. The semantics of rheology and texture. **Food Technology**, v.37, n.1, p.54-61, 1983.

PONS, M.; FISZMAN, S.M. Instrumental texture profile analysis with particular reference to gelled systems. **Journal of Texture Studies**, v.27, n.6, p. 597-624, 1996.

QUARMBY, A.R.; RATKOWSKY, D.A. Free-choice flavor and odour profiling of fish spoilage: Does it achieve its objective? **Journal of Science of food and Agriculture**, v.44, n.1 p.89-98, 1988.

RAO, V.A. The prebiotic properties of oligofructose at low intake levels. **Nutrition Research**, v.21, p.843-848, 2001.

RASCHKA, L.; DANIEL, H. Mechanisms underlying the effects of inulin-type fructans on calcium absorption in the large intestine of rats. **Bone**, v.37, p.728-735, 2005.

RAATS, M.M.; SHEPARD, SHEPHERD, R. Free-choice profiling of milks and other products prepared with milks of different fat contents. **Journal of Sensory Studies**, v.7, n.3, p.179-203, 1992.

ROBERFROID, M. Dietary fiber, inulin and oligofructose: a review comparing their physiological effects. **Critical Reviews and Nutrition**, v.33, n.2, p.103-148, 1993.

ROSENTHAL, A.J. Relation between Instrumental and Sensory Measures of Food Texture. In: _____. **Food Texture. Measurement and Perception**. Gaithersburg: Aspen Publishers, 1999. p.1-17.

ROOS, Y.H. Transitions and transformations in Food Systems. In: HELDMAN, D.R.; LUND D.B. **Handbook of Food Engineering**. New York: Marcel Dekker, 1992. p. 145-197.

RUBICO, S.M.; McDANIEL, R. Sensory evaluation of acids by free-choice profiling. **Chemical Senses**, v.17, n.3, p.273-289, 1992.

SANDHU, K. S.; SINGH, N.; KAUR, M. Characteristics of the different corn types and their grain fractions: physicochemical, thermal, morphological, and rheological properties of starches. **Journal of Food Engineering**, v.64, p.119–127, 2004.

SCHALLER-POVOLNY, L.A.; SMITH, D.E. Sensory attributes and storage life of reduced fat ice cream as related to inulin content. **Journal of Food Science**, v.64, p. 555-559, 1999.

_____; _____. Viscosity and freezing point of a reduced fat ice cream mix as related to inulin content. **Milchwissenschaft – Milk Science International**, v.56, p. 25-29, 2001.

_____; _____. Interaction of milk proteins with inulin. **Milchwissenschaft – Milk Science International**, v.57, n.9/10, p. 494-497, 2002.

SCIENTIFIC PSYCHIC. Estrutura molecular da inulina. Disponível em: www.scientificpsychic.com/fitness/inulin.gif Acesso em janeiro de 2006.

SILVA, R.F. Use of inulin as a natural texture modifier. **Cereal Foods World**, v.41, n.10, p.792-794, 1996.

SINGH, H. Heat-induced changes in casein, including interactions with whey proteins. In: FOX P.F. **Heat-induced changes in milk**. Brussels: International Dairy Federation, 1995. p. 86-104.

SLOAN, A. E. The top 10 functional food trends: the next generation. **Food Technology**, v.56, n.4, p.32-57, 2002.

SPIRO, R.G. **Advanced Prot. Chemistry**, v. 27, p.349-467, 1973.

STATISTICA V 5.0 for windows. Tulsa, OK: Statsoft Inc. Software, v.II.1995.

TÁRREGA, A.; COSTELL, E. Effect of composition on the rheological behaviour and sensory properties of semisolid dairy dessert. **Food Hydrocolloids**, In Press, 2005.

_____; _____. Effect of inulin addition on rheological and sensory properties of fat-free starch-based dairy desserts. **International Dairy Journal**, In Press, 2006.

_____; DURÁN, L.; COSTELL, E. Flow behaviour of semi-solid dairy desserts. Effect of temperature. **International Dairy Journal**, v.14, p.345-353, 2004.

_____; _____; _____. Rheological characterization of semi-solid dairy desserts. Effect of temperature. **Food Hydrocolloids**, v.19, p.133-139, 2005.

TOLSTOGUZOV, V. Thermodynamic considerations of starch functionality in foods. **Carbohydrate Polymers**, v.51, p.99-111, 2003.

VÉLEZ-RUIZ, J.F.; BARBOSA-CÁNOVAS, G.V. Rheological properties of selected dairy products. **Critical Reviews of Food Science and Nutrition**, v.37, p.311-359, 1997.

VERBEKEN, D.; BAEL, K.; THAS, O.; DEWETTINCK, K. Interactions between κ -carrageenan, milk proteins and modified starch in sterilized dairy desserts. **International Dairy Journal**, v.16, p.482-488, 2006.

_____; THAS, O.; DEWETTINCK, K. Textural properties of gelled dairy desserts containing κ -carrageenan and starch. **Food Hydrocolloids**, v.18, p.817-823, 2004.

VERRAEST, D.L.; PETERS, J.A.; KUZZE, H.C.; RAAIJMAKERS, W.C.; van BEKKUM, H. Modification of inulin with amidoxime groups and coordination with cooper (II) ions. **Carbohydrate Polymers**, v.37, p.209-214, 1998.

WALSTRA, P.; GEURTS, T.J.; NOOMEN, A.; JELLEMA, A.; Van BOEKEL, M.A.J.S. Milk Powder. In: _____. **Dairy Technology**. New York: Marcel Dekker, 1999. p.445-470.

WANG, J.; ROSELL, C.M.; BARBER, C.B. Effect of the addition of different fibres on wheat dough performance and bread quality. **Food Chemistry**, v.79, p.221-226, 2002.

WEENEN, H.; JELLEMA, R.H.; de WIJK, R.A. Sensory sub-attributes of creamy mouthfeel in commercial mayonnaises, custard desserts and sauces. **Food Quality and Preference**, v.16, p.163-170, 2005.

WILLIAMS, A.A.; ARNOLD, G.M. A comparison of the aromas of six coffees characterized by conventional profiling and similar scaling methods. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.36, n.3, p.204-214, 1985.

_____; LANGRON, S.P. The use of free-choice profiling for the evaluation of commercials ports. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.35, n.5, p.558-568, 1984.

WHISTLER, R. L. Starch retrogradation. In: RADLY, J. A. **Starch and its derivatives**, London: Chapman & Hall, 1953. p. 213.

ZHENG, G.H.; SOSULSKI, F.W. Determination of water separation from cooked starch and flour pastes after refrigeration and freeze-taw. **Journal of Food Science**, v.63, n.1, p. 134-139, 1998.

ZIEMER, C.J.; GIBSON, G.R. An overview of probiotics, prebiotics and synbiotics in the functional food concept: perspectives and future strategies. **International Dairy Journal**, v.8, p.473-479, 1998.

ZIMERI, J.E.; KOKINI, J.L. Phase transitions of inulin-waxy maize starch systems in limited moisture environments. **Carbohydrate Polymers**, v.51, p.183-190, 2003a.

_____; _____. Rheological properties of inulin-waxy maize starch systems. **Carbohydrate Polymers**, v.52, p. 67-85, 2003b.

_____; _____. Morphological characterization of the phase behavior of inulin-waxy maize starch systems in high moisture environments. **Carbohydrate Polymers**, v.52, p. 225-236, 2003c.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)