

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS

**ANÁLISE SENSORIAL DA TEXTURA E MEDIDAS DO
COMPORTAMENTO MECÂNICO DE GÉIS LÁCTEOS MISTOS DE
KAPPA-CARRAGENA E GOMA LOCUSTA.**

REGINA LÚCIA F. DE NORONHA
Engenheira de Alimentos

Prof.^a Dr.^a MARIA HELENA DAMÁSIO
Orientadora

PARECER

Este exemplar corresponde à redação final da tese defendida por REGINA LÚCIA FIRMENTO DE NORONHA e aprovada pela Comissão Julgadora em 13.12.96.

Campinas, 13 de dezembro de 1996

Maria Helena Damásio
Profa. Dra. MARIA HELENA DAMÁSIO

Presidente da Banca

Tese apresentada à Faculdade de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Campinas para obtenção do título de Mestre em Tecnologia de Alimentos.

CAMPINAS
Estado de São Paulo - Brasil
1996

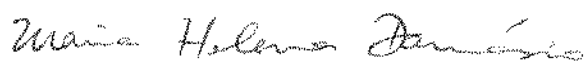
FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA F.E.A. - UNICAMP

N789a Noronha, Regina Lúcia F. de
Análise sensorial da textura e medidas do comportamento
mecânico de géis lácteos mistos de kappa-carragena e goma locusta /
Regina Lúcia F. de Noronha. -- Campinas, SP: [s.n.], 1996.

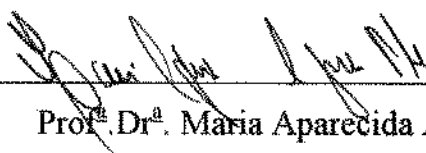
Orientador: Maria Helena Damásio
Dissertação (mestrado)-Universidade Estadual de Campinas.
Faculdade de Engenharia de Alimentos.

I. Alimentos - Textura. 2. Avaliação sensorial. 3. Leite.
4. Gomas e resinas. 5. Hidrocolóides I. Damásio, Maria Helena.
II. Universidade Estadual de Campinas.Faculdade de Engenharia
de Alimentos. III.Título.

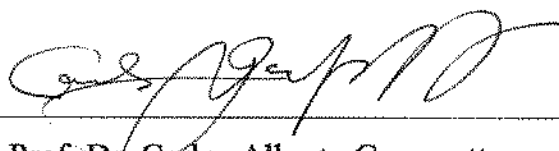
BANCA EXAMINADORA



Prof.^a.Dr.^a. Maria Helena Damásio
(orientadora)



Prof.^a.Dr.^a. Maria Aparecida A. Pereira da Silva
(membro)



Prof. Dr. Carlos Alberto Gasparetto
(membro)

Prof.^a.Dr.^a. Marisa Nazaré Hoelz Jackix
(membro)

Ao Gustavo, companheiro de todas
as horas, até sua partida
e ao Arthur, esperança de vida nova,
dedico.

AGRADECIMENTOS

À Prof^ª. Dr^ª. Maria Helena Damásio, pela dedicada orientação, incentivo, compreensão e grande amizade demonstrada durante o desenvolvimento deste trabalho.

Ao CNPQ e FAPESP, pelas bolsas concedidas.

Aos membros da banca examinadora pelas valiosas sugestões e correções.

Ao corpo docente e administrativo do Departamento de Tecnologia de Alimentos da FEA pelo carinho e compreensão.

Aos colegas da FEA pela amizade e apoio e em especial aos provadores, de fundamental importância para a realização deste trabalho.

À Sadia S. A. pela realização das medidas no Stevens LFRA.

À Márcia Pivatto pelo auxílio nas análises estatísticas.

Ao José, Davi e Regina Maria, pela ajuda na confecção dos gráficos.

À IFF, em especial a Antônio Carlos Ferreira pelo estímulo e apoio na impressão da tese.

Aos colegas Ilana Felberg, Marcelo Cristianini e Tereza Almeida pela colaboração sempre que necessária.

Ao grande amigo Ricardo Vilela pelo permanente apoio e acolhedora hospedagem em Campinas.

À todos que de alguma forma contribuíram para a realização desta tese

ÍNDICE GERAL

	Página
ÍNDICE DE TABELAS.....	i
ÍNDICE DE FIGURAS.....	iii
RESUMO.....	iv
SUMMARY.....	vi
I. INTRODUÇÃO.....	1
II. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	4
II.1. Características e Propriedades Funcionais da K-carragena e Goma Locusta.....	4
II.2. Análise Sensorial Descritiva.....	5
II.2.1. Criação e Seleção de Atributos.....	6
II.2.2. Seleção de Provadores.....	8
II.3. Análise Sensorial da Textura de Géis.....	9
II.3.1. Apresentação da Amostra.....	9
II.3.2. Metodologia do Teste e Atributos Avaliados.....	12
II.4. Medida Instrumental da Textura.....	17
III. MATERIAL E MÉTODOS.....	19
II.1. Material.....	19
III.1.1. Géis.....	19
III.1.1.1. Matéria-prima.....	19
III.1.1.2. Composição e Preparação dos Géis.....	19
III.1.2. Instrumento.....	20
III.2. Métodos.....	21
III.2.1. Métodos Sensoriais.....	21
III.2.1.1. Condições de Teste.....	21
III.2.1.2. Apresentação das Amostras.....	21
III.2.1.3. Técnica de Avaliação das Amostras.....	21
III.2.1.4. Criação dos Atributos.....	22
III.2.1.5. Seleção de Atributos e Provadores.....	22
III.2.1.6. Avaliação das Amostras.....	24

III.2.2. Métodos Instrumentais.....	24
III.2.3. Análises Estatísticas.....	26
III.2.3.1. Seleção de Atributos.....	26
III.2.3.2. Seleção de Provedores.....	27
III.2.3.3. Avaliação Sensorial e Instrumental das Amostras.....	27
III.2.3.4. Correlação Entre as Medidas Instrumentais e Sensoriais.....	27
 IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	 28
IV.1. Medida Sensorial da Textura.....	28
IV.1.1. Seleção de Atributos e Provedores.....	28
IV.1.1.1. Criação de Atributos.....	28
IV.1.1.2. Seleção de Atributos.....	28
IV.1.1.3. Seleção de Provedores.....	40
IV.1.2. Avaliação das Amostras.....	52
IV.1.2.1. Qualidade dos Resultados.....	52
IV.1.2.2. Influência da Composição de Hidrocolóides em Cada Atributo Sensorial.....	58
IV.1.2.3. Influência da Composição de Hidrocolóides na Textura dos Géis	65
IV.2. Medida Instrumental da Textura.....	70
IV.2.1. Influência da Composição de Hidrocolóides em Cada Característica Mecânica.....	70
IV.2.2. Influência da Composição de Hidrocolóides no Comportamento Mecânico dos Géis.....	75
IV.3. Correlação Entre as Medidas Instrumentais e Sensoriais de Textura dos Géis.....	80
 V. CONCLUSÕES.....	 85
 VI. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	 87

ÍNDICE DE TABELAS

	Página
II.1 Composição molecular das carragenas kappa, iota e lambda.....	4
II.2 Análise Sensorial da Textura de Géis.....	10
III.1 Composição de hidrocolóides nas amostras.....	25
IV.1a Atributos gerados pelo método “Kelly’s Repertory Grid” para a 1ª etapa: COMPRESSÃO COM COLHER.....	29
IV.1b Atributos gerados pelo método “Kelly’s Repertory Grid” para a 2ª etapa: CORTE COM COLHER.....	30
IV.1c Atributos gerados pelo método “Kelly’s Repertory Grid” para a 3ª etapa: NA BOCA....	31
IV.2 Lista de atributos obtidos na primeira seleção.....	32
IV.3 Matriz de correlações entre os 16 atributos sensoriais.....	36
IV.4 Autovalores obtidos na Análise dos Componentes Principais.....	37
IV.5 Autovetores obtidos na Análise dos Componentes Principais para os 3 primeiros componentes principais.....	38
IV.6 Resultado da Análise Discriminante por Passos.....	39
IV.7 Valores de $F_{amostras}$ e suas probabilidades da Análise de Variância de dois fatores (amostras e repetições) para cada provador, por atributo.....	42
IV.8 Valores de $F_{repetições}$ e suas probabilidades da Análise de Variância de dois fatores (amostras e repetições) para cada provador, por atributo.....	45
IV.9 MANOVA - Probabilidades (Wilk’s Lambda) da Análise de Variância Multivariada de 2 fatores (amostras e repetições) de 2 grupos de atributos: I (5 atributos) e II (6 atributos).	48
IV.10 Coeficientes de correlação entre os provadores.....	50
IV.11 Probabilidades de F das Análises de Variância de 3 fatores (amostras, provadores, repetições) com interações, considerando os 18 provadores (A) e somente os 10 selecionados (B).....	53
IV.12 Resultados da ANOVA e MANOVA de 2 fatores (%LBG e provadores) com interação, para cada atributo sensorial avaliado nas amostras de 0,15% de concentração total de hidrocolóides, <u>incluindo os resultados do provador 6</u>	54
IV.13 Resultados da ANOVA e MANOVA de 2 fatores (%LBG e provadores) com interação, para cada atributo sensorial avaliado nas amostras de 0,25% de concentração total de hidrocolóides, <u>incluindo os resultados do provador 6</u>	55

IV.14 Resultados da ANOVA e MANOVA de 2 fatores (%LBG e provadores) com interação, para cada atributo sensorial avaliado nas amostras de 0,15% de concentração total de hidrocolóides, <u>excluindo os resultados do provador 6</u>	56
IV.15 Resultados da ANOVA e MANOVA de 2 fatores (%LBG e provadores) com interação, para cada atributo sensorial avaliado nas amostras de 0,25% de concentração total de hidrocolóides, <u>excluindo os resultados do provador 6</u>	57
IV.16 Comparação entre ANOVAs com e sem o provador 6: n° de $F_{\text{provadores}}$ e $F_{\% \text{LBG} * \text{provador}}$ significativos ($p < 0,05$) e n° de probabilidades que tiveram seu valor aumentado sem o provador 6 (N°).....	58
IV.17 Médias ($\bar{x}$) e desvios-padrão (s) dos valores de cada atributo sensorial de textura, para os géis de 0,15% de concentração total de hidrocolóides.....	59
IV.18 Médias ($\bar{x}$) e desvios-padrão (s) dos valores de cada atributo sensorial de textura, para os géis de 0,25% de concentração total de hidrocolóides.....	60
IV.19 Resultados da ANOVA e MANOVA de 2 fatores (%LBG e repetições) para cada característica mecânica medida nas amostras de 0,15% de concentração total de hidrocolóides.....	71
IV.20 Resultados da ANOVA e MANOVA de 2 fatores (%LBG e repetições) para cada característica mecânica medida nas amostras de 0,25% de concentração total de hidrocolóides.....	71
IV.21 Médias ($\bar{x}$) e coeficientes de variação (CV) dos valores de cada característica mecânica, para os géis de 0,15% de concentração total de hidrocolóides.....	73
IV.22 Médias ($\bar{x}$) e coeficientes de variação (CV) dos valores de cada característica mecânica, para os géis de 0,25% de concentração total de hidrocolóides.....	73
IV.23 Matriz de correlações entre as características mecânicas e os atributos sensoriais de textura.....	81
IV.24 Equações obtidas da Análise de Regressão Múltipla, para cada atributo sensorial de textura em funções das características mecânicas.....	83

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
III.1 Ficha utilizada no método “Kelly’s Repertory Grid”.....	23
III.2 Curva típica de força -distância e parâmetros registrados para os testes de resistência à penetração com cilindro.....	26
IV.1 Definições dos atributos de textura de géis lácteos.....	33
IV.2 Ficha para análise sensorial da textura dos géis. Atributos resultantes da aplicação do método “Kelly’s Repertory Grid”.....	34
IV.3 Ficha definitiva para análise sensorial descritiva da textura dos géis.....	41
IV.4 Resultado da análise de Cluster.....	51
IV.5 Evolução do atributo sensorial <i>deformação da base</i> segundo o aumento da substituição de k-carragena por LBG. Concentração total de hidrocolóides de 0,25 e 0,15%.....	62
IV.6 Evolução dos atributos sensoriais <i>resistência à compressão até ruptura, resistência ao corte e firmeza (corte)</i> segundo o aumento da substituição de k-carragena por LBG. Concentração total de hidrocolóides de 0,25 e 0,15%.....	64
IV.7 a Evolução dos atributos sensoriais <i>comportamento ao romper (compressão), comportamento ao romper (boca) e forma dos pedaços</i> segundo o aumento da substituição de k-carragena por LBG. Concentração total de hidrocolóides de 0,25 e 0,15%.....	66
IV.7 b Evolução dos atributos sensoriais <i>características do corte, superfície cortada, rugosidade e granulidade</i> segundo o aumento da substituição de k-carragena por LBG. Concentração total de hidrocolóides de 0,25 e 0,15%.....	67
IV.8 Gráfico resultante da Análise de Componentes Principais aplicada às medidas sensoriais da textura.....	68
IV.9 Evolução da característica mecânica <i>elasticidade</i> segundo o aumento da substituição de k-carragena por LBG. Concentração total de hidrocolóides de 0,25 e 0,15%.....	74
IV.10 Evolução da característica mecânica <i>coesividade</i> segundo o aumento da substituição de k-carragena por LBG. Concentração total de hidrocolóides de 0,25 e 0,15%.....	76
IV.11 Evolução das características mecânicas <i>força máxima e rigidez</i> segundo o aumento da substituição de k-carragena por LBG. Concentração total de hidrocolóides de 0,25 e 0,15%.....	77
IV.12 Gráfico resultante da Análise de Componentes Principais aplicada às medidas instrumentais de textura.....	79

RESUMO

A influência da goma locusta (LBG) na textura de géis aquosos de k-carragena vem sendo estudada com interesse devido ao sinergismo que ocorre entre as duas gomas. A k-carragena tem especial aplicação em produtos lácteos pois seu sinergismo com a caseína permite que seja utilizada em quantidades cinco vezes menores que em géis aquosos para se obter a mesma força de gel. Sendo assim, é de grande interesse verificar como ocorre o comportamento das duas gomas em leite. Porém, nenhum trabalho deste tipo foi encontrado na literatura. Este trabalho teve como objetivo avaliar a influência da LBG na textura de géis lácteos de k-carragena através de uma análise sensorial descritiva da textura e de medidas do comportamento mecânico dos géis. Para isso foram preparadas amostras com 0,15 a 0,25% de k-carragena sendo esta substituída por LBG nas proporções de 10 a 50%. Para a análise descritiva quantitativa foi realizado o desenvolvimento de terminologia pela aplicação do método "Kelly's Repertory Grid". Como resultado, 18 provadores geraram 89 termos ao avaliar 6 pares de amostras em três etapas: compressão com colher, corte com colher e na boca. Em reuniões com a equipe foram discutidos os significados dos termos e agrupados os sinônimos, chegando-se a 16 atributos. Para seleção dos atributos foram aplicadas a Análise dos Componentes Principais e Análise Discriminante por Passos chegando-se a 11 atributos para a análise descritiva da textura dos géis. A seleção dos provadores foi feita de acordo com seu poder de discriminação e repetibilidade, com base nos resultados das Análises de Variância Univariada e Multivariada, e sua concordância com a equipe utilizando a Análise de Cluster. Esta última demonstrou ser uma eficiente ferramenta, baseando-se nos coeficientes de correlação para agrupar os provadores, chegando-se a uma equipe de 10 provadores. As medidas do comportamento mecânico dos géis foram feitas através de ensaios de penetração, com cilindro de 0,5 pol., no analisador de textura Stevens LFRA. Em trabalhos encontrados na literatura, contendo estudos similares em géis aquosos, resultados obtidos demonstraram existir um sinergismo entre LBG e k-carragena caracterizado por um aumento na força de gel e uma mudança na textura do gel, de quebradiço para elástico. Neste trabalho, em géis lácteos, este sinergismo não foi identificado, ocorrendo um decréscimo contínuo nos valores dos atributos sensoriais e características mecânicas relativos à aplicação de força. A mudança na textura, de quebradiço, rugoso para cremoso, liso, foi evidenciada tanto nos atributos sensoriais como nas características mecânicas. No estudo de correlações entre as medidas sensoriais e instrumentais da textura dos géis foi verificado através das Análises de Componentes Principais dos dois tipos de medidas, que o conjunto das características mecânicas podem estimar de um modo global os atributos sensoriais de textura das amostras. Como resultado da aplicação da

Análise de Regressão Múltipla, foram obtidas equações com altos coeficientes de determinação (entre 0,85 e 0,98), o que indica que os atributos sensoriais avaliados no presente trabalho podem ser estimados satisfatoriamente pelas características mecânicas obtidas através dos ensaios de penetração realizados no Stevens LFRA.

Palavras-chave: Análise sensorial, textura, leite, gomas, hidrocolóides

SUMMARY

The influence of locust bean gum (LBG) in the texture of water gels of k-carrageenan has been studied with great interest due to the synergism that occurs between the two gums. K-carrageenan is frequently used in milk products since its synergism with casein allows its level use to be five times less than in water gels in order to obtain the same gel strenght. Thus, it is very important to verify how the behavior of the two gums in milk occurs. However, no such study has been found in the present state of the research. The goal of this work to evaluate the influence of LBG in the texture of k-carrageenan milk gels through descriptive sensory evaluation of gels' texture and also by measurements of gels' mechanical behavior. Samples containing 0.15 to 0.25 % of k-carrageenan were prepared. K-carrageenan was replaced by LBG in proportions ranging from 10 to 50%. Kelly's Repertory Grid was applied to develop the terminology for the quantitative descriptive analysis. Eighty-nine attributes were created by eighteen judges as they evaluated six pairs of samples in three steps: compression with a spoon, cut with a spoon and oral evaluation. The meaning of each term was discussed in panel meetings and synonyms were grouped together coming down to sixteen attributes. These were further selected after the application of Principal Component Analysis and Stepwise Discriminant Analysis which lead to eleven attributes only. Judges were selected according to the results of ANOVA, MANOVA and Cluster Analysis. The latter proved to be a effective tool, based on correlation coefficients to form the clusters. The selected panel was formed by ten judges. The gels' mechanical behavior was measured through penetration tests using a 0.5' cilinder. These tests were conducted with a Stevens LFRA Texture Analyser. In previous studies concerning water gels, results proved the ocurrence of the synergism between k- carrageenan and LBG characterized by an increase of the gel strenght and by texture changing from breakable to elastic. The results of this work concerning milk showed that this synergism did not occur. This conclusion was made clear by the continuous decrease in values of both sensorial attributes and mechanic characteristics relating to force application. The change in texture - from breakable and lumpy to creamy and smooth - was made evident both in sensorial attributes and mechanic characteristics. In the correlation study, a comparison of the maps obtained from the Principal Component Analysis applied to the instrumental measurements and to sensorial attributes suggested that the mechanic characteristics could estimate sensorial attributes of gels' texture. High R square were obtained from Multiple Regression Analisys ($0.85 < R^2 < 0.88$). It indicates that the sensorial attributes of this work can be predicted from the mechanic characteristics obtained from the penetration tests in the Stevens LFRA.

Key words: Sensory evaluation, texture, milk, gums, hydrocolloids

I. INTRODUÇÃO

A utilização de gomas ou hidrocolóides já está consolidada em todos os tipos de indústrias, desde as alimentícias, farmacêuticas, cosméticas, de papel, têxteis e petrolíferas até as de biotecnologia (GLICKSMAN, 1986b).

Pelas suas propriedades de produção de viscosidade quando dispersas em água, as gomas ou hidrocolóides possuem uma variedade de funções em alimentos: são agentes ligantes, estabilizantes, gelificantes, emulsificantes e espessantes (GLICKSMAN, 1986b).

As propriedades de uma goma quando em solução podem ser frequentemente modificadas por interações com outras gomas. Estas interações modificam a funcionalidade da goma, alterando sua reologia, solubilidade, características de gelificação e reatividade. Desta forma, a utilidade das gomas em produtos alimentícios é aumentada, proporcionando maior flexibilidade de escolha para o utilizador (IGOE, 1982).

As carragenas, derivadas das algas vermelhas da família *Rhodophyceae*, são agentes gelificantes muito utilizados na indústria alimentícia brasileira. A k-carragena tem especial aplicação em produtos lácteos, pois sua reatividade com a proteína do leite permite que seja utilizada em concentrações menores que 0,2%. Isto significa que ela produz um gel lácteo a uma concentração 5 vezes menor que a necessária para formar um gel aquoso de mesma firmeza (PEDERSEN, 1980). Por isso, segundo PEDERSEN (1974), em sobremesas lácteas gelificadas a k-carragena é o agente gelificante mais econômico para obter uma determinada firmeza.

Além disso, a k-carragena apresenta um sinergismo com a goma locusta (LBG) que é marcado por um aumento na força de gel, uma mudança na textura do gel, de quebradiça para elástica, e uma redução no grau de sinerese (GLICKSMAN, 1983). Pode-se encontrar na literatura muitos trabalhos que detalham esse comportamento em sistemas aquosos (CHRISTENSEN & TRUDSOE, 1980; CARROLL et alii, 1984; FISZMAN et alii, 1987; ARNAUD et alii, 1989; DAMÁSIO et alii, 1990a,b), porém não se encontra nenhum estudo deste tipo em sistemas lácteos, onde o sinergismo da k-carragena com a LBG pode ser afetado pela sua reatividade com a caseína.

Este tipo de estudo pode ser realizado avaliando-se a textura de géis lácteos de k-carragena, com diferentes proporções de LBG, através de uma análise sensorial descritiva e de medidas do comportamento mecânico dos géis.

O principal objetivo da análise descritiva é a descrição do produto em termos dos atributos sensoriais percebidos (STONE & SIDEL, 1985). Como essas descrições são necessariamente verbais, a linguagem exerce uma função central na determinação da exatidão e utilidade da avaliação (CIVILLE & LAWLESS, 1986).

Para desenvolvimento desta linguagem, diferentes métodos podem ser utilizados: discussão aberta com o líder, descrição entrecruzada (Kelly's Repertory Grid method), associação controlada e lista prévia. Todos estes métodos resultam em grandes listas de atributos. Para selecioná-los, podem ser aplicadas técnicas estatísticas tais como: Análise de Variância (ANOVA), Análise Discriminante por Passos, Análise dos Componentes Principais, Análise Fatorial e Análise Generalizada Procrustes, entre outras (DAMÁSIO & COSTELL, 1991).

Além disso, a qualidade dos dados sensoriais está fortemente relacionada com a performance da equipe e isto depende dos métodos usados para a seleção dos provadores. Ao se selecionar provadores para um teste descritivo, além dos requisitos básicos de interesse, disponibilidade e condições fisiológicas, devem ser também considerados a habilidade de discriminar as amostras, a reprodutibilidade das respostas e a concordância entre os provadores (COSTELL et alii, 1989; DAMÁSIO & COSTELL, 1991).

Por fim, para a análise das amostras, é necessário padronizar a técnica de avaliação. Os trabalhos encontrados na literatura, mostram que a avaliação sensorial da textura de géis pode ser realizada ao COMPRIMIR a amostra entre os dedos (MUÑOZ et alii, 1986 a,b; FISZMAN e DURÁN, 1989; DAMÁSIO et alii, 1994), ao CORTAR (com colher, com faca) (DAGET e COLLYER, 1984; MUÑOZ et alii, 1986 a,b; LUNDGREEN et alii, 1986; FISZMAN e DURÁN, 1989; DAMÁSIO et alii, 1994) e na BOCA (comprimir contra o palato, manipular com a língua e deglutir) (HENRY et alii, 1971; LEVITT, 1974; SZCZESNIAK, 1975; DAGET e COLLYER, 1984; MUÑOZ et alii, 1986 a,b; LUNDGREEN et alii, 1986).

A medida do comportamento mecânico de géis pode ser realizada através de testes de penetrometria que, segundo DE MAN et alii (1975), representam um dos métodos mais utilizados

para medidas objetivas de características de textura. Entre os parâmetros retirados das curvas obtidas, a *força máxima* (ou *força de ruptura*) é o mais usado, porém alguns autores também utilizaram *coesividade*, *rigidez* e *elasticidade* (DAGET & COLLYER, 1984; DAMÁSIO et alii, 1990a).

Finalmente, deve-se sempre procurar, entre os parâmetros obtidos instrumentalmente, os que mais se correlacionam com os atributos sensoriais, pois o objetivo final deste tipo de estudo é prever a textura do produto que, por definição, é uma característica sensorial (DAMÁSIO, 1990).

Sendo assim, esta tese tem os seguintes objetivos:

1. Analisar a influência da goma locusta nas características sensoriais de textura e no comportamento mecânico de géis lácteos de k-carragena.
2. Estudar a metodologia de análise sensorial para análise descritiva da textura de géis, incluindo desenvolvimento e seleção de atributos e seleção de provadores, com ênfase na utilização de análises estatísticas.
3. Estudar a correlação entre as características mecânicas e os atributos sensoriais de textura.

II. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

II.1. Características e Propriedades Funcionais da K-carragena e Goma Locusta (LBG)

O termo “carragena” cobre uma família de polissacarídeos lineares sulfatados de D-galactose e 3,6-anidro-D-galactose (GLICKSMAN, 1983). Foi produzida comercialmente pela primeira vez em 1937, a partir da alga vermelha *Chondrus crispus*, encontrada ao longo da costa nordeste dos EUA e Canadá. Atualmente apenas as “kappa”, “lambda” e “iota” carragenas são disponíveis comercialmente (GLICKSMAN, 1986). Elas diferem estruturalmente entre si pelo seu conteúdo de 3,6-anidro-D-galactose e o número e posição de grupos sulfato (GLICKSMAN, 1983) (Tabela II.1).

Tabela II.1 Composição molecular das carragenas kappa, iota e lambda

Carragena	Composição molecular
Kappa	Alpha (1-3) D-galactose-4-sulfato
	Beta (1-4) 3,6-anidro-D-galactose
Iota	Alpha (1-3) D-galactose-4-sulfato
	Beta (1-4) 3,6-anidro-D-galactose-2-sulfato
Lambda	Alpha (1-3) D-galactose-2-sulfato
	Beta (1-4) D-galactose-2,6-disulfato

Fonte: CHRISTENSEN e TRUDSOE, 1980

A kappa e iota-carragena não são solúveis em água fria e requerem aquecimento até aproximadamente 70°C para serem completamente solubilizadas. Na presença de cátions a kappa-carragena forma um gel quebradiço, caracterizado por sinerese enquanto a iota-carragena forma um gel elástico e sem sinerese. A lambda-carragena é solúvel em água fria porém não forma géis (IGOE, 1982).

A goma locusta (ou goma de alfarroba) é obtida a partir dos frutos da árvore *Ceratonia siliqua*, comumente encontrada nos países mediterrâneos. É um hidrocolóide formado por um polissacarídeo de alto peso molecular, composto de unidades de manose e galactose unidas por

ligações glicosídicas. Quimicamente, ela pode ser descrita como uma galactomanana. Ao se adicionar a goma locusta em água na concentração de 1% obtém-se uma solução de 100 cps de viscosidade (GLICKSMAN, 1986a).

Segundo CHRISTENSEN e TRUDSOE (1980) a k-carragena forma um gel aquoso firme e quebradiço com formação de sinerese. As características desejadas em sobremesas gelificadas são leveza, coesividade, elasticidade e ausência de sinerese. A goma locusta apresenta um efeito sinérgico nos géis aquosos de k-carragena caracterizado por um aumento na força de gel e uma mudança na textura do gel tornando-o mais elástico, menos quebradiço. Além disso, a capacidade da goma locusta de reter água reduz a sinerese dos géis.

Muitos autores estudaram este sinergismo entre LBG e k-carragena em sistemas aquosos. CHRISTENSEN e TRUDSOE (1980), ARNAUD et alii (1989) e DAMÁSIO et alii (1994) encontraram valores máximos de força de gel na proporção de 1:1 entre K-carragena e LBG. CARROL et alii (1984) e CAIRNS et alii (1986) encontraram valores máximos na proporção 2:1. Todos os autores identificaram um aumento na elasticidade dos géis ao se adicionar LBG nos géis de k-carragena.

Nenhum trabalho deste tipo foi encontrado em sistemas lácteos, onde a reatividade da k-carragena com a caseína pode afetar este sinergismo.

II.2. Análise Sensorial Descritiva

A análise descritiva é uma metodologia sensorial que fornece uma descrição quantitativa das características sensoriais de um produto, baseada na percepção de um grupo de provadores qualificados (STONE e SIDEL, 1985)

Segundo DAMÁSIO e COSTELL (1991), sua utilidade e aplicabilidade na solução de diversos problemas associados ao controle de qualidade e desenvolvimento de novos produtos faz com que seu uso seja cada vez mais frequente. Porém, sua realização apresenta dois pontos conflitivos: a geração e seleção dos descritores a utilizar em cada caso e a seleção da equipe de provadores que realizará a análise.

Segundo POWERS et alii (1984) para análise dos resultados, com o objetivo de verificar a existência de diferenças significativas entre os produtos avaliados, as seguintes análises estatísticas são frequentemente utilizadas: ANOVA, MANOVA, Análise Discriminante, Análise Discriminante por Passos, Análise dos Componentes Principais e Análise Canônica.

II.2.1. Criação e Seleção de Atributos

Diferentes métodos têm sido utilizados para gerar os termos que descrevem as distintas características sensoriais de um determinado produto.

LEVITT (1974) utilizou o método de discussão aberta com o moderador para desenvolver uma lista de atributos de textura a serem avaliados em géis de hidrocolóides. Segundo DAMÁSIO e COSTELL (1991) este é o método utilizado com maior frequência. Os provadores avaliam diversas amostras e comunicam os termos que consideram mais adequados para descrevê-las. Em uma discussão aberta entre eles e o moderador são eleitos por consenso os termos considerados melhores descritores. A discussão estimula o intercâmbio de opiniões e pode exercer um efeito sinérgico tendo como resultado mais idéias e mais termos. Um ponto negativo é que a presença de um provador de caráter dominante pode diminuir ou anular a iniciativa do resto da equipe. GERDES et alii (1987) utilizaram este método para definir as características a serem avaliadas em géis de pectina, carragena e alginato.

O método “Kelly’s Repertory Grid” (Descrição Entrecruzada, Método Rede) foi descrito por MOSKOWITZ em 1983. Consiste na apresentação de pares de amostras bem diferentes entre si e representativas do conjunto de amostras que se deseja avaliar, aos provadores, de forma que eles possam desenvolver individualmente uma lista de similaridades e diferenças entre as amostras.

Inicialmente escolhe-se uma ou duas tríadas de amostras bem diferentes entre si e representativas do conjunto de amostras que se deseja avaliar. Apresenta-se então pares de amostras provenientes da(s) tríada(s) solicitando-se aos provadores que desenvolvam, individualmente, uma lista de similaridades e diferenças entre as amostras. Segundo DAMÁSIO e COSTELL (1991) esta técnica permite gerar um elevado número de descritores e tem a vantagem de ser comparativa, facilitando a geração dos termos.

Este método foi utilizado para desenvolver atributos descritivos de confeitos de chocolate (MC EWAN e THOMSON, 1987a), produtos cárneos (MC EWAN e THOMSON, 1987b), textura não oral de géis (DURÁN et alii, 1989), cachaça (DAMÁSIO et alii, 1991) e leite condensado (FELBERG, 1994).

O método da associação controlada consiste em solicitar ao provador que elabore uma lista de palavras associadas aos atributos sensoriais de um determinado produto. SZCZESNIAK (1979) utilizou este método para levantar termos populares, referentes às sensações percebidas na boca, em 33 diferentes bebidas. LYON (1987) utilizou a associação controlada para desenvolver uma lista de 45 atributos de sabor de frango.

Todos estes métodos resultam em grandes listas de atributos que por razões práticas é conveniente reduzir. Um dos primeiros critérios comumente utilizado é a eliminação de termos com significado similar (sinônimos). A detecção dos termos redundantes pode ser realizada com uma simples discussão aberta entre o moderador e os provadores (DAMÁSIO e COSTELL, 1991). Desta forma, LEVITT (1974) reduziu de 22 para 13 atributos de textura de produtos gelificados.

STONE et alii (1974) recomenda avaliar os coeficientes de correlação entre as escalas para minimizar redundância entre os atributos.

Para seleccionar os atributos segundo sua capacidade de discriminar as amostras, LYON (1987) e HELLEMANN et alii (1987) utilizaram ANOVA.

Com o mesmo objetivo, CARDELLO e MALLER (1987), DURÁN et alii (1989), DAMÁSIO et alii (1991) e FELBERG (1994) utilizaram a Análise Discriminante por Passos.

Outras análises estatísticas multivariadas vêm sendo utilizadas pelos autores para seleccionar atributos a partir de uma lista inicial: Análise Fatorial (GALT e MAC LEOD, 1983; JETELMA e SOUTHWICK, 1986; LYON, 1987) e Análise dos Componentes Principais (DAMÁSIO et alii, 1991).

II.2.2. Seleção de Provadores

A equipe de provadores é o instrumento utilizado em análise sensorial. Da mesma forma que a qualidade dos dados obtidos com outro tipo de instrumento depende, em grande parte, de seu bom funcionamento e correta calibração, a qualidade dos resultados sensoriais está diretamente relacionada com o bom funcionamento da equipe. Este funcionamento dependerá em primeiro lugar dos métodos utilizados para seleção e treinamento da equipe de provadores (AMERINE et alii, 1965); (MOSKOWITZ, 1983).

Ao se selecionar provadores para um teste descritivo, além dos requisitos básicos tais como interesse, disponibilidade e condições fisiológicas, é também importante a capacidade de criar e interpretar um vocabulário específico. Além disso devem ser considerados a habilidade de discriminar as amostras, a reprodutibilidade das respostas e a concordância entre os provadores (COSTELL et alii, 1989; DAMÁSIO e COSTELL, 1991).

A maior dificuldade, ao realizar a seleção de provadores para uma análise descritiva com vários atributos, é a necessidade de considerar o conjunto de informações obtidas de cada provador para cada atributo. Para solucionar esta dificuldade e para obter informações adequadas sobre a capacidade individual de cada provador, o uso de análises estatísticas univariadas e multivariadas vem sendo proposto por vários autores (COSTELL et alii, 1989).

Para avaliar a habilidade discriminatória e a reprodutibilidade, o método geralmente usado é a Análise de Variância Univariada (ANOVA) de dois fatores (amostra e repetições) aplicada aos resultados de cada provador para cada atributo (COSTELL et alii, 1989; STONE et alii, 1974; SHINHOLSER et alii, 1987). Quanto maior for o valor do F_{amostras} , maior é a habilidade do candidato para discriminar. Porém no caso da análise descritiva em que se avaliam vários atributos é difícil estabelecer número mínimo de atributos nos quais o F_{amostras} é significativo, para considerar o provador como selecionado. STONE et alii (1974) consideram o critério do valor da probabilidade de F_{amostras} ser inferior a 0,50, para identificar provadores com habilidade discriminatória. Outros autores (POWERS et alii, 1984; LYON, 1987) recomendam o valor máximo de 0,30 para probabilidade de F_{amostras} .

Através de $F_{\text{repetições}}$ pode-se avaliar a reprodutibilidade de cada provador, por atributo. Resultados significativos ($p < 0,05$) de $F_{\text{repetições}}$ para um ou mais atributos indicam baixa reprodutibilidade do provador nestes atributos.

Com o objetivo de avaliar a capacidade discriminatória de cada provador para o conjunto de atributos, muitos autores têm utilizado a MANOVA (POWERS et alii, 1984; LYON, 1987). Porém sua realização apresenta algumas desvantagens, entre elas a de não permitir diferenciar um candidato que tem uma capacidade discriminatória razoável para todos os atributos de outro que é muito bom para uns atributos e muito ruim para outros. Outra desvantagem é o número de graus de liberdade exigido pela análise, fazendo-se necessário, muitas vezes, dividir os atributos em grupos (DAMÁSIO e COSTELL, 1991).

Para avaliar a concordância entre os provadores não há consenso de qual análise estatística é mais apropriada. STONE et alii (1974) recomendaram a análise dos coeficientes de correlação entre os resultados de cada provador e as médias da equipe, para cada atributo. Mas, a principal dificuldade desta análise é a necessidade de considerar o conjunto de informações obtidas de cada provador para cada atributo. Alguns autores (SHINHOLSER et alii, 1987; PIGGOTT e JARDINE, 1979; POWERS et alii, 1984) utilizaram a Análise de Cluster para resolver este problema; ela agrupa os provadores baseando-se em seus coeficientes de correlação.

II.3. Análise Sensorial da Textura de Géis

II.3.1. Apresentação da Amostra

A atenção para a apresentação da amostra é recente, não aparecendo nos trabalhos mais antigos. Conforme pode ser observado na Tabela II.2, nos trabalhos realizados a partir de 1986, já se observa uma preocupação com o tamanho e forma da amostra, porém ainda sem uma padronização. Essas características da amostra influenciam na avaliação da textura, porém dependem da natureza da amostra e material disponível no laboratório, tornando-se assim difícil a sua padronização. Porém controlando-os, certamente evita-se que mais uma variável influencie na avaliação individual de cada provador.

Tabela II.2 Análise Sensorial da Textura de Géis

Amostra	Apresentação da Amostra	Metodologia do Teste	Atributos	Referência Bibliográfica
Sobremesas semi-sólidas	Um pouco de cada amostra é colocada em xicaras com capacidade para 4 onças	Oral	Mastigável; Fibroso; Elástico; Gomoso; Oleoso; Granuloso; Quebradiço; Firme; Frágil; Floculoso; Pegajoso; Liso; Relativo à gordura; Encarouçado; Elástico	Henry et alii (1971)
Oito diferentes géis escolhidos de forma a representar a maioria dos tipos de textura de géis conhecidos		Compressão com colher	Resistência; Imobilidade; Recobrimento	Levitt (1974)
		Compressão entre língua e palato até ruptura	Imobilidade; Mobilidade; Recobrimento; Quebra a; Quebra b; Coesividade; Tamanho de partículas; Dureza das partículas; Conteúdo de umidade;	
		Compressão com dente até ruptura	Idem acima (entre língua e palato) Resistência	
Sobremesas de mercado à base de gelatina, géis de iota-carragena e iota + k-carragena	Temperatura/tempo: 10°C / 5 ½ hs e 10°C / 18 hs	Compressão parcial contra o palato (2 vezes)	Firmeza Elasticidade	Szczesniak (1975)
		Manipulação com a língua	Velocidade de ruptura Tipo de ruptura Maciez durante a ruptura Viscosidade durante a ruptura	
		Deglutição	Facilidade de deglutição	
Géis de gelatina, pectina, k-carragenato	Temperatura ambiente (22°C)		Característica do corte: Duro / Mole; Elástico / Inerte; Coesivo / Desmornado; Adesivo / Escorregadio Reação inicial na boca: Duro / Mole; Coesivo / Desmornado; Quebradiço / Flexível; Granuloso / Liso; Pegajoso / Escorregadio; Oleoso / Aguado Comportamento ao deglutir: Fácil / Difícil; Fino, ralo / Espesso, grosso; Deixa resíduos / Sem resíduos; Agradável / Desagradável	Daget e Collyer (1984)
Géis de gelatina em várias concentrações	Cubo 2,0 cm Temperatura: 11,8 ± 1,2°C	Corte com faca	Firmeza	Muñoz et alii (1986a)
		Mordida com dente frontal	Firmeza oral	
		Compressão com dedo indicador	Firmeza manual	
		Compressão entre os dedos até ruptura	Coesividade manual	
		Compressão entre língua e palato até ruptura	Coesividade oral	
		Mastigar 3 vezes	Extensão da ruptura	

Tabela II.2. continuação

Géis de gelatina, alginato de sódio e k-carragena	Cubo 2,0 cm Temperatura: 11°C	Corte com faca Mordida com os dentes incisivos Compressão entre o dedo indicador e o recipiente Compressão entre língua e palato até ruptura Compressão entre língua e palato sem ruptura (2 vezes) Compressão total entre língua e palato	Firmeza manual Firmeza oral Compressão manual Compressão oral Elasticidade Tamanho das partículas Quantidade de partículas	Muñoz et alii (1986b)
Géis de pectina aromatizados com laranja	Cubo 2,0 cm Peso: 9,0 g	Cortar a amostra em duas metades com faca; Mastigar uma metade 2-3 vezes	Firmeza	Lundgren et alii (1986)
Géis de k-carragena e LBG	Cilindros de 17 x 17 mm e 45 x 20 mm Temperatura ambiente (20 ± 2°C)	Compressão entre dois dedos Corte com colher de chá	Resistência à ruptura Resistência ao corte	Fiszman e Durán (1989)
Géis de k-carragena, k-carragena - LBG e k-carragena-LBG-goma guar	Cilindro de 17 mm x 17 mm Temperatura ambiente Cilindro de 45 x 20 mm Temperatura ambiente	Compressão com dedos indicador e polegar repetidas vezes, sem ruptura Compressão até ruptura Corte com faca Corte com colher de chá	Resistência inicial à compressão Resistência à compressão Elasticidade Firmeza Deformabilidade Deformação antes de romper Firmeza Resistência à ruptura Firmeza Tipo de ruptura Tamanho dos pedaços Resistência inicial ao corte Deformação antes de cortar Resistência ao corte completo Tipo de corte Superfície da zona cortada Resistência inicial ao corte Resistência ao corte completo Firmeza Tipo de corte Superfície da zona cortada	Damásio (1990)

Na avaliação de sobremesas semi-sólidas, HENRY et alii (1971) serviram um pouco de cada amostra em xícaras com capacidade para 4 onças. MUÑOZ et alii (1986 a,b) em seu trabalho com géis de gelatina, alginato de sódio e kappa-carragena, utilizaram cubos de 2,0 cm de aresta, assim como LUNDGREEN et alii (1986), com géis de pectina de 9,0 g.

FISZMAN et alii (1989), na avaliação de géis de gelatina, alginato de sódio e k-carragena e DAMÁSIO (1990), na avaliação de géis mistos de k-carragena - goma locusta - goma guar, utilizaram cilindros de 17x17 mm para compressão entre dedos e 45 x 20 mm para corte com faca e/ou colher.

Quanto à temperatura, as amostras de SZCZESNIAK (1975) (sobremesas gelificadas e géis mistos de iota e k-carragena) foram servidas após serem mantidas por 5 ½ hs e 18 hs a 10°C. MUÑOZ et alii (1986 a,b), também serviram nessa faixa de temperatura: 11°C ou $11,8 \pm 1,2^\circ\text{C}$.

Já DAGET et alii (1984), que trabalharam com géis de gelatina, pectina e k-carragena, e FISZMAN et alii (1989) e DAMÁSIO (1990) serviram as amostras à temperatura ambiente ($\cong 22^\circ\text{C}$).

Portanto, a temperatura na qual se serve a amostra depende ainda mais da sua natureza pois é muito variável a termoestabilidade dos géis.

II.3.2. Metodologia do Teste e Atributos Avaliados

O método de perfil de textura foi introduzido por BRANDT et alii em 1963 e aparece definido no artigo de CIVILLE e LISKA (1975) como “A análise sensorial do complexo de textura do alimento em termos de suas características mecânicas, geométricas, de gordura e umidade, o grau de como cada uma se apresenta e a ordem na qual elas aparecem, desde a 1ª mordida até a completa mastigação”. Neste artigo, eles propõem a técnica e definição de termos para o perfil de textura de alimentos semi-sólidos, como descrito a seguir. Pode-se notar a inclusão de atributos avaliados após deglutição da amostra, o que não se entende pela definição do método.

As técnicas de avaliação do perfil de textura sensorial e as definições de atributos para alimentos semi-sólidos foram apresentadas detalhadamente por CIVILLE e LISKA (1975) e estão transcritas a seguir:

1º estágio

Ao colocar uma colher de chá cheia do produto na boca; manipular sem comprimir ou quebrar. Avaliar:

- *Peso* (“*heaviness*”): peso do produto percebido quando o mesmo é colocado pela primeira vez na língua;
- *Umidade*: grau de umidade na superfície;
- *Capacidade de absorção de umidade*: velocidade com que o produto absorve umidade da saliva;

2ª estágio

Ao colocar uma nova colher do produto na boca, comprimir parcialmente contra o palato, relaxar e repetir. Avaliar:

- *Firmeza*: força para comprimir parcialmente;
- *Elasticidade* (“*bounciness*”): velocidade com que a amostra retorna à sua forma original;
- *Gomosidade* (“*gumminess*”): grau de coesividade;
- *Espalhamento, recobrimento* (“*spread*”): velocidade com a qual o produto espalha-se sobre a língua;

3ª estágio

Ao colocar uma colher do produto na boca, comprimir completamente entre a língua e o palato. Avaliar:

- *Espalhamento, recobrimento* (“*spread*”): velocidade com a qual o produto espalha-se sobre a língua;
- *Firmeza*: força necessária para comprimir totalmente;
- *Aeração* (“*airiness*”): quantidade de ar percebida como pequenas bolhas;
- *Resfriamento, frescor* (“*cooling*”): efeito térmico na língua;

4º estágio

Ao colocar uma colher do produto na boca, movimentar a língua para trás e para frente, uma manipulação por segundo. Avaliar:

- *Adesividade*: força necessária para remover o material que adere à boca;
- *"Smoothness"*: ausência de qualquer partícula no produto;
- *Taxa de desaparecimento*: tempo requerido para ruptura;
- *Quão abrupto é o desaparecimento ("abruptness of disappearance")*: maneira pela qual a mudança de semi-sólido para líquido ocorre (gradual, abrupto);
- *Uniformidade de desaparecimento*: velocidade com a qual o produto torna-se uniforme através da ruptura;
- *Tipo de desaparecimento*: descrição das mudanças ocorridas durante a ruptura;
- *Recobrimento na boca ("mouthcoating")*: tipo e grau de recobrimento na boca depois da manipulação (geométrica, óleo).

5º estágio

Depois de manipular e quebrar, engolir o produto. Avaliar:

- *Facilidade de engolir*: velocidade com que o produto quebrado pode ser totalmente engolido;
- *Fluidez*: velocidade com que o produto se transforma em um líquido ralo.

Além deste, muitos outros trabalhos apresentam análise descritiva da textura de géis.

HENRY et alii (1971), na avaliação oral de sobremesas semi-sólidas, sem padronização de metodologia, analisaram os seguintes atributos: *mastigável ("chewy")*, *fibroso ("stringy")*, *elástico ("springy")*, *gomoso ("gummy")*, *oleoso ("oily")*, *granuloso ("grainy")*, *quebradiço ("breakable")*, *firme ("firm")*, *frágil ("frangible")*, *floculoso ("fluffy")*, *encaroçado ("lumpy")*, *pegajoso ("stiky")*, *liso ("smooth")*, *relativo à gordura ("fat-like")* e *elástico ("elastic")* (os atributos se encontram na forma adjetiva porque se encaixaram na escala mista, com o emprego de advérbios para modificá-los - muito, ligeiramente etc.).

LEVITT (1974) trabalhou com 8 diferentes géis, escolhidos de forma a representar a maioria dos tipos de textura de géis conhecidos e avaliou *resistência*, *imobilidade* e *recobrimento* ao cortá-los com colher; *imobilidade*, *mobilidade*, *recobrimento*, *ruptura a*, *ruptura b*, *coesividade*, *tamanho de partículas*, *dureza das partículas* e *conteúdo de umidade* foram

avaliados pela língua e palato, e dente, sendo que com esse último foi feita também a avaliação de *resistência*.

SZCZESNIAK (1975) utilizou compressão parcial contra o palato (2 vezes) para avaliar *firmeza* e *elasticidade*, e manipulação da amostra com a língua para avaliar *velocidade de ruptura*, *tipo de ruptura*, “*smoothness*” e *viscosidade durante a ruptura*. Também foi avaliada a *facilidade de deglutição das amostras*.

De forma semelhante, DAGET e COLLYER (1984) utilizaram as metodologias de corte com colher (1ª etapa), compressão entre palato e língua (2ª etapa) e deglutição (3ª etapa). Para cada uma destas etapas, os provadores analisaram os géis com os seguintes termos ancorados nas escalas:

etapa: *duro / mole, elástico / inerte, coesivo / desmoronado, adesivo / escorregadio* (“*short*”);
 2ª etapa: *duro / mole, coesivo / desmoronado, quebradiço / flexível* (“*ductile*”), *gramuloso / liso, pegajoso / escorregadio e oleoso / aguada*;
 3ª etapa: *fácil / difícil, fino, ralo / espesso, grosso, deixa resíduos / sem resíduos e agradável / desagradável*.

Com uma descrição mais detalhada da metodologia, MUÑOZ et alii (1986 a) avaliaram em géis de gelatina os atributos *firmeza*, *coesividade* e *ruptura*, subdividindo-os de acordo com a metodologia utilizada, da seguinte forma: *firmeza com faca*, ao cortar a amostra com faca; *firmeza oral*, ao morder com dente; e *firmeza manual* ao comprimir a amostra com o dedo indicador, contra o recipiente no qual está pousada. A *coesividade manual* e *coesividade oral* foram avaliadas rompendo a amostra entre os dedos polegar e indicador e entre a língua e o palato, respectivamente. Já para avaliar a *ruptura* foi recomendado ao provador que mastigasse o cubo de gel 3 vezes.

Em outro trabalho MUÑOZ et alii (1986 b) avaliaram a textura de géis de gelatina, alginato de sódio e k-carragena de forma similar, porém com pequenas diferenças: para avaliar a *firmeza* a compressão entre os dedos passou a ser até a ruptura e foi introduzida a compressão oral, entre língua e palato, com ruptura total da amostra. Ao invés da *coesividade*, foi avaliado o atributo *elasticidade* (habilidade do material em retornar à sua forma original), avaliado após compressão da amostra 2 vezes, sem ruptura, entre língua e palato. Os atributos *tamanho das*

partículas e quantidade das partículas foram avaliados ao comprimir totalmente o gel entre a língua e o palato.

LUNDGREEN et alii (1986) avaliaram o atributo *firmeza* em géis de pectina ao cortar a amostra em 2 metades com faca e ao mastigar uma das metades 2-3 vezes.

Em seu trabalho com géis de k-carragena e goma locusta, FISZMAN et alii (1989) avaliaram *resistência à ruptura* ao comprimir entre dois dedos e *resistência ao corte* ao cortar com colher.

De maneira similar, porém mais detalhada, DAMÁSIO (1990) dividiu a avaliação de géis mistos de k-carragena - goma locusta - goma guar em 4 etapas: na 1ª, ao comprimir entre os dedos indicador e polegar, repetidas vezes, sem ruptura, os provadores avaliaram a *resistência inicial à compressão* (1ª vez), *resistência à compressão* (4ª vez), *elasticidade*, *firmeza* e *deformabilidade*. Na 2ª etapa ao comprimir o cubo de gel da mesma forma até ruptura foram avaliados *deformação antes de romper*, *resistência à ruptura*, *firmeza*, *tipo de ruptura* e *tamanho dos pedaços*. Numa 3ª etapa, ao cortar com faca, foram avaliados *resistência inicial ao corte*, *deformação antes de romper*, *resistência ao corte completo*, *tipo de corte* e *superfície da zona cortada*. Na 4ª e última etapa, ao cortar com colher, os provadores avaliaram os mesmos atributos da 3ª etapa, porém, ao invés de *deformação antes de cortar* foi avaliada a *firmeza* do cilindro de gel.

Os atributos variam em número, de acordo com a metodologia utilizada e, principalmente, com o produto avaliado. Alguns atributos, tais como *firmeza*, *resistência* e *ruptura* estão geralmente presentes e aparecem na maioria dos trabalhos apresentados.

II.4. Medida Instrumental da Textura

A medida do comportamento mecânico de géis pode ser realizada através de testes de penetrometria que, segundo DE MAN et alii (1975), representam um dos métodos mais utilizados para medidas objetivas de características de textura. Como o nome implica, são baseados no princípio de penetração do material-teste com dispositivos que podem ter diferentes formas e tamanhos (DE MAN et alii, 1975).

Segundo BOURNE (1982), a medida de resistência à penetração como índice de firmeza de géis e produtos gelificados é um ensaio muito comum desde que Bloom desenvolveu, em 1924, seu gelômetro e envolve os mais simples tipos de instrumentos de medida de textura.

Os penetrômetros podem ser divididos em dois tipos: peso constante (para medidas de consistência em gorduras) e velocidade constante. Nestes, os dispositivos utilizados para penetrar na amostra o fazem com velocidade constante e a força requerida é medida. Na sua forma mais simples encontra-se o Magness-Taylor e na sua forma mais avançada, o Instron UTM (DE MAN, 1975).

O analisador de textura Stevens LFRA foi desenvolvido pela Leatherhead Food Research Association na Inglaterra, para realizar o teste padrão Bloom e vários outros testes (BOURNE, 1982). Segundo BOURNE (1982), é um útil penetrômetro de propósito geral para alimentos macios. Tem sido utilizado para pastas de carne, espumas, géis e algumas gorduras.

Suas características são: capacidades de 5 a 1000 gramas com incremento de 1 grama ou 0,5 a 100 gramas com incremento de 0,1 grama; velocidades de penetração 0,2, 0,5, 1 e 2 mm/s; distância de penetração 1 a 50 mm com incremento de 1 mm. Pode ser operado por três distintos modos: Normal para penetração simples, Ciclo para repetidas penetrações e Parado ("hold") para registrar a força dissipada à distância constante de penetração (DAMÁSIO, 1990).

ANGALET (1986) comparou o Stevens LFRA com o gelômetro TarrBaker para medida de força do gel em géis de pectina e concluiu que ambos instrumentos apresentam correlação linear entre *resistência à ruptura* e conteúdo de pectina. Porém, o Stevens oferece vantagens de menores erros na preparação da amostra e facilidade de calibração.

RAO et alii (1989) realizaram ensaios de penetração em geléias a base de pectina para comparar o Stevens LFRA com o Instron UTM, determinando os parâmetros da Análise de Perfil de Textura (TPA), calculados pelo programa de computador desenvolvido por BOURNE et alii (1978), para ensaios de compressão.

OZAWA et alii (1985) estudaram o efeito de caseína nas propriedades reológicas de géis de k-carragena-cálcio com ensaios de penetração, utilizando como parâmetro a *força de gel*, definida como a força máxima em gramas no ponto de quebra.

DAGET e COLLYER (1984) realizaram ensaios de penetração em um Instron UTM, com um cone de 30° medindo a força a 20 mm e com cone truncado de ponta chata, de 2,1 cm de diâmetro e 1,5 cm de altura, medindo a *força máxima* (força de ruptura), distância penetrada para chegar à força máxima (*coesividade*), *rigidez* (relação entre força máxima e distância de penetração) e *elasticidade* como inclinação da curva força-distância logo depois de passar a força máxima.

Para estudar a influência da composição nas propriedades mecânicas de géis mistos de k-carragena - LBG e goma guar, DAMÁSIO et alii (1990) realizaram ensaios de penetração no Stevens LFRA com cilindro de 0,5 polegadas de diâmetro. Das curvas obtidas, analisaram os parâmetros *força de ruptura*, *rigidez*, *coesividade* e *elasticidade*, da mesma forma que DAGET e COLLYER (1984). A distância de penetração foi de 20 mm e a velocidade de penetração de 30 mm/min. Os resultados de *força de ruptura*, *coesividade* e *rigidez* apresentaram coeficientes de variação inferiores a 10% enquanto que, para a *elasticidade*, os coeficientes de variação oscilaram entre 6,9 e 71,2%, para as diferentes amostras. Apesar desse alto coeficiente de variação, o parâmetro instrumental *elasticidade* tem sua importância pois foi o que mais se correlacionou com a *elasticidade* medida sensorialmente (DAMÁSIO et alii, 1992).

III. MATERIAL E MÉTODOS

III.1. Material

III.1.1. Géis

Para tornar a avaliação sensorial mais agradável, ao invés de oferecer aos provadores um simples gel lácteo, optou-se por uma sobremesa dietética (flan) que além de leite, k-carragena e LBG, também conteria em sua formulação aroma de baunilha, aspartame e corante. Esses ingredientes foram sempre adicionados em quantidades muito pequenas (baixas concentrações), não alterando o comportamento das gomas.

O desenvolvimento desta sobremesa constituiu uma etapa preliminar deste trabalho, chegando-se aos ingredientes citados no item III.1.1.1., nas concentrações citadas no item III.1.1.2..

III.1.1.1. Matéria-prima

- Hidrocolóides

k-carragena (KC): GELCARIN GP 812 (FMC Marine Colloids Div., Brasil)

Goma Locusta (LBG): GELLOIDS LB 230 (FMC Marine Colloids Div., Brasil)

- Leite em pó marca Ninho Integral Instantâneo (Nestlé Industrial e Comercial Ltda, Brasil)
- Corante tartrazina (I.C.I. Brasil S. A.), solução 1% em água
- Aroma artificial de baunilha LAI-90765 (Sanofi do Brasil S.A.)
- Aspartame (Nutrasweet, Brasil)
- Água filtrada

III.1.1.2. Composição e Preparação dos Géis

Os géis tiveram em sua composição os ingredientes citados no item IV.1.1.1. e foram preparados com diferentes concentrações totais de hidrocolóides: de 0,15 a 0,25%. Essa faixa de

concentração foi determinada comparando-se a firmeza de um produto similar normalmente vendido no mercado (Flan dietético, marca Royal, sabor baunilha), com amostras de diferentes concentrações de KC.

Para cada concentração total (CT) foi preparada uma amostra só com KC e 5 amostras nas quais a KC foi substituída por LBG nas proporções 10, 20, 30, 40 e 50%.

As concentrações de aspartame (0,06%), corante tartrazina (0,0057%) e aroma de baunilha (0,17%) foram as mesmas para todas as amostras.

A preparação das amostras foi feita seguindo as seguintes etapas:

- 1ª. Dispersão das gomas e aspartame no leite em pó;
- 2ª. Dispersão da mistura de pós em água fria sob agitação manual até dispersão completa;
- 3ª. Adição de aroma e corante;
- 4ª. Aquecimento sob agitação manual até fervura;
- 5ª. Pesagem e reposição da água evaporada;
- 6ª. Transferência da amostra para recipientes apropriados à análise a ser realizada (sensorial ou instrumental);
- 7ª. Vedação das amostras com película de PVC marca "Magipack";
- 8ª. Armazenamento à temperatura de refrigeração (aproximadamente 5°C) durante 12 horas, no mínimo.

III.1.2. Instrumento

Para a medida do comportamento mecânico dos géis foi utilizado o analisador de textura Stevens LFRA (Stevens Advanced Weighing Systems Ltd., Inglaterra).

III.2. Métodos

III.2.1. Métodos Sensoriais

III.2.1.1. Condições de Teste

A avaliação sensorial da textura dos géis foi realizada no Laboratório de Análise Sensorial da FEA / UNICAMP. As análises com discussão aberta foram realizadas em uma mesa e as análises individuais nas cabines.

De início foram chamados 19 provadores com base em sua disponibilidade e interesse, objetivando-se obter, após a etapa de seleção, uma equipe de aproximadamente 10 provadores.

III.2.1.2. Apresentação das Amostras

As amostras para avaliação sensorial foram acondicionadas em bequers de 50 ml (30 ml de amostra por bequer), obtendo-se cilindros de 3,8 cm de diâmetro x 2,5 cm de altura, após desenformadas.

Imediatamente antes do teste as amostras foram retiradas da geladeira, desenformadas e apresentadas aos provadores em pratinhos pretos de porcelana de 13 cm de diâmetro, codificados com números de 3 dígitos, sendo servidas 2 unidades de cada amostra por prato.

III.2.1.3. Técnica de Avaliação das Amostras

Com base nos trabalhos pesquisados na literatura (Tabela II.2), as amostras foram avaliadas em 3 etapas: (1ª) corte com colher, (2ª) compressão com colher e (3ª) na boca.

Foram utilizadas colheres de chá de aço inox nas três etapas.

III.2.1.4. Criação dos Atributos

Para desenvolver a lista de atributos foi aplicado o método “Kelly’s Repertory Grid” (Moskowitz, 1983). Este método consiste em apresentar ao provador 3 diferentes produtos, aos pares, solicitando-se que, em cada par, sejam registradas as características em que os produtos são similares e em que são distintos. A ficha utilizada neste método está apresentada na Figura III.1.

As triadas que foram apresentadas aos provadores tiveram as seguintes composições de hidrocolóides:

1ª triada: 0,15% CT (50% LBG)

0,20% CT (30% LBG)

0,25% CT (0% LBG)

2ª triada: 0,15% CT (0% LBG)

0,20% CT (50% LBG)

0,25% CT (10% LBG)

Com o objetivo de realizar uma primeira redução da lista de termos descritivos obtida, foram realizadas 5 reuniões com os provadores, nas quais foram discutidos os significados dos termos e agrupados os sinônimos. Nessas reuniões também foram discutidas as escalas utilizadas para cada descritor, com a apresentação de amostras, de forma a homogenizar a quantificação dos atributos pelos provadores.

III.2.1.5. Seleção de Atributos e Provadores

Os atributos encontrados como resultado no item anterior foram avaliados em 4 amostras, com 4 repetições, utilizando-se escalas não estruturadas de 9 cm. De forma a representar o conjunto de amostras em estudo, foram utilizadas as seguintes composições de hidrocolóides:

- 0,15% CT (0% LBG)
- 0,15% CT (50% LBG)
- 0,20% CT (20% LBG)
- 0,25% CT (50% LBG)

Nome: _____ Data: _____

Por favor, compare a TEXTURA das amostras ao COMPRIMIR E CORTAR COM COLHER e NA BOCA, indicando em que são similares e em que são diferentes.

Amostras: _____ e _____

Similaridades

Diferenças

COMPRESSÃO
COM COLHER

CORTE
COM COLHER

NA BOCA

Figura III.1 Ficha utilizada no método “Kelly’s Repertory Grid”

As avaliações foram realizadas em oito sessões, sendo que em cada uma o provador avaliou um par de amostras, variando-se as amostras em cada par e a ordem de apresentação das mesmas.

III.2.1.6. Avaliação das Amostras

Os atributos selecionados foram avaliados em 12 amostras (Tabela III.1) pelos provadores selecionados, utilizando-se escalas não-estruturadas de 9 cm. As amostras foram avaliadas em duplicata, em 12 sessões, sendo apresentado um par de amostras por sessão, variando-se as amostras e a ordem de apresentação das mesmas em cada par.

III.2.2. Métodos Instrumentais

As 12 amostras da Tabela III.1 foram avaliadas, utilizando o analisador de textura Stevens LFRA, através de ensaios de penetração com o cilindro padrão AOAC (Association Official Analytical Chemistry), de 0,5 polegadas de diâmetro. As seguintes condições de medida foram adotadas: modo normal, velocidade de penetração 0,5 mm/s, distância de penetração 20 mm e velocidade do papel 30mm/s.

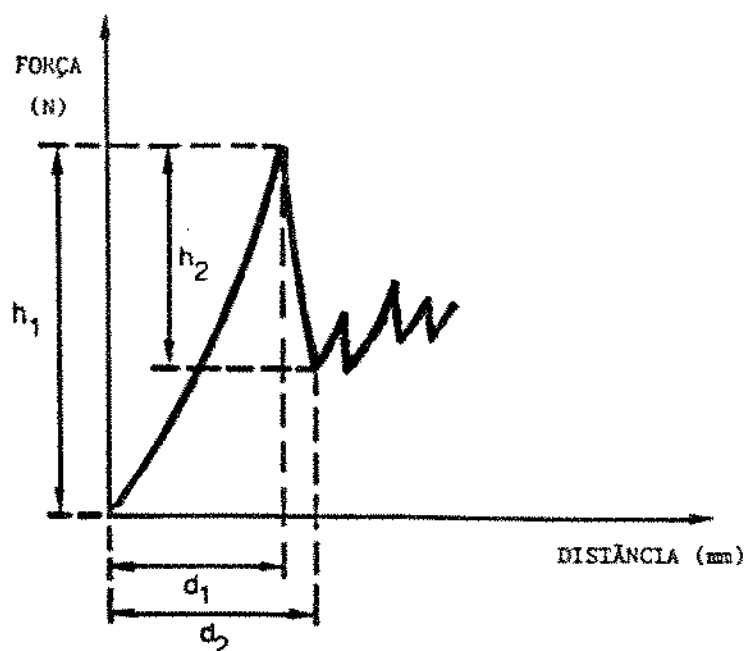
As amostras foram envasadas em recipientes de 7 cm de diâmetro e 4,5 cm de altura.

As medidas foram realizadas em 4 repetições, 2 por recipiente, equidistantes da borda e do centro do recipiente.

Para cada medida foi obtida uma curva força-distância de penetração (Figura III.2), da qual foram obtidos os seguintes parâmetros (DAMÁSIO et alii, 1990): *força máxima* (Newtons); *coesividade* (cm), obtida pela distância percorrida na amostra até sua ruptura; *rigidez* (N/cm), relação entre *força máxima* e *coesividade*; *elasticidade* (N/cm), inclinação da curva logo após o ponto de ruptura.

Tabela III.1 Composição de hidrocolóides nas amostras

n ^o da amostra	concentração total de hidrocolóides (%)	% KC substituída por LBG	% KC	% LBG
1	0,15	0	0,150	0,000
2		10	0,135	0,015
3		20	0,120	0,030
4		30	0,105	0,045
5		40	0,090	0,060
6		50	0,075	0,075
7	0,25	0	0,250	0,000
8		10	0,225	0,025
9		20	0,200	0,050
10		30	0,175	0,075
11		40	0,150	0,100
12		50	0,125	0,125



Força máxima = h_1 (N)

Coesividade = d_1 (cm)

Rigidez = h_1/d_1 (N/cm)

Elasticidade = $h_2/(d_2 - d_1)$ (N/cm)

Figura III.2. Curva típica de força-distância e parâmetros registrados para os testes de resistência à penetração com cilindro

Fonte: DAMÁSIO, 1990

III.2.3. Análises Estatísticas

Todas as análises estatísticas citadas neste item foram realizadas utilizando o pacote estatístico SAS (SAS Institute Inc. North Carolina, USA).

III.2.3.1. Seleção de Atributos

Para selecionar os atributos a serem utilizados na avaliação dos géis, aos resultados obtidos no item III.2.1.5., foram aplicadas as seguintes análises estatísticas:

- Análise dos Componentes Principais, para selecionar os atributos que fornecem maior quantidade de informação (DAMÁSIO et alii, 1991);
- Análise Discriminante por Passos, para ordenar os atributos de acordo com o seu poder de discriminar as amostras (DURAN et alii, 1989);

III.2.3.2. Seleção de Provedores

Aos resultados obtidos no item III.2.1.5., foram aplicadas as seguintes análises estatísticas:

- ANOVA de dois fatores (amostras e repetições) por provedor, por atributo, para avaliar o poder de discriminação e a repetibilidade do provedor, para cada um dos atributos (DAMÁSIO e COSTELL, 1991);
- MANOVA de dois fatores (amostras e repetições) por provedor, para avaliá-lo segundo seu poder de discriminação e a repetibilidade, para o conjunto de atributos (DAMÁSIO e COSTELL, 1991);
- Análise de Cluster (VARCLUS), para selecionar os provedores que mais concordam entre si (POWERS et alii, 1984);

III.2.3.3. Avaliação Sensorial e Instrumental das Amostras

Aos resultados obtidos no item III.2.1.6., foram aplicadas as seguintes análises estatísticas:

- ANOVA de dois fatores (%LBG e provedores) com interação para os atributos sensoriais e de dois fatores (%LBG e repetições) para as características mecânicas e comparação das médias das amostras através do teste de Tukey;
- MANOVA de dois fatores (%LBG e provedores) com interação para os atributos sensoriais e de dois fatores (%LBG e repetições) para as características mecânicas.
- Análise dos Componentes Principais para os atributos sensoriais e para as características mecânicas.

III.2.3.4. Correlação entre as Medidas Instrumentais e Sensoriais

Foi aplicada a Análise de Regressão Múltipla entre cada atributo sensorial e as características mecânicas.

IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO

IV.1. Medida Sensorial da Textura

IV.1.1. Seleção de Atributos e Provadores

IV.1.1.1. Criação de Atributos

Como resultado da aplicação do método “Kelly’s Repertory Grid” com as amostras especificadas no item III.2.1.4, os provadores geraram 89 atributos: 19 na 1ª etapa (compressão com colher), 45 na 2ª etapa (corte com colher) e 25 na 3ª etapa (na boca). (Tabela IV.1).

Em reuniões com os provadores, com apresentação de amostras bem diferentes entre si, foram discutidos os significados dos atributos e agrupados aqueles que definiam o mesmo aspecto da textura. Por exemplo, na 2ª etapa (corte), os atributos *liso, macio, suave, reto, colher desliza, áspero, granuloso, rugoso, em degraus, em camadas e com ranhuras* foram agrupados em um único atributo: *característica do corte*. Finalmente, foi feita uma primeira seleção de 16 atributos (Tabela IV.2). Também em reunião com os provadores, os 16 atributos foram definidos (Figura IV.1) e a ficha de avaliação foi montada (Figura IV.2).

O atributo *deformação da base* surgiu ao se observar as amostras antes de começar a comprimi-las (1ª etapa). Foi considerado importante pois se apresentava com intensidades diferentes nas amostras observadas. Sendo assim, foi incluída na avaliação das amostras uma etapa preliminar (1ª etapa: avaliação da textura na aparência), na qual foi avaliado o atributo *deformação da base*.

IV.1.1.2. Seleção de Atributos

Com os dados obtidos da análise dos 16 atributos em 4 amostras com 4 repetições (item III.2.1.5.) foi realizado um estudo com o objetivo de avaliar a necessidade da utilização dos 16 atributos para a análise descritiva das amostras (dos géis). Ou seja, haveria entre os atributos algum(ns) que estaria(m) sendo usado(s) desnecessariamente ?

Tabela IV.1a Atributos gerados pelo método “Kelly’s Repertory Grid” para a 1ª etapa:
COMPRESSÃO COM COLHER

Atributos gerados antes da ruptura	
Atributo	nº de citações
resistência à compressão	38
dureza (mole / duro)	34
firmeza (firme)	33
maciez (macia)	13
rigidez (rígida)	08
elasticidade (elástica)	08
consistência	07
fragilidade (frágil)	06
resistência à compressão até ruptura	06
deformação	06
aderência à colher	05
borrachuda (“parece de borracha”)	04
forma da parte inferior (alargamento da base)	03
compacta	03
flexibilidade (flexível)	03
escorregadia	02
Atributos gerados após a ruptura	
desmancha (desfaz)	13
quebradiça (se quebra, despedaça)	09
colher afunda (penetra, fura) na amostra	04

Tabela IV.1b Atributos gerados pelo método “Kelly’s Repertory Grid” para a 2ª etapa:

CORTE COM COLHER

Atributos relativos à amostra antes do corte		Atributos relativos à amostra após o corte	
Atributo	nº de citações	Atributo	nº de citações
resistência ao corte	39	desmancha	17
facilidade de corte	25	(decompõe, esparrama, desfaz)	
maciez	21	aderência à colher	16
firmeza	13	(sai limpa / sai com pedaços)	
dureza	13	pedaços:	
consistência	05	- inteiros	03
rigidez	05	- íntegros	03
cremosidade	04	- firmes	03
compactação	02	- escorregadios	03
elasticidade	02	(escorrega da colher)	
Atributos relativos ao corte		- estruturados	02
liso	07	- intactos	01
macio	07	- homogêneos	01
áspero	07	- “vibram na colher”	01
granulosidade	07	- moles	01
“colher desliza”	05	- colheradas definidas	01
em degraus	05	superfície cortada:	
suave	04	- furinhos	03
em camadas	04	- lisa	02
reto	03	- enrugada	01
com ranhuras	03	- grumosa	01
homogeneidade	03	- rugosa	01
(homogêneo/heterogêneo)		- cremosa	01
rugosidade	02		
grumosidade	02		
quebradiça	02		
firmeza	02		

Tabela IV.1c Atributos gerados pelo método “Kelly’s Repertory Grid” para a 3ª etapa: NA BOCA

Atributos relativos ao contato inicial		Atributos gerados após a ruptura	
Atributo	nº de citações	Atributo	nº de citações
rugosidade	09	forma da partícula:	
(contato com a língua, áspera, lisa)		- granulidade (grânulos)	25
umidade	08	- grumosidade (grumos)	22
(liberação de líquido, aquosa, aguada)		- floculosidade (flocula)	12
Atributos gerados ao romper a amostra		coesividade (forma uma massa)	03
Atributo	nº de citações		
comportamento ao romper:			
- desmancha	44		
- dissolve	20		
- desfaz	16		
- derrete	14		
- fragmenta-se, separa-se,	11		
transforma-se, desfaz-se em			
pedaços, despedaça-se			
- liquefaz	08		
- fluidez	08		
- solidez	03		
- facilidade de ingerir	02		
maciez	18		
dureza (mole / duro)	13		
cremosidade	13		
homogeneidade	09		
(homogêneo / heterogêneo)			
consistência	09		
rigidez	05		
suavidade	05		
resistência	04		
uniformidade	04		

Tabela IV.2 Lista de atributos obtidos na primeira seleção

1ª ETAPA	COMPRESSÃO COM COLHER
1. DEBA	Deformação da base
2. RECOM	Resistência à compressão
3. RECOMR	Resistência à compressão até ruptura
4. FIR1	Firmeza
5. CORO1	Comportamento ao romper
2ª ETAPA	CORTE COM COLHER
6. RECOR	Resistência ao corte
7. FIR2	Firmeza
8. CACO	Característica do corte
9. FOPE	Forma dos pedaços
10. SUCOR	Superfície cortada
3ª ETAPA	BOCA
11. RUGO	Rugosidade
12. UMI	Umidade
13. CREMO	Creiosidade
14. FIR3	Firmeza
15. CORO2	Comportamento ao romper
16. GRAN	Granulosidade

1ª Etapa: Avaliação da textura na **aparência**

- Deformação da base - grau de alargamento da base da amostra.

2ª Etapa: Avaliação da textura na **compressão com colher**

- Resistência à compressão - resistência que a amostra oferece à compressão sem se romper.
- Resistência à compressão até ruptura - resistência que a amostra oferece ao ser comprimida até que se rompa.
- Firmeza - sensação de duro ou mole percebida ao comprimir a amostra.
- Comportamento ao romper - maneira como a amostra se comporta quando submetida à compressão até ruptura, podendo ser cremoso, quebradiço.

3ª Etapa: Avaliação da textura ao **cortar com colher**

- Resistência ao corte - resistência que a amostra oferece ao ser cortada.
- Firmeza - sensação de duro ou mole percebida ao cortar a amostra.
- Característica do corte - sensação de como se realiza o corte, percebida ao cortar lentamente com a colher (liso, granuloso).
- Forma dos pedaços - aparência dos pedaços após o corte (desmanchada, estruturada).
- Superfície cortada - aparência da superfície obtida com o corte.

4ª Etapa: Avaliação da textura na **boca**

- Rugosidade - percepção da superfície da amostra, no contato com a língua (lisa, áspera, rugosa).
- Umidade - grau de umidade percebida; sensação de aguada, liberação de líquido.
- Creiosidade - sensação de quanto a amostra é cremosa.
- Firmeza - sensação de duro ou mole percebida ao romper a amostra.
- Comportamento ao romper - maneira como a amostra se rompe (desmancha-se, despedaça-se), podendo ser fluido, fragmentado.
- Granulosidade - percepção relativa à forma da partícula após a ruptura.

Figura IV.1 Definições dos atributos de textura de géis lácteos

Por favor, avalie os seguintes atributos na amostra _____ utilizando as escalas abaixo:

1a Etapa

DEFORMAÇÃO
DA BASE:

NENHUMA |-----| MUITA

2a Etapa

RESISTÊNCIA A
COMPRESSÃO:

BAIXA |-----| ALTA

RESISTÊNCIA A
COMPRESSÃO
ATE RUPTURA

: BAIXA |-----| ALTA

FIRMEZA:

BAIXA |-----| ALTA

COMPORTAMENTO
AO ROMPER:

CREMOSO |-----| QUEBRADIÇO

3a Etapa

RESISTÊNCIA
AO CORTE:

BAIXA |-----| ALTA

FIRMEZA:

BAIXA |-----| ALTA

CARACTERÍSTICA
DO CORTE:

LISO |-----| GRANULOSO

FORMA DOS PEDAÇOS:

DESMANCHADA |-----| ESTRUTURADA

SUPERFÍCIE
CORTADA:

LISA |-----| RUGOSA

4a Etapa

RUGOSIDADE:

BAIXA |-----| ALTA

UMIDADE:

BAIXA |-----| ALTA

CREMOSIDADE:

BAIXA |-----| ALTA

FIRMEZA:

BAIXA |-----| ALTA

COMPORTAMENTO
AO ROMPER:

FLUIDO |-----| FRAGMENTADO

GRANULOSIDADE:

BAIXA |-----| ALTA

Figura IV.2 - Ficha para análise sensorial da textura dos géis. Atributos resultantes da aplicação do método "Kelly's Repertory Grid".

Para chegar a esta resposta, inicialmente foram calculados os coeficientes de correlação de Pearson (r) entre todos os atributos (Tabela IV.3). Entre os 120 coeficientes obtidos, 39 ($\cong 33\%$) foram maiores que 0,70 ($p < 0,0001$) indicando que alguns atributos poderiam ser retirados da análise descritiva pois estavam altamente correlacionados. Por exemplo, o coeficiente de correlação encontrado entre *firmeza* (corte) e *resistência ao corte* foi bem alto, 0,90 ($p < 0,0001$).

Para seleccionar os atributos para a análise descritiva dos géis, os dados foram submetidos a duas análises estatísticas multivariadas. A Análise dos Componentes Principais foi utilizada para detectar quais atributos forneciam maior quantidade de informação (“explicavam mais as diferenças entre as amostras”) e a Análise Discriminante por Passos, para ordenar os atributos de acordo com seu poder de discriminação.

Os autovalores resultantes da Análise dos Componentes Principais (Tabela IV.4) mostraram que o primeiro componente principal (PRIN 1) explicou cerca de 70% da variabilidade das amostras (proporção da variância = 0,683948) e os outros componentes explicaram muito menos (proporção da variância de PRIN 2 = 0,085838 e proporção da variância de PRIN 3 = 0,04308). Em um trabalho anterior DAMÁSIO et alii (1991) encontraram a proporção da variância do primeiro componente principal (PRIN 1) de somente 10% e consideraram 11 componentes principais na estimativa da média ponderada do peso de cada atributo. Porém, neste caso, não se justifica o uso de mais de um componente principal pois, com somente PRIN 1, tem-se uma alta porcentagem de explicação da variabilidade das amostras. Sendo assim, a importância de cada atributo pode ser vista diretamente nos autovetores de PRIN 1 (Tabela IV.5). A variação entre os valores (0,228547 a 0,270501) é muito baixa, comparada à variação nos outros componentes principais. Isto significa que os atributos fornecem aproximadamente a mesma quantidade de informação e o seu poder de discriminação deve ser o mais importante critério para a seleção dos atributos.

Como resultado da aplicação da Análise Discriminante por Passos (Tabela IV.6) os atributos foram ordenados de acordo com o poder de discriminação. Considerando probabilidade de $F \leq 0,10$, os onze primeiros foram seleccionados: *deformação da base* da etapa da aparência; *resistência à compressão até ruptura* e *comportamento ao romper*, da etapa de compressão com a colher; *resistência ao corte*, *firmeza*, *característica do corte*, *forma dos pedaços* e *aparência da superfície cortada*, da etapa de corte com a colher; *rugosidade*, *comportamento ao romper* e *granulosidade*, da etapa de avaliação na boca.

Tabela IV.3 Matriz de coeficientes de correlação (r) entre os 16 atributos sensoriais

Atributos ^a	Deba	Recom	Recomr	Fir1	Coro1	Recor	Fir2	Caco	Fope	Sucor	Rugo	Umi	Cremo	Fir3	Coro2	Gran
Deba	1,0000 (0,0000)															
Recom	-0,6827 (0,0001)	1,0000 (0,0000)														
Recomr	-0,6762 (0,0001)	0,8494 (0,0001)	1,0000 (0,0000)													
Fir1	-0,6833 (0,0001)	0,8390 (0,0001)	0,8559 (0,0001)	1,0000 (0,0000)												
Coro1	-0,5668 (0,0001)	0,5899 (0,0001)	0,5022 (0,0001)	0,6024 (0,0001)	1,0000 (0,0000)											
Recor	-0,6180 (0,0001)	0,6953 (0,0001)	0,6798 (0,0001)	0,7372 (0,0001)	0,6360 (0,0001)	1,0000 (0,0000)										
Fir2	-0,6721 (0,0001)	0,7567 (0,0001)	0,7391 (0,0001)	0,7989 (0,0001)	0,6800 (0,0001)	0,9046 (0,0001)	1,0000 (0,0000)									
Caco	-0,4583 (0,0001)	0,5755 (0,0001)	0,4897 (0,0001)	0,5335 (0,0001)	0,7028 (0,0001)	0,6268 (0,0001)	0,6258 (0,0001)	1,0000 (0,0000)								
Fope	-0,6766 (0,0001)	0,7179 (0,0001)	0,6295 (0,0001)	0,7124 (0,0001)	0,7409 (0,0001)	0,7272 (0,0001)	0,7928 (0,0001)	0,6717 (0,0001)	1,0000 (0,0000)							
Sucor	-0,4733 (0,0001)	0,5694 (0,0001)	0,4812 (0,0001)	0,5405 (0,0001)	0,6833 (0,0001)	0,6383 (0,0001)	0,6386 (0,0001)	0,8140 (0,0001)	0,7122 (0,0001)	1,0000 (0,0000)						
Rugo	-0,4864 (0,0001)	0,5575 (0,0001)	0,4587 (0,0001)	0,5316 (0,0001)	0,7027 (0,0001)	0,5757 (0,0001)	0,5936 (0,0001)	0,7235 (0,0001)	0,6969 (0,0001)	0,8090 (0,0001)	1,0000 (0,0000)					
Umi	0,6250 (0,0001)	-0,6065 (0,0001)	-0,5930 (0,0001)	-0,6136 (0,0001)	-0,5299 (0,0001)	-0,5810 (0,0001)	-0,6532 (0,0001)	-0,5235 (0,0001)	-0,6864 (0,0001)	-0,5215 (0,0001)	-0,4977 (0,0001)	1,0000 (0,0000)				
Cremo	0,5927 (0,0001)	-0,5548 (0,0001)	-0,5310 (0,0001)	-0,5439 (0,0001)	-0,7321 (0,0001)	-0,6012 (0,0001)	-0,6488 (0,0001)	-0,6869 (0,0001)	-0,7009 (0,0001)	-0,6730 (0,0001)	-0,7022 (0,0001)	0,7029 (0,0001)	1,0000 (0,0000)			
Fir3	-0,6148 (0,0001)	0,6582 (0,0001)	0,6442 (0,0001)	0,6921 (0,0001)	0,6543 (0,0001)	0,7226 (0,0001)	0,7981 (0,0001)	0,6455 (0,0001)	0,7652 (0,0001)	0,6331 (0,0001)	0,6925 (0,0001)	-0,6948 (0,0001)	-0,7150 (0,0001)	1,0000 (0,0000)		
Coro2	-0,6346 (0,0001)	0,6885 (0,0001)	0,5881 (0,0001)	0,6641 (0,0001)	0,7699 (0,0001)	0,6613 (0,0001)	0,7125 (0,0001)	0,6683 (0,0001)	0,8308 (0,0001)	0,6707 (0,0001)	0,7577 (0,0001)	-0,6965 (0,0001)	-0,8101 (0,0001)	0,7954 (0,0001)	1,0000 (0,0000)	
Gran	-0,5685 (0,0001)	0,5892 (0,0001)	0,5204 (0,0001)	0,5781 (0,0001)	0,7404 (0,0001)	0,6439 (0,0001)	0,6535 (0,0001)	0,6794 (0,0001)	0,7244 (0,0001)	0,6743 (0,0001)	0,8009 (0,0001)	-0,6233 (0,0001)	-0,7797 (0,0001)	0,7760 (0,0001)	0,8486 (0,0001)	1,0000 (0,0000)

^a - Identificação dos atributos na Tabela IV.2

Tabela IV.4 Autovalores obtidos na Análise dos Componentes Principais

	Autovalores	Diferença	Proporção da variância	Variância acumulada
PRIN 1	10,9432	9,56976	0,683948	0,68395
PRIN 2	1,3734	0,68412	0,085838	0,76979
PRIN 3	0,6893	0,22433	0,043080	0,81287
PRIN 4	0,4650	0,04314	0,029060	0,84192
PRIN 5	0,4218	0,03332	0,026363	0,86829
PRIN 6	0,3885	0,06921	0,024280	0,89257
PRIN 7	0,3193	0,03591	0,019955	0,91252
PRIN 8	0,2834	0,06943	0,017710	0,93023
PRIN 9	0,2139	0,02514	0,013371	0,94360
PRIN 10	0,1888	0,00771	0,011799	0,95540
PRIN 11	0,1811	0,04426	0,011318	0,96672
PRIN 12	0,1368	0,01413	0,008551	0,97527
PRIN 13	0,1227	0,01016	0,007668	0,98294
PRIN 14	0,1125	0,02020	0,007033	0,98997
PRIN 15	0,0923	0,02423	0,005771	0,99574
PRIN 16	0,0681	.	0,004256	1,00000

Tabela IV.5 Autovetores obtidos na Análise dos Componentes Principais para os 3 primeiros componentes principais.

Atributos ^a	PRIN 1	PRIN 2	PRIN 3
DEBA	-,228547	0,256432	0,267275
RECOM	0,249639	-,313149	0,163588
RECOMR	0,233457	-,425569	0,118809
FIR1	0,249672	-,357002	0,150259
CORO1	0,248085	0,206400	0,044362
RECOR	0,253057	-,153906	0,258996
FIR2	0,267317	-,192995	0,149584
CACO	0,238143	0,281339	0,339352
FOPE	0,270139	0,013763	-,039658
SUCOR	0,240647	0,295913	0,374434
RUGO	0,242254	0,348312	0,146343
UMI	-,231636	0,086480	0,518278
CREMO	-,251081	-,221672	0,324787
FIR3	0,263679	0,009565	-,144999
CORO2	0,270501	0,137101	-,251728
GRAN	0,256683	0,245669	-,191956

^a - Identificação dos atributos na Tabela IV.2

Tabela IV.6 Resultado da Análise Discriminante por Passos

Passo	Variável ^a	R ² Parcial	F estatístico	Prob > F	Lambda de Wilks	Prob < Lambda
1	CORO2	0,6708	192,901	0,0001	0,32919828	0,0001
2	RECOMR	0,2945	39,383	0,0001	0,23223994	0,0001
3	CORO1	0,2612	33,229	0,0001	0,17158515	0,0001
4	FOPE	0,0964	9,996	0,0001	0,15503957	0,0001
5	RUGO	0,0806	8,179	0,0001	0,14254727	0,0001
6	GRAN	0,0355	3,423	0,0177	0,13748733	0,0001
7	CACO	0,0225	2,131	0,0965	0,13439608	0,0001
8	SUCOR	0,0325	3,101	0,0272	0,13002975	0,0001
9	RECOR	0,0243	2,296	0,0780	0,12686366	0,0001
10	DEBA	0,0255	2,397	0,0684	0,12363090	0,0001
11	FIR2	0,0239	2,240	<u>0,0839</u>	0,12067085	0,0001
12	CREMO	0,0207	1,923	0,1261	0,11817384	0,0001
13	RECOM	0,0147	1,354	0,2573	0,11643534	0,0001
14	FIR3	0,0116	1,062	0,3657	0,11508245	0,0001
15	UMI	0,0076	0,691	0,5585	0,11420612	0,0001
16	FIR1	0,0024	0,213	0,8874	0,11393556	0,0001

^a - Identificação das variáveis (atributos) na Tabela IV.2

Com estes atributos foi elaborada a ficha utilizada para a análise sensorial descritiva da textura das amostras, apresentada na Figura IV.3.

IV.1.1.3. Seleção de Provadores

A Seleção dos provadores para análise sensorial descritiva da textura dos géis foi realizada considerando três critérios: poder de discriminação das amostras, repetibilidade e concordância com a equipe. Para esta seleção foram considerados os dados obtidos para intensidade dos onze atributos selecionados.

Habilidade discriminatória e repetibilidade

A habilidade discriminatória e a repetibilidade foram avaliadas através da análise de variância de 2 fatores (amostras e repetições) aplicada aos resultados de cada provador, para cada atributo (Tabelas IV.7 e IV.8).

As probabilidades estatísticas encontradas para F_{amostras} (Tabela IV.7) mostraram um poder de discriminação satisfatório para todos os provadores. Utilizando o critério de STONE et alii (1974), $pF_{\text{amostras}} < 0,50$, somente os candidatos 8 e 10 tiveram baixo poder de discriminação em somente um atributo cada.

A repetibilidade individual para cada atributo foi avaliada considerando a significância de $F_{\text{repetições}}$ a $p < 0,05$. Os resultados foram satisfatórios pois 6 dos provadores (2,5,11,12,13 e 17) não foram consistentes em somente um atributo; 2 provadores (7 e 15) em 2 atributos e somente o provador 18 em 4 atributos (Tabela IV.8).

A Análise de Variância Multivariada (MANOVA) de 2 fatores (amostras e repetições) foi realizada com o objetivo de se poder concluir mais facilmente sobre o poder de discriminação e repetibilidade dos provadores. Devido ao fato de não haver suficientes graus de liberdade para a análise, os atributos foram divididos em 2 grupos: um de 5 e outro de 6 atributos. Os critérios utilizados para avaliar habilidade discriminatória e repetibilidade foram os mesmos utilizados anteriormente com a ANOVA. Os resultados (Tabela IV.9) mostraram que somente o provador 9

NOME: _____ DATA: _____

41

Por favor, avalie os seguintes atributos na amostra _____ utilizando as escalas abaixo:

1a Etapa

DEFORMAÇÃO

DA BASE:

NENHUMA |-----| MUITA

2a Etapa

RESISTENCIA A

COMPRESSÃO

ATE RUPTURA

: BAIXA |-----| ALTA

COMPORTAMENTO

AO ROMPER:

CREMOSO |-----| QUEBRADIÇO

3a Etapa

RESISTENCIA

AO CORTE:

BAIXA |-----| ALTA

FIRMEZA:

BAIXA |-----| ALTA

CARACTERISTICA

DO CORTE:

LISO |-----| GRANULOSO

FORMA DOS PEDAÇOS:

DESMANCHADA |-----| ESTRUTURADA

SUPERFICIE

CORTADA:

LISA |-----| RUGOSA

4a Etapa

RUGOSIDADE:

BAIXA |-----| ALTA

COMPORTAMENTO

AO ROMPER:

FLUIDO |-----| FRAGMENTADO

GRANULOSIDADE:

BAIXA |-----| ALTA

Figura IV.3 - Ficha definitiva para análise sensorial descritiva da textura dos géis.

Tabela IV.7 Valores de F amostras e suas probabilidades da Análise de Variância de dois fatores (amostras e repetições)
para cada provador, por atributo

ATRIBUTOS ^a	PROVADOR 1		PROVADOR 2		PROVADOR 3		PROVADOR 4		PROVADOR 5		PROVADOR 6	
	F	p	F	p	F	p	F	p	F	p	F	p
DEBA	10,46	0,0027	18,06	0,0004	12,20	0,0016	5,74	0,0178	15,69	0,0006	6,45	0,0127
RECOMR	47,55	0,0001	2,94	0,0918	5,75	0,0177	36,77	0,0001	11,93	0,0017	4,45	0,0352
CORO1	20,49	0,0002	7,57	0,0078	7,26	0,0089	19,48	0,0003	14,99	0,0008	14,83	0,0008
RECOR	225,49	0,0001	4,45	0,0352	6,32	0,0135	7,25	0,0089	3,59	0,0595	3,76	0,0532
FIR2	326,85	0,0001	9,39	0,0039	6,82	0,0108	16,73	0,0005	8,76	0,0049	6,73	0,0112
CACO	628,21	0,0001	2,85	0,0976	4,79	0,0291	7,84	0,0070	9,63	0,0036	54,06	0,0001
FOPE	1333,02	0,0001	30,17	0,0001	4,64	0,0317	55,78	0,0001	5,65	0,0186	15,28	0,0007
SUCOR	116,65	0,0001	3,82	0,0514	5,98	0,0159	18,56	0,0003	10,36	0,0028	17,55	0,0004
RUGO	108,53	0,0001	15,13	0,0007	4,25	0,0396	54,45	0,0001	12,11	0,0016	29,67	0,0001
CORO2	22,81	0,0002	44,59	0,0001	2,85	0,0973	30,36	0,0001	14,66	0,0008	18,50	0,0003
GRAN	19,73	0,0003	16,54	0,0005	4,18	0,0412	16,46	0,0005	6,82	0,0108	11,97	0,0017

^a - Identificação dos atributos na Tabela IV.2

Tabela IV.7 continuação

ATRIBUTOS ^a	PROVADOR 7		PROVADOR 8		PROVADOR 9		PROVADOR 10		PROVADOR 11		PROVADOR 12	
	F	p	F	p	F	p	F	p	F	p	F	p
DEBA	11,67	0,0019	94,13	0,0001	1,66	0,2448	0,41	<u>0,7510</u>	52,85	0,0001	187,04	0,0001
RECOMR	17,37	0,0004	26,22	0,0001	6,50	0,0125	5,02	0,0259	56,01	0,0001	8,07	0,0064
CORO1	8,29	0,0059	35,20	0,0001	1,90	0,2009	8,20	0,0061	4,48	0,0347	15,77	0,0006
RECOR	4,87	0,0279	30,98	0,0001	4,03	0,0451	4,34	0,0377	2,92	0,0929	8,60	0,0052
FIR2	9,66	0,0036	43,60	0,0001	3,15	0,0792	13,58	0,0011	17,93	0,0004	17,20	0,0005
CACO	5,85	0,0169	6,27	0,0139	3,60	0,0591	38,42	0,0001	24,20	0,0001	7,28	0,0088
FOPE	14,53	0,0009	37,60	0,0001	4,02	0,0455	18,32	0,0004	16,99	0,0005	15,58	0,0007
SUCOR	7,74	0,0073	1,54	0,2692	4,63	0,0319	10,29	0,0029	6,03	0,0155	6,60	0,0119
RUGO	6,62	0,0118	0,71	<u>0,5723</u>	3,15	0,0791	13,14	0,0012	24,34	0,0001	5,84	0,0170
CORO2	33,19	0,0001	19,45	0,0003	3,37	0,0684	14,86	0,0008	11,57	0,0019	38,24	0,0001
GRAN	11,05	0,0023	33,73	0,0001	1,33	0,3230	22,32	0,0002	14,36	0,0009	5,42	0,0209

^a - Identificação dos atributos na Tabela IV.2

Tabela IV.7 continuação

ATRIBUTOS ^a	PROVADOR 13		PROVADOR 14		PROVADOR 15		PROVADOR 16		PROVADOR 17		PROVADOR 18	
	F	p	F	p	F	p	F	p	F	p	F	p
DEBA	547,15	0,0001	58,38	0,0001	47,43	0,0001	3,27	0,0731	38,27	0,0001	6,74	0,0112
RECOMR	4,85	0,0282	5,07	0,0251	19,92	0,0003	2,80	0,1011	3,15	0,0790	10,56	0,0026
CORO1	14,30	0,0009	19,31	0,0003	29,14	0,0001	16,41	0,0005	29,76	0,0001	15,89	0,0006
RECOR	24,85	0,0001	8,86	0,0047	3,75	0,0536	9,45	0,0038	7,02	0,0099	7,84	0,0070
FIR2	29,99	0,0001	12,03	0,0017	6,64	0,0117	9,69	0,0035	7,15	0,0093	7,82	0,0071
CACO	4,57	0,0330	8,30	0,0059	5,86	0,0168	3,65	0,0570	10,42	0,0028	4,94	0,0269
FOPE	39,06	0,0001	12,26	0,0016	8,23	0,0060	46,01	0,0001	47,82	0,0001	5,36	0,0216
SUCOR	23,51	0,0001	22,08	0,0002	3,76	0,0532	15,47	0,0007	19,91	0,0003	12,74	0,0014
RUGO	13,03	0,0013	12,35	0,0015	4,29	0,0387	40,56	0,0001	22,95	0,0001	19,96	0,0003
CORO2	15,94	0,0006	17,43	0,0004	56,04	0,0001	49,10	0,0001	101,80	0,0001	15,39	0,0007
GRAN	32,49	0,0001	7,69	0,0075	9,48	0,0038	127,95	0,0001	11,88	0,0018	13,08	0,0012

^a - Identificação dos atributos na Tabela IV.2

Tabela IV.8 Valores de $F_{\text{repetições}}$ e suas probabilidades da Análise de Variância de dois fatores (amostras e repetições) para cada provador, por atributo

ATRIBUTOS ^a	PROVADOR 1		PROVADOR 2		PROVADOR 3		PROVADOR 4		PROVADOR 5		PROVADOR 6	
	F	p	F	p	F	p	F	p	F	p	F	p
DEBA	0,84	0,5039	0,40	0,7566	1,67	0,2426	0,22	0,8787	3,56	0,0605	0,72	0,5666
RECOMR	0,58	0,6417	2,65	0,1122	0,55	0,6606	0,92	0,4677	1,76	0,2248	0,46	0,7152
CORO1	0,80	0,5253	4,25*	0,0397	2,12	0,1674	1,92	0,1969	2,94	0,0914	0,85	0,5014
RECOR	2,09	0,1717	2,22	0,1549	1,52	0,2759	1,59	0,2592	1,02	0,4286	0,41	0,7511
FIR2	1,19	0,3675	1,93	0,1961	1,49	0,2830	2,16	0,1630	0,83	0,5083	0,46	0,7148
CACO	0,45	0,7203	1,51	0,2762	0,98	0,4452	0,76	0,5436	9,55*	0,0037	0,28	0,8356
FOPE	2,05	0,1778	2,04	0,1790	1,25	0,3488	1,39	0,3070	1,96	0,1903	0,51	0,6844
SUCOR	1,03	0,4259	2,48	0,1272	1,29	0,3358	2,13	0,1670	2,69	0,1090	0,28	0,8386
RUGO	0,63	0,6149	1,55	0,2688	0,76	0,5449	3,58	0,0598	1,05	0,4179	0,88	0,4876
CORO2	0,65	0,6052	0,20	0,8934	0,68	0,5851	0,74	0,5527	1,87	0,2045	0,91	0,4749
GRAN	0,61	0,6224	0,72	0,5669	0,53	0,6745	2,83	0,0990	1,33	0,3257	0,56	0,6523

^a - Identificação dos atributos na Tabela IV.2

* - Valores de F significativos ($p < 0,05$)

Tabela IV.8 continuação

ATRIBUTOS ^a	PROVADOR 7	PROVADOR 8	PROVADOR 9	PROVADOR 10	PROVADOR 11	PROVADOR 12						
	F	p	F	p	F	p						
DEBA	1,02	0,4302	2,68	0,1100	1,51	0,2779	1,20	0,3633	4,58*	0,0328	3,94*	0,0477
RECOMR	0,74	0,5523	2,33	0,1426	0,36	0,7808	1,90	0,2005	1,64	0,2474	0,97	0,4483
CORO1	0,88	0,4876	0,37	0,7792	0,09	0,9641	0,31	0,8178	0,44	0,7287	1,90	0,1999
RECOR	0,89	0,4827	0,65	0,6010	2,19	0,1588	0,20	0,8942	0,30	0,8251	1,17	0,3729
FIR2	4,50*	0,0343	0,70	0,5780	1,28	0,3403	1,04	0,4223	2,28	0,1483	0,52	0,6790
CACO	1,49	0,2824	1,74	0,2275	0,43	0,7398	0,56	0,6568	2,43	0,1325	1,78	0,2205
FOPE	4,06*	0,0445	1,30	0,3341	0,32	0,8127	1,01	0,4340	0,90	0,4803	0,93	0,4658
SUCOR	2,34	0,1412	0,70	0,5755	0,26	0,8518	1,12	0,3916	0,41	0,7487	0,85	0,4999
RUGO	0,54	0,6681	0,44	0,7268	0,87	0,4911	0,38	0,7723	1,53	0,2733	0,48	0,7044
CORO2	1,51	0,2762	0,78	0,5354	0,34	0,8002	1,55	0,2684	1,89	0,2019	1,14	0,3840
GRAN	0,43	0,7381	1,18	0,3699	1,25	0,3481	0,90	0,4781	0,81	0,5200	1,00	0,4353

^a - Identificação dos atributos na Tabela IV.2*- Valores de F significativos ($p < 0,05$)

Tabela IV.8 continuação

ATRIBUTOS ^a	PROVADOR 13	PROVADOR 14	PROVADOR 15	PROVADOR 16	PROVADOR 17	PROVADOR 18						
	F	p	F	p	F	p						
DEBA	2,81	0,1005	0,87	0,4921	0,18*	0,0030	0,57	0,6471	4,34*	0,0377	6,43*	0,0129
RECOMR	1,27	0,3418	1,94	0,1933	4,23	0,0402	0,52	0,6806	0,74	0,5538	4,65*	0,0315
CORO1	1,15	0,3813	3,04	0,0851	1,90	0,2009	0,75	0,5482	2,17	0,1616	0,74	0,5528
RECOR	0,66	0,5988	0,33	0,8031	2,37	0,1386	0,42	0,7410	1,15	0,3813	4,21*	0,0405
FIR2	0,89	0,4810	0,42	0,7405	3,13	0,0804	0,35	0,7931	1,53	0,2731	4,36*	0,0372
CACO	1,42	0,3006	1,25	0,3493	4,36*	0,0372	0,28	0,8418	0,30	0,8246	2,42	0,1337
FOPE	0,59	0,6354	1,36	0,3172	0,65	0,6026	1,76	0,2248	1,67	0,2418	0,08	0,9682
SUCOR	4,01	0,0458	2,81	0,0999	2,07	0,1745	0,75	0,5477	1,12	0,3899	0,82	0,5141
RUGO	0,92	0,4680	0,41	0,7496	1,58	0,2616	0,51	0,6837	2,71	0,1074	0,43	0,7345
CORO2	0,11	0,9493	1,07	0,4101	0,55	0,6604	1,10	0,3999	0,65	0,6014	0,51	0,6853
GRAN	0,63	0,6111	1,96	0,1910	1,24	0,3510	0,40	0,7539	0,58	0,6425	0,45	0,7230

^a - Identificação dos atributos na Tabela IV.2*- Valores de F significativos ($p < 0,05$)

Tabela IV.9 MANOVA - Probabilidades (Wilk's Lambda) da Análise de Variância Multivariada de 2 fatores (amostras e repetições) de 2 grupos de atributos: I (5 atributos) e II (6 atributos).

PROVADORES	GRUPO I		GRUPO II	
	AMOSTRAS	REPETIÇÕES	AMOSTRAS	REPETIÇÕES
1	0,0001	0,8409	0,0001	0,3094
2	0,0037	0,1470	0,0608	0,3712
3	0,0623	0,4513	0,0271	0,5221
4	0,0002	0,1622	0,0061	0,4517
5	0,0095	0,5906	0,0511	0,2397
6	0,0001	0,3244	0,0051	0,8372
7	0,0061	0,7165	0,0037	0,6252
8	0,0018	0,7939	0,0021	0,6618
9	0,0905	0,7276	<u>0,5460</u>	0,3678
10	0,0001	0,6931	0,0221	0,8887
11	0,0001	0,4829	0,0001	0,1283
12	0,0158	0,8309	0,0007	0,2852
13	0,0040	0,8574	0,0001	0,4230
14	0,0144	0,1395	0,0003	0,1315
15	0,0001	0,6192	0,0029	0,3177
16	0,0045	0,8841	0,0028	0,9557
17	0,0001	0,4609	0,0124	0,8276
18	0,0055	0,7249	0,0048	0,3491

apresentou baixo poder de discriminação no 2º grupo de atributos mas com uma probabilidade (0,5460) muito próxima a 0,50. Sendo assim a concordância entre os provadores foi escolhida como principal critério para selecionar a equipe de provadores.

Concordância entre os provadores

Através dos coeficientes de correlação pode-se avaliar a concordância entre os provadores. Os 153 coeficientes encontrados (Tabela IV.10) estavam entre 0,30 e 0,80 sendo somente 9 deles menores que 0,39. Destes 9 coeficientes, 8 foram relativos ao provador 9.

É interessante notar que o provador 9 que apresenta menor concordância com os outros provadores, também apresenta o menor poder de discriminação (segundo o resultado da MANOVA). Isto sugere que a falta de concordância entre este provador e a equipe pode ser devido a diferentes interpretações dos atributos assim como à sua dificuldade de discriminar as amostras.

Com um número tão grande de coeficientes de correlação foi muito difícil decidir quais outros provadores deviam ser rejeitados, além do provador 9. Sendo assim, foi aplicada aos dados a Análise de Cluster, que se baseia nos coeficientes de correlação entre as variáveis a serem agrupadas. Dessa forma foram obtidos agrupamentos entre os provadores que mais concordavam entre si. O gráfico final, resultado desta análise estatística pode ser visto na Figura IV.4.

Considerando uma proporção da variância explicada razoavelmente alta (70%), 3 agrupamentos foram obtidos:

1º agrupamento: Provadores 2, 3, 4, 7, 16, 17 e 18

2º agrupamento: Provadores 1, 5, 6, 8, 10, 11, 12, 13, 14 e 15

3º agrupamento: Provadores 9

Os resultados da ANOVA (Tabela IV.7 e IV.8) e MANOVA (Tabela IV.9) com os dados para cada candidato indicam que os 2 grupos, tanto o de 10 como o de 7 provadores podem ser escolhidos. Foi escolhido então o agrupamento de 10 provadores para a análise sensorial descritiva dos géis pois, além de ser mais conveniente trabalhar com uma equipe de no mínimo 10 provadores, este agrupamento não contém o provador 18, que apresentou baixa repetibilidade em 4 atributos.

Tabela IV.10 Matriz de coeficientes de correlação (r) entre os provedores

	Prov1	Prov2	Prov3	Prov4	Prov5	Prov6	Prov7	Prov8	Prov9	Prov10	Prov11	Prov12	Prov13	Prov14	Prov15	Prov16	Prov17	Prov18
Prov1	1,000																	
Prov2	0,610	1,000																
Prov3	0,620	0,579	1,000															
Prov4	0,790	0,713	0,609	1,000														
Prov5	0,724	0,567	0,636	0,676	1,000													
Prov6	0,642	0,534	0,499	0,665	0,710	1,000												
Prov7	0,673	0,606	0,583	0,675	0,662	0,656	1,000											
Prov8	0,772	0,518	0,568	0,682	0,677	0,648	0,626	1,000										
Prov9	0,498	0,401	0,466	0,501	0,492	0,296	0,383	0,358	1,000									
Prov10	0,647	0,459	0,529	0,694	0,613	0,723	0,562	0,661	0,313	1,000								
Prov11	0,685	0,547	0,542	0,648	0,630	0,667	0,686	0,728	0,402	0,637	1,000							
Prov12	0,703	0,602	0,558	0,712	0,666	0,643	0,641	0,706	0,364	0,581	0,667	1,000						
Prov13	0,745	0,612	0,648	0,704	0,705	0,672	0,650	0,738	0,362	0,697	0,693	0,769	1,000					
Prov14	0,765	0,612	0,614	0,701	0,736	0,642	0,649	0,714	0,506	0,567	0,707	0,705	0,702	1,000				
Prov15	0,680	0,545	0,473	0,665	0,570	0,558	0,550	0,655	0,387	0,573	0,650	0,645	0,592	0,618	1,000			
Prov16	0,778	0,682	0,600	0,726	0,676	0,576	0,650	0,595	0,394	0,587	0,548	0,612	0,640	0,646	0,607	1,000		
Prov17	0,669	0,658	0,597	0,710	0,694	0,678	0,624	0,662	0,445	0,630	0,691	0,636	0,684	0,695	0,635	0,687	1,000	
Prov18	0,541	0,467	0,448	0,635	0,531	0,538	0,602	0,507	0,371	0,569	0,515	0,469	0,592	0,504	0,378	0,574	0,592	1,000

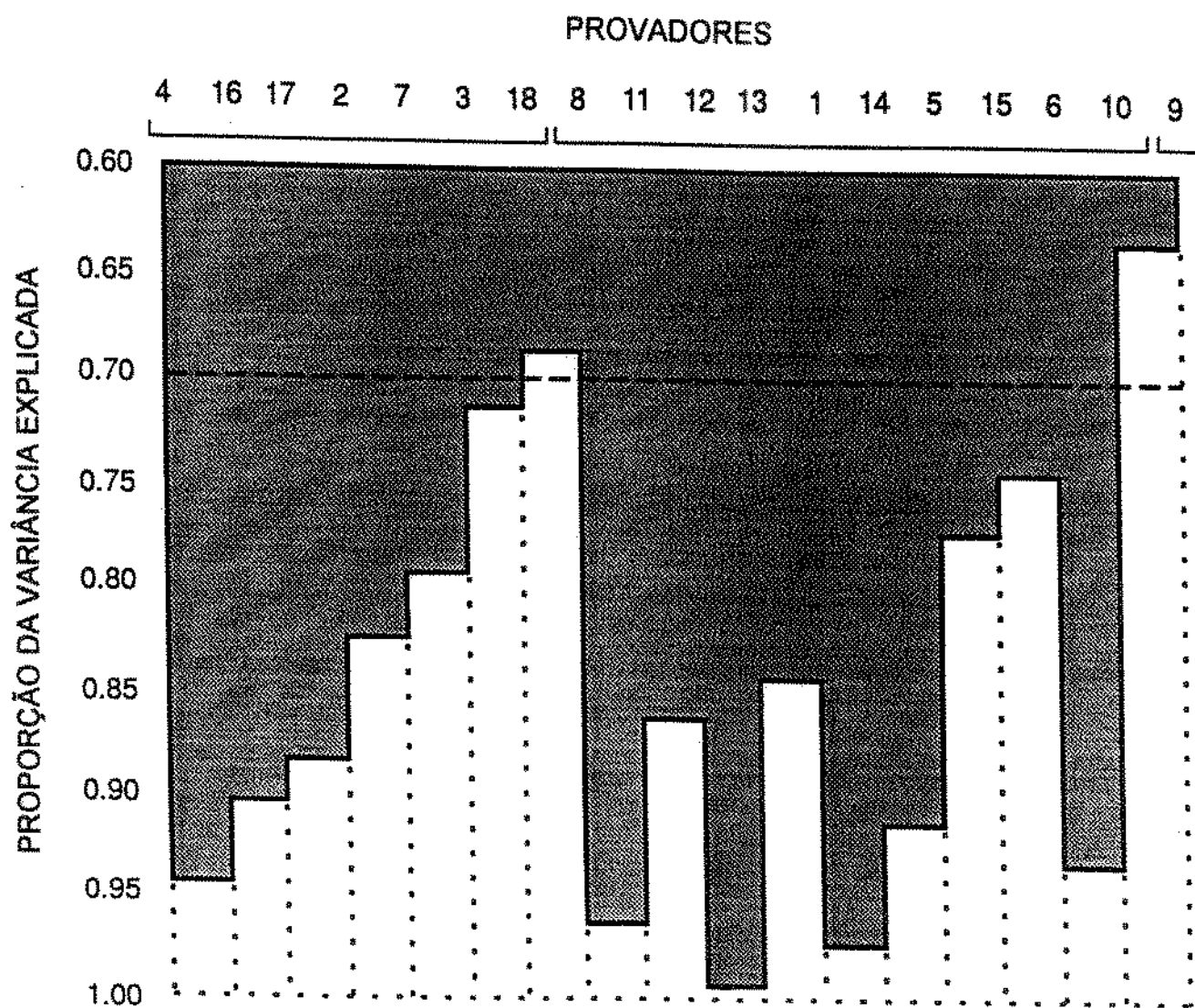


Figura IV.4 - Resultado da Análise de Cluster

A seleção da equipe foi avaliada comparando-se os resultados obtidos da ANOVA de 3 fatores (amostras, provadores, repetições), com interações, considerando os 18 provadores e considerando somente os 10 provadores selecionados (Tabela IV.11).

Um efeito significativo do provador pode não interferir na precisão das diferenças entre as amostras (STONE e SIDEL, 1985); no entanto, é desejável uma interação amostra * provador menor possível (POWERS et alii, 1984). Sob este ponto de vista, os resultados obtidos com a equipe selecionada foram melhores pois os valores encontrados apresentaram menor ou similar interação amostra * provador (maiores ou similares probabilidades de F) para 7 atributos.

IV.1.2. Avaliação das Amostras

IV.1.2.1. Qualidade dos Resultados

Ao se tabular os dados foi observado que o provador 6 utilizava somente os extremos das escalas, principalmente nas amostras com 0,25 % de concentração total de hidrocolóides. Para decidir se prosseguia a análise dos resultados com ou sem o provador 6, foi aplicada ANOVA e MANOVA de 2 fatores (% LBG, provador) com interação, a dois grupos de dados: (1) - resultados das medidas sensoriais dos atributos selecionados, incluindo os resultados do provador 6 (Tabela IV.12 e IV.13) e (2) - o mesmo porém excluindo os resultados do provador 6 (Tabela IV.14 e IV.15).

Comparando os resultados (valores de F e p) (Tabela IV.16), observa-se que sem o provador 6, houve um decréscimo do número de $F_{\text{provadores}}$ significativos ($p < 0,05$), para 0,15% e 0,25% de concentração total, e um decréscimo do número de $F_{\% \text{LBG} * \text{provador}}$ significativos ($p < 0,05$) no grupo 0,25% de concentração total. Além disso, observa-se um aumento no valor da maioria das probabilidades de $F_{\% \text{LBG} * \text{provador}}$ sem o provador 6. Por exemplo, comparando os resultados para o atributo *granulosidade* nas Tabelas IV.13 e IV.15, observamos que o $F_{\text{provadores}}$ deixou de ser significativo ($p < 0,05$) e ocorreu um grande aumento no valor de sua probabilidade (0,001 à 0,0795).

Sendo assim, decidiu-se por não considerar os dados do provador 6 na análise sensorial descritiva da textura dos géis, ficando a equipe com 9 provadores.

Tabela IV.11 Probabilidades de F das Análises de Variância de 3 fatores (amostras, provadores, repetições) com interações, considerando os 18 provadores (A) e somente os 10 selecionados (B).

Atributos ^a		Amostras	Provadores	Repetições	Am * Prov	Am * Rep	Prov * Rep
DEBA	A	0,0001	0,0001	0,0514	0,0001	0,0001	0,5682
	B	0,0001	0,0001	0,0604	<u>0,0027</u>	0,0026	0,3619
RECOMR	A	0,0001	0,0001	0,0614	0,1266	0,0031	0,0314
	B	0,0001	0,3317	0,2915	<u>0,2621</u>	0,1706	0,0217
CORO 1	A	0,0001	0,0040	0,3891	0,0917	0,0260	0,0713
	B	0,0001	0,0094	0,1865	<u>0,4565</u>	0,5469	0,2988
RECOR	A	0,0001	0,0001	0,4375	0,0031	0,1259	0,2410
	B	0,0001	0,0005	0,7358	0,0009	0,0616	0,1989
FIR 2	A	0,0001	0,0001	0,3033	0,0002	0,0032	0,5385
	B	0,0001	0,0001	0,5201	<u>0,0131</u>	0,0049	0,5235
CACO	A	0,0001	0,0001	0,5284	0,0001	0,0001	0,0915
	B	0,0001	0,0003	0,2945	<u>0,0003</u>	0,0001	0,0190
FOPE	A	0,0001	0,0001	0,2187	0,0110	0,0067	0,0082
	B	0,0001	0,0001	0,0647	0,0001	0,0837	0,0005
SUCOR	A	0,0001	0,0001	0,1411	0,0055	0,0059	0,0215
	B	0,0001	0,0001	0,1236	0,0019	0,0886	0,0905
RUGO	A	0,0001	0,0001	0,2779	0,0206	0,1198	0,0703
	B	0,0001	0,0001	0,3881	<u>0,0667</u>	0,5051	0,4214
CORO 2	A	0,0001	0,0001	0,0004	0,0001	0,0196	0,0025
	B	0,0001	0,0001	0,0005	<u>0,0001</u>	0,1316	0,0003
GRAN	A	0,0001	0,0001	0,5866	0,0041	0,0987	0,0017
	B	0,0001	0,0001	0,1432	0,0023	0,1194	0,0977

^a - Identificação dos atributos na Tabela IV.2

Tabela IV.12 Resultados da ANOVA e MANOVA de 2 fatores (% LBG e provadores) com interação, para cada atributo sensorial avaliado nas amostras de 0,15 % de concentração total de hidrocolóides, incluindo os resultados do provador 6.

Atributos ^a	F % LBG	P	F provadores	P	F % LBG * provador	P
DEBA	39,79*	0,0001	6,48*	0,0001	0,90	0,6395
RECOMR	34,72*	0,0001	2,72*	0,0135	1,49	0,0860
CORO 1	149,52*	0,0001	4,77*	0,0002	3,81*	0,0001
RECOR	84,23*	0,0001	10,20*	0,0001	3,71*	0,0001
FIR 2	69,95*	0,0001	8,58*	0,0001	3,35*	0,0001
CACO	98,69*	0,0001	5,93*	0,0001	2,32*	0,0021
FOPE	115,57*	0,0001	22,99*	0,0001	3,56*	0,0001
SUCOR	49,99*	0,0001	4,08*	0,0007	0,97	0,5400
RUGO	86,17*	0,0001	1,91	0,0772	1,35	0,1494
CORO 2	181,46*	0,0001	8,97*	0,0001	3,58*	0,0001
GRAN	143,76*	0,0001	6,89*	0,0001	2,66*	0,0004
Lambda de Wilks (MANOVA)	8,14*	0,0001	4,83*	0,0001	1,60*	0,0001

^a - Identificação dos atributos na Tabela IV.2

* - Valores de F significativos ($p < 0,05$)

Tabela IV.13 Resultados da ANOVA e MANOVA de 2 fatores (% LBG e provadores) com interação, para cada atributo sensorial avaliado nas amostras de 0,25 % de concentração total de hidrocolóides, incluindo os resultados do provador 6.

Atributos ^a	F % LBG	P	F provadores	P	F % LBG * provador	P
DEBA	7,75*	0,0001	22,97*	0,0001	2,55*	0,0007
RECOMR	15,43*	0,0001	5,92*	0,0001	0,75	0,8248
CORO 1	42,51*	0,0001	8,55*	0,0001	1,32	0,1681
RECOR	22,31*	0,0001	21,57*	0,0001	1,46	0,0964
FIR 2	36,89*	0,0001	22,83*	0,0001	1,83*	0,0194
CACO	29,37*	0,0001	17,38*	0,0001	1,65*	0,0440
FOPE	30,56*	0,0001	13,80*	0,0001	1,43	0,1099
SUCOR	22,06*	0,0001	15,32*	0,0001	1,05	0,4334
RUGO	16,94*	0,0001	8,77*	0,0001	1,28	0,1949
CORO 2	28,47*	0,0001	9,15*	0,0001	1,30	0,1856
GRAN	40,56*	0,0001	7,20*	0,0001	1,33	0,1645
Lambda de Wilks (MANOVA)	4,28*	0,0001	7,06*	0,0001	1,48*	0,0001

^a - Identificação dos atributos na Tabela IV.2

* - Valores de F significativos ($p < 0,05$)

Tabela IV.14 Resultados da ANOVA e MANOVA de 2 fatores (% LBG e provadores) com interação, para cada atributo sensorial avaliado nas amostras de 0,15 % de concentração total de hidrocolóides, excluindo os resultados do provador 6.

Atributos ^a	F % LBG	P	F provadores	P	F % LBG *provador	P
DEBA	36,07*	0,0001	7,93*	0,0001	0,88	0,6507
RECOMR	24,61*	0,0001	1,56	0,1719	0,96	0,5513
CORO 1	114,04*	0,0001	1,34	0,2522	2,67*	0,0008
RECOR	63,62*	0,0001	6,82*	0,0001	3,15*	0,0001
FIR 2	51,23*	0,0001	5,53*	0,0001	2,63*	0,0010
CACO	83,45*	0,0001	3,87*	0,0020	1,93*	0,0173
FOPE	91,89*	0,0001	24,24*	0,0001	3,02*	0,0002
SUCOR	36,81*	0,0001	3,69*	0,0029	0,73	0,8325
RUGO	74,36*	0,0001	0,45	0,8642	0,97	0,5267
CORO 2	137,80*	0,0001	3,43*	0,0047	2,48*	0,0018
GRAN	109,73*	0,0001	3,72*	0,0027	1,88*	0,0210
Lambda de Wilks (MANOVA)	6,98*	0,0001	4,48*	0,0001	1,50*	0,0001

^a - Identificação dos atributos na Tabela IV.2

* - Valores de F significativos ($p < 0,05$)

Tabela IV.15 Resultados da ANOVA e MANOVA de 2 fatores (% LBG e provadores) com interação, para cada atributo sensorial avaliado nas amostras de 0,25 % de concentração total de hidrocolóides, excluindo os resultados do provador 6.

Atributos ^a	F % LBG	P	F provadores	P	F % LBG * provador	P
DEBA	7,54*	0,0001	22,40*	0,0001	2,50*	0,0017
RECOMR	14,49*	0,0011	4,20*	0,0011	0,66	0,8965
CORO 1	41,35*	0,0001	4,45*	0,0007	0,89	0,6411
RECOR	21,08*	0,0001	17,08*	0,0001	1,33	0,1753
FIR 2	34,89*	0,0001	18,75*	0,0001	1,66	0,0521
CACO	28,11*	0,0001	11,29*	0,0001	1,41	0,1341
FOPE	28,48*	0,0001	10,48*	0,0001	1,25	0,2377
SUCOR	21,58*	0,0001	12,88*	0,0001	0,94	0,5749
RUGO	16,26*	0,0001	4,17*	0,0012	1,15	0,3221
CORO 2	27,33*	0,0001	4,96*	0,0003	1,06	0,4223
GRAN	39,00*	0,0001	1,97	0,0795	0,98	0,5187
Lambda de Wilks (MANOVA)	3,98*	0,0001	6,33*	0,0001	1,42*	0,0001

^a - Identificação dos atributos na Tabela IV.2

* - Valores de F significativos ($p < 0,05$)

Tabela IV.16 Comparação entre ANOVAs com e sem o provador 6 : n° de $F_{\text{provedores}}$ e $F\% \text{ LBG} * \text{provedor}$ significativos ($p < 0,05$) e n° de probabilidades que tiveram seu valor aumentado sem o provador 6 (N°).

Concentração total de hidrocolóides	n° $F_{\text{provedores}}$	N°	n° $F\% \text{ LBG} * \text{provedor}$	N°
0,15 % com provador 6	10	-	7	-
sem provador 6	7	7	7	10
0,25 % com provador 6	11	-	3	-
sem provador 6	10	5	1	11

A equipe de provedores selecionada apresentou uma eficiência satisfatória pois de acordo com STONE e SIDEL (1985) é desejável uma interação amostra * provedor menor possível e isto pôde ser verificado principalmente nos resultados das amostras com 0,25% de concentração total de hidrocolóides, pois o número de $F\% \text{ LBG} * \text{provedor}$ significativos diminuiu de 3 para 1 (Tabela IV.16).

IV.1.2.2. Influência da Composição de Hidrocolóides em Cada Atributo Sensorial

Através de F_{amostras} , (Tabelas IV.14 e IV.15), concluímos que houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre as amostras tanto em 0,15% como em 0,25% de concentração total de hidrocolóides, para todos os atributos.

Este mesmo resultado foi verificado na MANOVA, que indica ter havido diferença significativa ($p < 0,05$) entre as amostras ao considerar todos os atributos em conjunto.

As médias (e desvios-padrões) dos valores obtidos para cada atributo sensorial avaliado, assim como os resultados do teste de Tukey, estão apresentados nas Tabelas IV.17 e IV.18 para 0,15% e 0,25% de concentração total de hidrocolóides, respectivamente. Os valores de desvio-padrão variaram entre 0,26 e 2,67 sendo que a média geral foi de 1,50. Estes valores são compatíveis com outros trabalhos encontrados na literatura, o que significa que a equipe de

Tabela IV.17 Médias ($\bar{x}$) e desvios-padrão (s) dos valores de cada atributo sensorial de textura, para os géis de 0,15% de concentração total de hidrocolóides

% Substituição por LBG	Atributos ^a							
	DEBA		RECOMR		CORO 1		RECOR	
	$\bar{x}$	(s)	$\bar{x}$	(s)	$\bar{x}$	(s)	$\bar{x}$	(s)
0	1,37 a	(1,92)	5,94 a	(1,90)	7,15 a	(1,74)	5,77 a	(2,40)
10	2,64 ab	(2,43)	3,31 b	(2,36)	4,12 b	(1,83)	3,81 b	(1,92)
20	3,77 bc	(2,67)	1,50 c	(0,68)	1,92 c	(1,54)	1,80 c	(1,82)
30	5,29 c	(2,14)	1,24 c	(0,58)	1,20 cd	(0,68)	0,97 cd	(0,67)
40	7,38 d	(1,79)	1,46 c	(2,16)	0,50 d	(0,66)	0,79 cd	(1,21)
50	7,82 d	(1,43)	0,82 c	(0,68)	0,34 d	(0,45)	0,53 d	(0,59)
							0,71 d	(0,78)
							0,43 d	(0,47)

% Substituição por LBG	Atributos ^a							
	FOPE		SUCOR		RUGO		CORO 2	
	$\bar{x}$	(s)	$\bar{x}$	(s)	$\bar{x}$	(s)	$\bar{x}$	(s)
0	7,29 a	(1,18)	7,26 a	(1,02)	7,13 a	(1,39)	6,50 a	(1,28)
10	4,89 b	(2,02)	4,59 b	(2,25)	2,83 b	(2,22)	2,66 b	(1,90)
20	3,81 c	(2,09)	2,80 c	(2,18)	1,29 c	(0,70)	1,84 b	(1,06)
30	2,58 d	(1,75)	1,78 cd	(1,80)	0,85 c	(0,66)	0,62 c	(0,43)
40	1,67 de	(1,68)	1,08 cd	(1,64)	0,47 c	(0,54)	0,43 c	(0,38)
50	1,38 e	(1,75)	0,68 d	(1,09)	0,38 c	(0,40)	0,32 c	(0,33)
							0,54 d	(0,77)

^a - Identificação dos atributos na Tabela IV.2

Letras diferentes indicam diferença significativa ($p < 0,05$).

Tabela IV.18 Médias (x) e desvios-padrão (s) dos valores de cada atributo sensorial de textura, para os géis de 0,25% de concentração total de hidrocolóides

Atributos ^a												
%	DEBA		RECOMR		CORO 1		RECOR		FIR 2		CACO	
Substituição por LBG	x	(s)	x	(s)	x	(s)	x	(s)	x	(s)	x	(s)
0	0,47 a	(0,68)	8,18 a	(1,40)	8,16 a	(1,02)	7,95 a	(1,06)	8,07 a	(0,91)	7,91 a	(1,02)
10	0,24 a	(0,26)	8,01 a	(0,88)	7,94 a	(1,01)	7,47 ab	(1,79)	8,00 a	(0,84)	6,97 ab	(2,15)
20	1,03 abc	(1,91)	7,93 a	(0,99)	7,58 ab	(1,16)	7,08 ab	(1,37)	7,24 ab	(1,28)	6,01 bc	(2,03)
30	0,78 ab	(1,22)	6,92 ab	(1,66)	6,21 b	(1,98)	6,38 b	(1,81)	6,68 b	(1,58)	4,67 cd	(2,59)
40	1,58 bc	(2,20)	5,08 c	(2,08)	3,60 c	(2,07)	5,17 c	(1,93)	5,22 c	(2,07)	3,84 de	(1,87)
50	1,79 c	(2,21)	5,49 bc	(1,69)	2,73 c	(1,99)	4,77 c	(2,12)	4,74 c	(2,10)	2,94 e	(2,08)

Atributos ^a										
%	FOPE		SUCOR		RUGO		CORO 2		GRAN	
Substituição por LBG	x	(s)	x	(s)	x	(s)	x	(s)	x	(s)
0	8,23 a	(0,84)	8,06 a	(0,88)	7,65 a	(1,73)	8,08 a	(1,03)	8,16 a	(0,87)
10	7,83 a	(1,11)	7,60 a	(1,65)	6,82 a	(1,89)	7,27 ab	(1,94)	7,30 a	(1,56)
20	7,54 a	(1,13)	6,88 ab	(1,74)	6,23 a	(1,57)	6,84 ab	(1,64)	6,58 ab	(1,38)
30	7,26 ab	(1,17)	5,68 bc	(2,23)	4,37 b	(1,78)	5,83 b	(1,94)	5,32 b	(2,11)
40	6,36 b	(1,46)	5,08 cd	(2,22)	4,28 b	(2,25)	4,05 c	(2,12)	2,88 c	(1,56)
50	4,54 c	(2,11)	3,90 d	(2,24)	3,37 b	(2,14)	2,94 c	(1,61)	2,11 c	(1,92)

^a - Identificação dos atributos na Tabela IV.2

Letras diferentes indicam diferença significativa ($p < 0,05$).

providores apresentou uma concordância satisfatória. HENRY et alii (1971) utilizaram escalas de 7 pontos e encontraram valores de desvio-padrão entre 0,67 e 1,33. DAMÁSIO (1990) utilizou escalas de 10 cm e encontrou 1,91 como valor médio de desvio-padrão.

Para avaliar como os atributos sensoriais variaram de acordo com a composição de hidrocolóides nas amostras, foram construídas curvas com os resultados das médias dos atributos.

Inicialmente observou-se que os atributos poderiam ser analisados em grupos, de acordo com o tipo de informação que forneciam. O primeiro grupo constituiu-se do atributo *deformação da base*, relacionado à aparência da amostra antes de receber aplicação de força de compressão ou corte. O segundo grupo constitui-se dos atributos *resistência à compressão até ruptura*, *resistência ao corte* e *firmeza*, relacionados à resposta da amostra ao ser submetida à uma força. O terceiro grupo constituiu-se dos atributos relacionados à estrutura da amostra: *comportamento ao romper* na compressão, *característica do corte*, *forma dos pedaços*, *superfície cortada*, *rugosidade*, *comportamento ao romper* na boca e *granulosidade*.

Como pode ser observado na Figura IV.5, os valores de *deformação da base* nas amostras com 0,15% de concentração total de hidrocolóides são sempre maiores que os das amostras com 0,25%. Além disso, nas amostras com 0,15%, o intervalo de valores das médias é bem maior. Isto é, a substituição de k-carragena por LBG influenciou mais o atributo *deformação da base* na concentração total mais baixa (0,15%), sendo que os valores obtidos para as amostras com 30, 40 e 50% de substituição foram significativamente ($p < 0,05$) mais altos que os valores das amostras com 10 e 20% de substituição.

Nas amostras com 0,25% de concentração total, ocorreu uma menor variação nas médias encontradas para *deformação da base*, com o aumento da substituição de k-carragena por LBG. Mesmo assim, foram encontradas diferenças: os valores obtidos para as amostras com 40 e 50% de substituição são significativamente ($p < 0,05$) mais altos que os valores das amostras com 0 e 10% de substituição.

Como representantes dos valores extremos destes atributos podemos selecionar as amostras com 0, 10, 20 e 30% de substituição de k-carragena por LBG, com 0,25% de concentração total, que se aproximam de “nenhuma deformação da base” e as amostras com 40 e

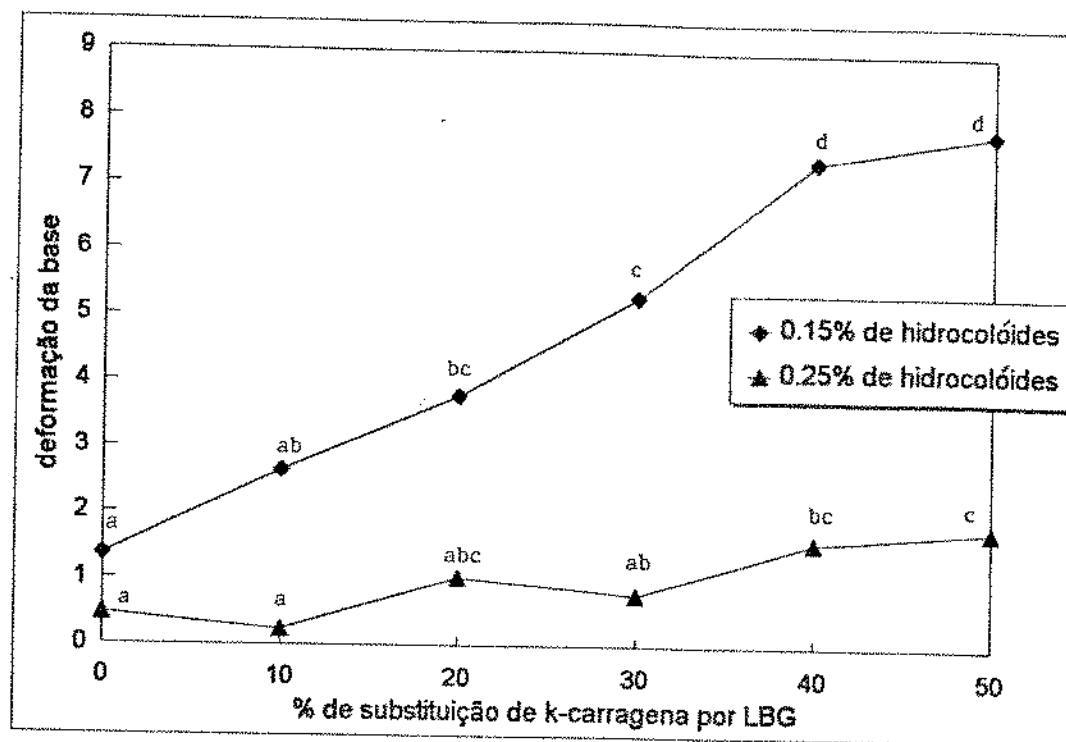


Figura IV.5 - Evolução do atributo sensorial *deformação da base* segundo o aumento da substituição de k-carragena por LBG. Concentração total de hidrocolóides de 0,25 e 0,15%.

Letras diferentes indicam diferença significativa ($p < 0,05$).

50% de substituição com 0,15% de concentração total, que se aproximam de “muita deformação da base”.

Como conclusão da análise da influência da substituição de k-carragena por LBG, neste atributo, vale ressaltar que as médias encontradas para as amostras sem substituição são bem próximas. À medida que a substituição aumenta, a diferença entre os valores obtidos para este atributo, em uma mesma % de substituição, nos 2 grupos de concentração total aumenta, sendo sempre um valor maior na concentração total mais baixa.

Já nos atributos relacionados à aplicação de força (*resistência à compressão até ruptura, resistência ao corte e firmeza*) os valores de médias encontradas foram sempre mais altos nas amostras com 0,25% de concentração total de hidrocolóides (Figura IV.6). Neste grupo de amostras não foi encontrada diferença significativa ($p < 0,05$) entre as amostras com menores substituições por LBG (0, 10 e 20%) enquanto que nas amostras com 0,15% de concentração total uma pequena substituição de k-carragena por LBG implica em uma grande diminuição dos valores dos atributos, ocasionando diferença significativa ($p < 0,05$) entre as amostras com 0, 10 e 20% de substituição.

Sendo assim não se observa nenhum sinergismo entre k-carragena e LBG em leite, no sentido de aumentar a força de gel pois o comportamento das amostras em relação a estes atributos (que se referem à aplicação de força) é de decréscimo contínuo nos valores obtidos, à medida que a k-carragena vai sendo substituída por LBG. Esse resultado difere totalmente dos encontrados para géis de k-carragena e LBG em água. Em um trabalho anterior de DAMÁSIO et alii (1994), ocorreu um aumento da força do gel ao se substituir parte da k-carragena por LBG, com valores máximos em 50% de substituição de k-carragena por LBG.

No grupo de 0,25% de concentração total de hidrocolóides, a diferença entre as amostras foi menos percebida nas menores substituições (0, 10 e 20%) não sendo encontrada diferença significativa ($p < 0,05$) entre as amostras, nos três atributos analisados. O mesmo ocorre entre as amostras de 40 e 50% de substituição. Como representantes dos valores extremos destes atributos podemos identificar as amostras com 0,25% de concentração total, com substituições de 0, 10 e 20%, que se aproximam de “alta” e as amostras com 0,15% de concentração total com substituição de 30, 40 e 50%, que se aproximam de “baixa”.

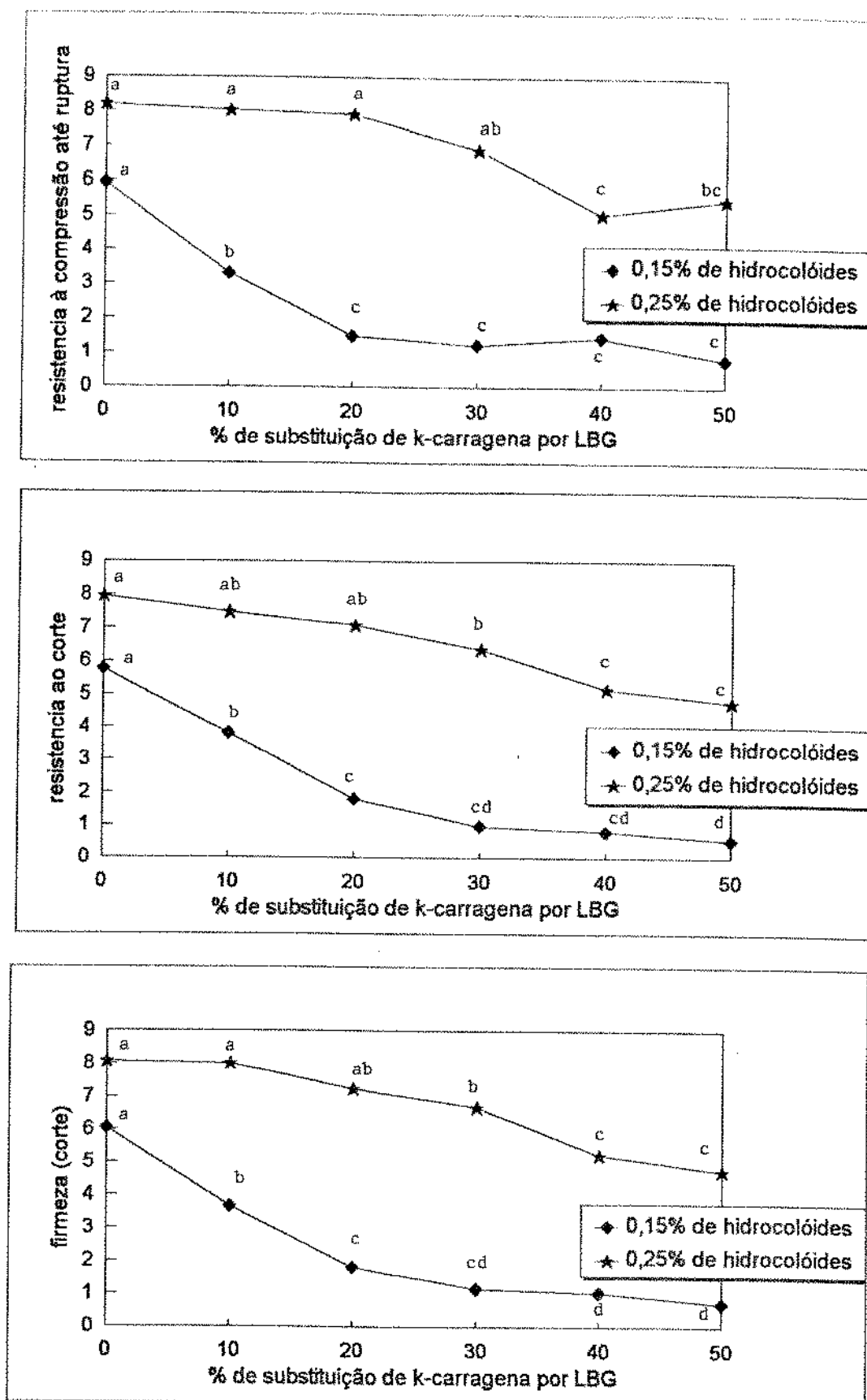


Figura IV.6 - Evolução dos atributos sensoriais *resistência à compressão até ruptura*, *resistência ao corte* e *firmeza (corte)* segundo o aumento da substituição de k-carragena por LBG. Concentração total de hidrocolóides de 0,25 e 0,15%.

Letras diferentes indicam diferença significativa ($p < 0,05$).

De um modo geral, a influência da substituição de k-carragena por LBG no 3º grupo de atributos (Figura IV.7) foi similar à que ocorreu no 2º grupo. A influência da substituição foi maior nas amostras com 0,15% de concentração total sendo encontrada diferença significativa ($p < 0,05$) entre as amostras com 0, 10 e 20% na maioria dos atributos deste grupo, o que não ocorreu nas amostras com 0,25%.

A influência da substituição de k-carragena por LBG no sentido da mudança da textura do gel, de quebradiço, granuloso para cremoso, liso foi evidenciado neste grupo de atributos, principalmente em *característica do corte*, *granulosidade* e nos *comportamentos ao romper* (tanto na compressão com a colher como na boca). Nestes atributos, as amostras com 0,25% de concentração total e 50% de substituição obtiveram valores próximos a “liso”, “baixa”, “cremoso”, “fluido” enquanto que com 0% de substituição, os valores obtidos foram próximos a “granuloso”, “alta”, “quebradiço”, “fragmentado”. Em um trabalho anterior DAMÁSIO et alii (1994) encontraram o mesmo resultado, ao avaliar a textura de géis de k-carragena-LBG em água.

IV.1.2.3. Influência da Composição de Hidrocolóides na Textura dos Géis

Segundo HEYMANN e NOBLE (1989), na Análise dos Componentes Principais (ACP) são derivadas combinações lineares das variáveis originais, que explicam a máxima quantidade de variação do conjunto de dados. Além disso estas combinações lineares são ortogonais (isto é, não correlacionadas). Estes componentes principais sumarizam os dados com a menor perda de informação possível.

Como resultado da aplicação da ACP aos dados obtidos, foram representadas na Figura IV.8 a configuração dos atributos sensoriais das diferentes amostras de gel, bem como a distribuição das mesmas.

Foi verificado que os dois primeiros componentes principais explicam 87% da variabilidade das amostras. Este valor é bastante alto e sendo assim a análise dos resultados foi feita utilizando somente estes dois primeiros componentes. Em trabalhos semelhantes a este sobre avaliação sensorial de whisky, PIGGOTT (1993) obteve 35% como explicação da variabilidade das amostras, com os dois primeiros componentes principais. Já NOBLE e SHANNON (1987),

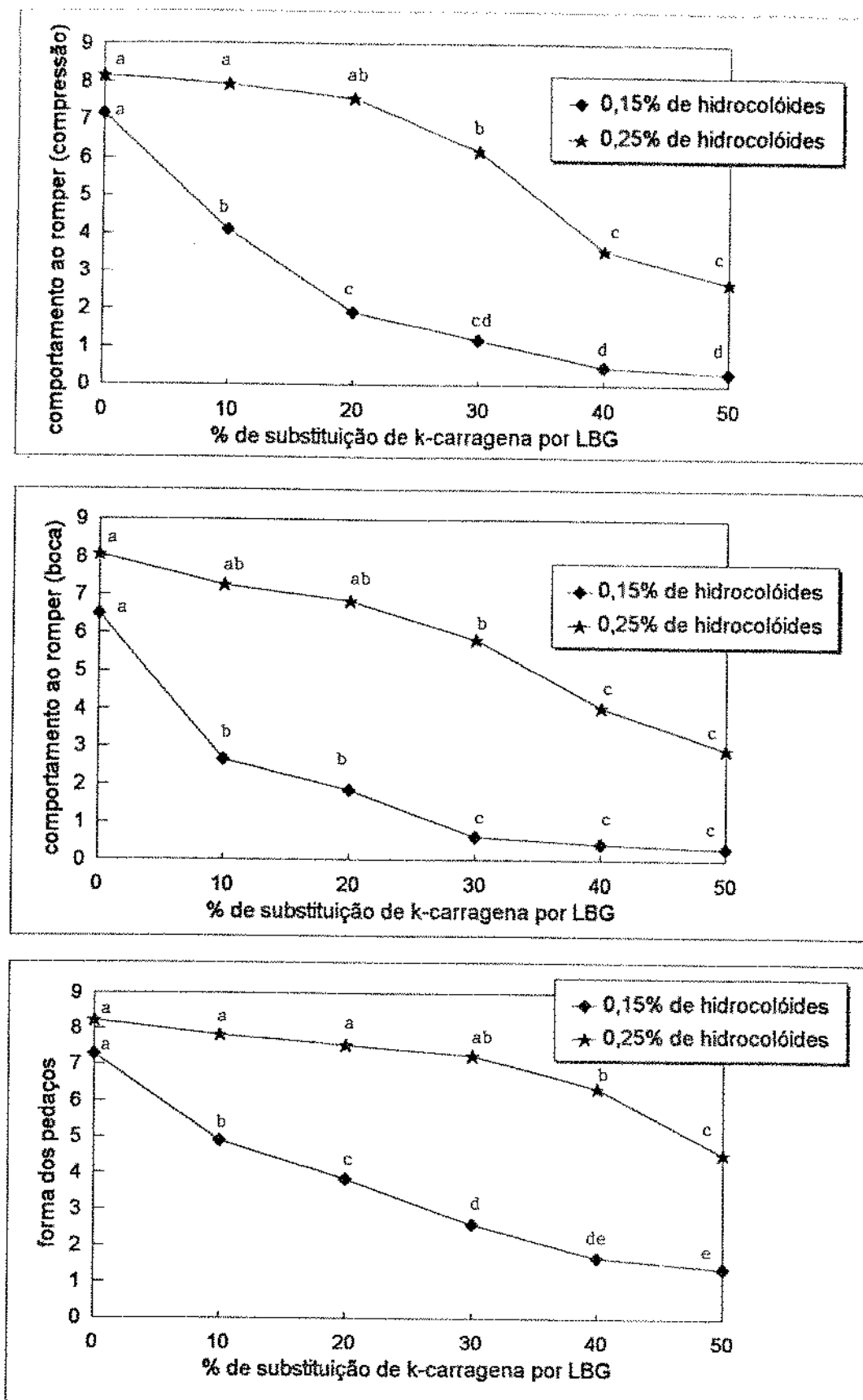


Figura IV.7 a) - Evolução dos atributos sensoriais *comportamento ao romper* (compressão), *comportamento ao romper* (boca) e *forma dos pedaços* segundo o aumento da substituição de k-carragena por LBG. Concentração total de hidrocolóides de 0,25 e 0,15%.

Letras diferentes indicam diferença significativa ($p < 0,05$).

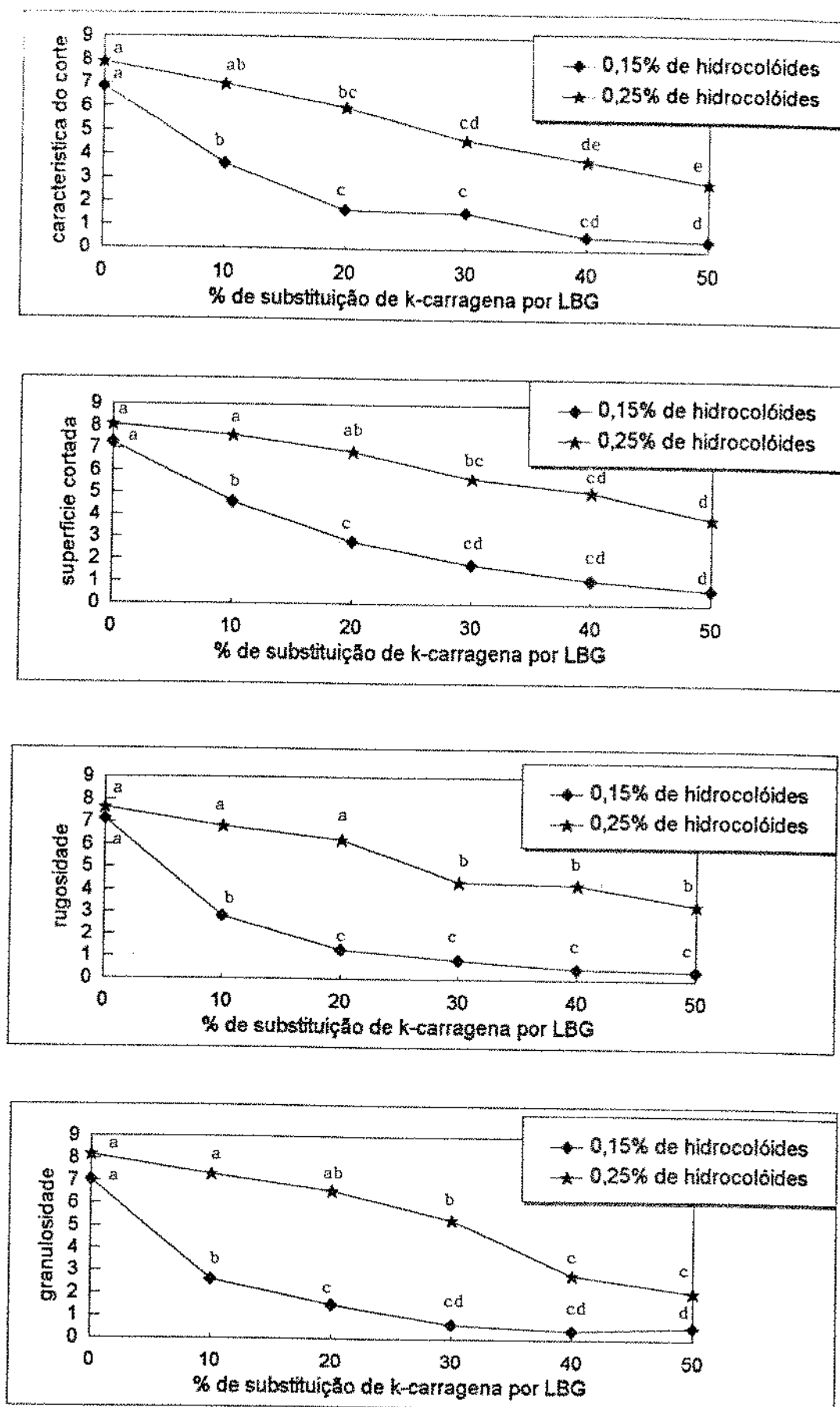


Figura IV.7 b) - Evolução dos atributos sensoriais *características do corte*, *superfície cortada*, *rugosidade* e *granulosidade* segundo o aumento da substituição de k-carragena por LBG. Concentração total de hidrocolóides de 0,25 e 0,15%.

Letras diferentes indicam diferença significativa ($p < 0,05$).

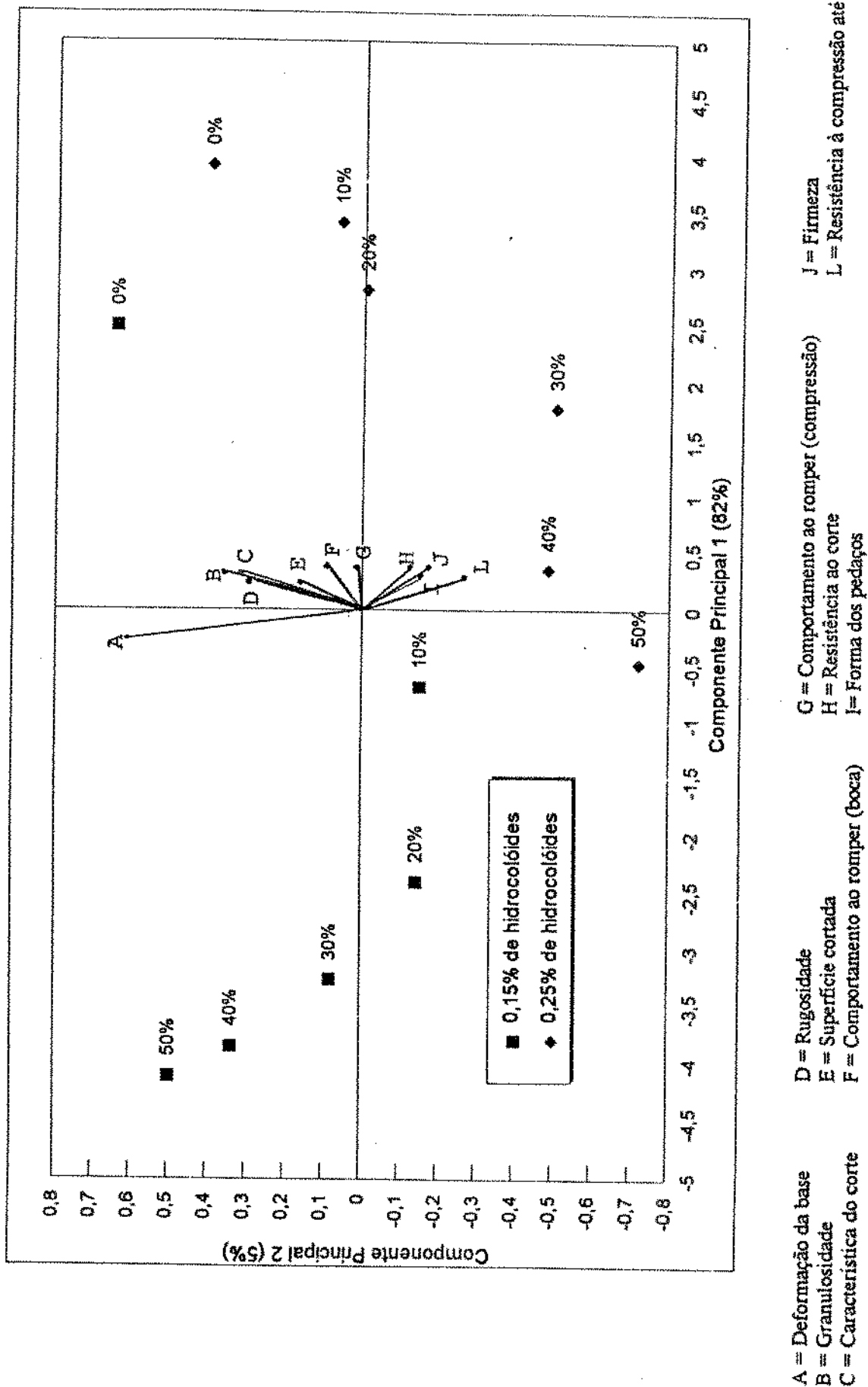


Figura IV.8 - Gráfico resultante da Análise de Componentes Principais aplicada às medidas sensoriais da textura.

em avaliação sensorial de vinhos, obtiveram 60,8, 80,0 e 73,2% em três diferentes análises realizadas.

Podemos identificar os atributos que possivelmente apresentem maiores correlações positivas entre si como aqueles que possuem menores ângulos entre seus vetores. São eles: FIR2 e FOPE, RUGO, GRAN e CACO. O atributo DEBA, parece ser inversamente correlacionado ao RECOMR, o que pode ser concluído pelo ângulo de aproximadamente 180° entre eles. Estas indicações devem ser confirmadas pelos valores dos coeficientes de correlação entre os atributos. Neste caso estes valores foram: 0,86 (FIR2 e FOPE), 0,87 (RUGO e GRAN), 0,85 (RUGO e CACO), 0,82 (GRAN e CACO), $-0,70$ (DEBA e RECOMR), todos com $p < 0,0001$. Apesar desses valores de r já serem bastante altos ainda foram obtidos valores superiores para RECOMR e RECOR (0,88), RECOMR e FIR2 (0,90), CORO1 e RECOR (0,88), CORO1 e FIR2 (0,88), CORO1 e CORO2 (0,89), RECOR e FIR2 (0,98) e CORO2 e GRAN (0,90), todos com $p < 0,0001$.

DEBA é o único atributo que possui coeficientes de correlação negativos com todos os outros atributos ou seja, a medida que seus valores aumentam, os valores de todos os outros atributos diminuem e vice-versa.

Pelo critério de Kaiser citado por Noble (1987), que considera componentes principais com autovalores maiores que 1,0 para serem significativos, somente o componente principal 1 (PRIN1), com autovalor de 9,0097 é significativo para explicar a variabilidade das amostras, já que o PRIN 2 teve autovalor de 0,5442. Sendo assim, as informações mais importantes podem ser tiradas das projeções dos pontos e vetores no eixo de PRIN1.

As amostras sem substituição de LBG, tanto para 0,15% como para 0,25% de concentração total, obtiveram maiores valores que as substituídas de mesmo nível de concentração total, em praticamente todos os atributos sensoriais avaliados, excluindo o atributo DEBA que foi avaliado com maiores valores principalmente nas amostras de 0,15% concentração total. Além disso o distanciamento entre a amostra sem substituição e as com substituição foi bem maior para as amostras com 0,15% de concentração total. Isto demonstra a grande influência da substituição por LBG neste grupo de amostras.

Ao considerar as amostras em conjunto 3 grupos podem ser identificados: (1) a amostra de 0,15% de concentração total de hidrocolóides com 0% de substituição por LBG e as amostras de 0,25% de concentração total com 0, 10 e 20% de substituição, com maiores valores em todos os atributos, com exceção do DEBA; (2) amostras de 0,15% de concentração total com 20, 30, 40 e 50% de substituição no extremo oposto ao grupo 1, com menores valores para todos os atributos com exceção do DEBA e (3) a amostra de 0,15% de concentração total com 10% de substituição e as amostras de 0,25% de concentração total com 30, 40 e 50% de substituição, com características intermediárias.

Portanto observa-se que amostras com diferentes níveis de concentração total podem apresentar bastante similaridade entre si dependendo do nível de substituição por LBG. Isto pode ser visto nos grupos 1 e 2 citados no parágrafo anterior.

IV.2. Medida Instrumental da Textura

IV.2.1. Influência da Composição de Hidrocolóides em Cada Característica Mecânica

Das curvas força x distância de penetração obtidas dos ensaios de penetração com cilindro foram extraídos os valores de 4 características mecânicas: *força máxima* (g), *coesividade* (cm), *rigidez* (g/cm) e *elasticidade* (g/cm). Uma curva típica de força-distância com as características mecânicas demonstradas pode ser vista na Figura. III.2.

Para avaliar a influência da composição de hidrocolóides em cada característica mecânica foi aplicada ANOVA de 2 fatores (% LBG e repetições) aos resultados obtidos, para 0,15% e 0,25% de concentração total, separadamente.

Através de F % LBG (Tabelas IV.19 e IV.20) concluímos que a composição de hidrocolóides influenciou significativamente ($p < 0,05$) as medidas obtidas para todas as características mecânicas. Este mesmo resultado foi verificado na MANOVA, que nos indica que houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre as amostras ao considerar todas as características mecânicas em conjunto.

Tabela IV.19 Resultados da ANOVA e MANOVA de 2 fatores (% LBG e repetições)
para cada característica mecânica medida nas amostras de
0,15 % de concentração total de hidrocolóides

Atributos	F % LBG	P	F repetições	P
F. Máxima	895,33*	0,0001	1,48	0,2603
Coesividade	48,55*	0,0001	0,13	0,9398
Rigidez	258,56*	0,0001	0,76	0,5339
Elasticidade	16,59*	0,0001	0,34	0,7940
Lambda de Wilks (MANOVA)	60,69*	0,0001	0,98	0,4892

* - Valores de F significativos ($p < 0,05$)

Tabela IV.20 Resultados da ANOVA e MANOVA de 2 fatores (% LBG e repetições)
para cada característica mecânica medida nas amostras de
0,25 % de concentração total de hidrocolóides

Atributos	F % LBG	P	F repetições	P
F. Máxima	41,01*	0,0001	0,23	0,8731
Coesividade	38,16*	0,0001	4,87*	0,0147
Rigidez	40,75*	0,0001	1,09	0,3826
Elasticidade	8,80*	0,0001	2,06	0,1492
Lambda de Wilks (MANOVA)	15,92*	0,0001	1,74	0,1036

* - Valores de F significativos ($p < 0,05$)

As médias e os coeficientes de variação (CV) dos valores obtidos para cada característica mecânica, assim como os resultados do teste Tukey, estão apresentados nas Tabelas IV.21 e IV.22 para 0,15% e 0,25% de concentração total de hidrocolóides, respectivamente.

Os CV encontrados em *força máxima*, *coesividade* e *rigidez* apresentaram-se na faixa entre 1,10 e 9,11. Os CV encontrados em *elasticidade* foram bem maiores, com valores entre 9,64 e 87,77. Isto talvez possa ser explicado pela própria definição da característica mecânica *elasticidade*; que é a inclinação da reta que se forma no gráfico logo após penetração do cilindro na amostra. A partir deste momento o cilindro sofre ação de muitas forças aumentando a possibilidade de ocorrerem medidas bem diferenciadas entre as repetições. (quaduplicatas). Este resultado foi similar ao encontrado por Damásio (1990) em seu trabalho com géis aquosos de k-carragena combinada com outras gomas.

Para uma melhor visualização de como a composição de hidrocolóides nas amostras influenciou cada característica mecânica medida, foram construídas curvas com as médias dessas características (Figura IV.9 a IV.11).

No caso de *elasticidade* e *coesividade* as análises das curvas foram feitas separadamente porém *rigidez* e *força máxima* foram analisadas em conjunto pois suas curvas são muito similares o que pode ser comprovado pelo alto coeficiente de correlação (0,9670) entre elas.

De uma maneira geral, à medida que se aumenta a porcentagem de LBG nas amostras, o valor da *elasticidade* (Figura IV.9) diminui, nas amostras com 0,15% e 0,25%. Este comportamento é similar ao encontrado nos resultados de Damásio et alii (1990a) ao avaliar géis aquosos de k-carragena parcialmente substituída por LBG e goma guar.

Esta influência da substituição por LBG nesta característica mecânica foi bem marcante nas amostras com 0,15% de concentração total: as amostras com substituição não diferem entre si e diferem significativamente ($p < 0,05$) da amostra sem substituição. Ou seja, com uma pequena substituição por LBG (10%) houve uma grande diminuição no valor de elasticidade; o aumento desta substituição não provocou variação significativa.

Tabela IV.21 Médias ($\bar{x}$) e coeficientes de variação (CV) dos valores de cada característica mecânica, para os géis de 0,15% de concentração total de hidrocolóides

Atributos ^a								
% substituição por LBG	Força Máxima (g)		Coesividade (cm)		Rigidez (g/cm)		Elasticidade (g/cm)	
	$\bar{x}$	(CV)	$\bar{x}$	(CV)	$\bar{x}$	(CV)	$\bar{x}$	(CV)
0	100,44 a	2,55	1,23 bc	0,05	82,15 a	5,10	618,13 a	104,83
10	59,88 b	1,39	1,01 a	0,03	59,14 b	0,65	176,25 b	65,73
20	49,13 c	1,75	1,13 b	0,05	43,74 c	2,70	229,13 b	201,11
30	43,70 d	1,26	1,21 bc	0,06	36,11 d	2,04	149,75 b	20,09
40	40,65 de	1,16	1,29 c	0,03	31,57 de	0,38	80,79 b	12,18
50	38,55 e	1,16	1,49 d	0,03	25,93 d	1,01	34,95 b	10,32

Letras diferentes indicam diferença significativa ($p < 0,05$)

Tabela IV.22 Médias ($\bar{x}$) e coeficientes de variação (CV) dos valores de cada característica mecânica, para os géis de 0,25% de concentração total de hidrocolóides

Atributos ^a								
% substituição por LBG	Força Máxima (g)		Coesividade (cm)		Rigidez (g/cm)		Elasticidade (g/cm)	
	$\bar{x}$	(CV)	$\bar{x}$	(CV)	$\bar{x}$	(CV)	$\bar{x}$	(CV)
0	134,44 a	12,25	1,19 c	0,09	113,42 a	10,19	505,11 ab	182,50
10	129,88 a	3,85	1,15 b	0,06	113,10 a	5,30	560,94 a	291,28
20	97,13 bc	1,36	1,01 a	0,06	96,24 b	6,77	198,51 bc	32,67
30	122,44 a	3,60	1,18 bc	0,05	104,30 ab	4,00	285,05 abc	102,06
40	84,36 c	2,16	1,16 b	0,03	72,62 c	3,19	87,32 c	8,42
50	102,94 b	4,42	1,45 d	0,06	71,06 c	3,85	106,43 c	21,33

Letras diferentes indicam diferença significativa ($p < 0,05$)

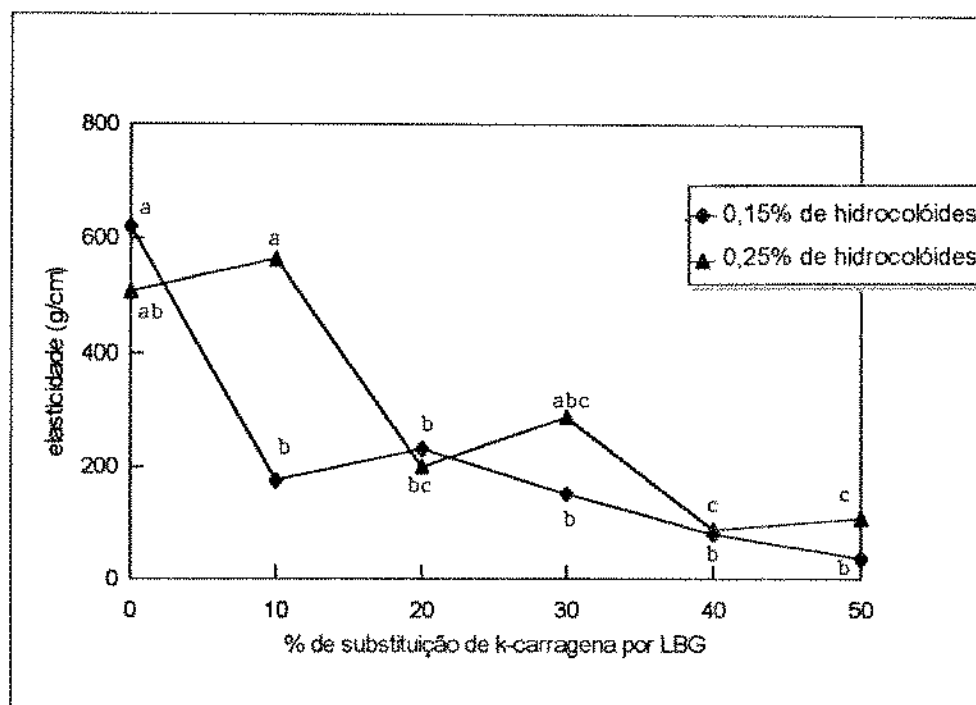


Figura IV.9 - Evolução da característica mecânica *elasticidade* segundo o aumento da substituição de k-carragena por LBG. Concentração total de hidrocolóides de 0,25 e 0,15%

Letras diferentes indicam diferença significativa ($p < 0,05$).

Nas amostras com 0,25% de concentração total de hidrocolóides o efeito da substituição de k-carragena por LBG na *elasticidade* foi significativamente percebido somente a partir de 20% de substituição.

A característica mecânica *coesividade* (Figura IV.10) foi influenciada pela substituição de k-carragena por LBG de maneira semelhante nas amostras de concentração total 0,15 e 0,25%. As amostras não substituídas obtiveram valores próximos de *coesividade*. Os valores mínimos foram obtidos na amostra com 10% de substituição, com concentração total 0,15% e na amostra com 20% de substituição, com concentração total de 0,25%. Os valores máximos foram obtidos nas amostras com 50% de substituição tanto para 0,15 como para 0,25% de concentração total de hidrocolóides.

As curvas de *força máxima* e *rigidez* (Figura IV.11) apresentaram comportamento semelhante aos atributos sensoriais relacionados à aplicação de força (*resistência à compressão até ruptura, resistência ao corte e firmeza*); os valores de médias encontrados foram sempre mais altos nas amostras com 0,25% de concentração total de hidrocolóides.

Tanto nas amostras com 0,15% de concentração total de hidrocolóides como nas amostras com 0,25% ocorre um gradativo decréscimo nos valores de força máxima e rigidez à medida que a % de LBG aumenta. Porém esta influência é mais marcante nas amostras com 0,15% de concentração total de hidrocolóides, com diferença significativa entre as amostras de 0, 10, 20, 30 e 50% de substituição de k-carragena por LBG.

Estes resultados discordam dos encontrados para géis de k-carragena e LBG em água (CHRISTENSEN e TRUDSOE, 1980; CARROLL et alii, 1984; CAIRNS et alii, 1986; FISZMAN et alii, 1987; DAMASIO et alii, 1990a,b) e confirmam a ausência de sinergismo entre k-carragena e LBG em leite, no sentido de aumentar a força do gel.

IV.2.2. Influência da Composição de Hidrocolóides no Comportamento Mecânico dos Géis

Para analisar a influência da composição de hidrocolóides no comportamento mecânico dos géis, de uma forma global, ou seja, incluindo todas as características mecânicas, foi aplicada a Análise dos Componentes Principais (ACP) aos dados instrumentais obtidos. Como resultado da

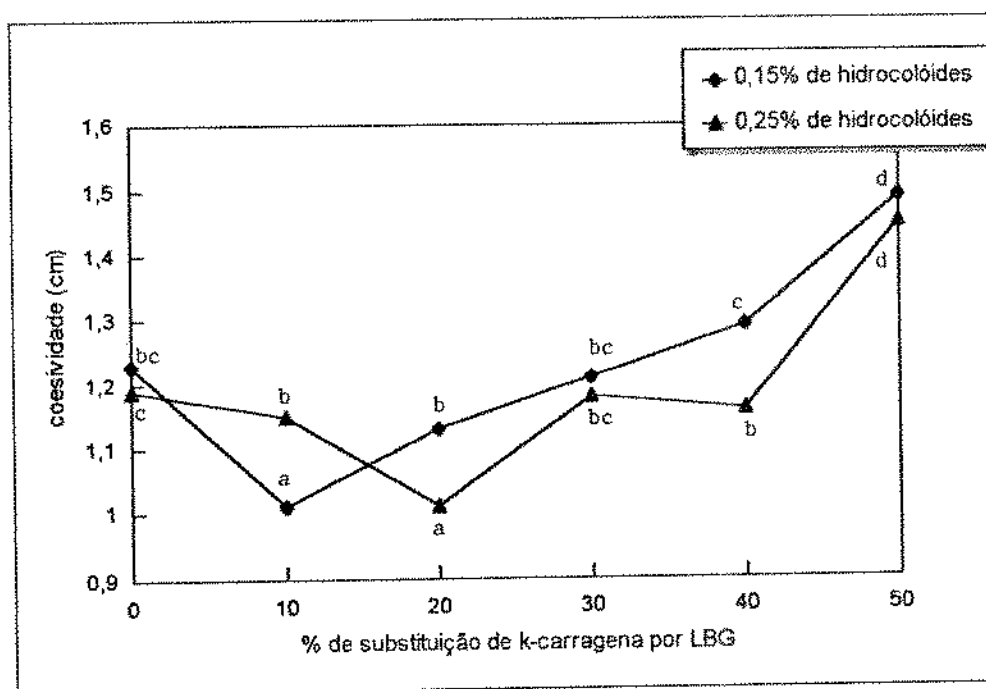


Figura IV.10 - Evolução da característica mecânica *coesividade* segundo o aumento da substituição de k-carragena por LBG. Concentração total de hidrocolóides de 0,25 e 0,15%

Letras diferentes indicam diferença significativa ($p < 0,05$).

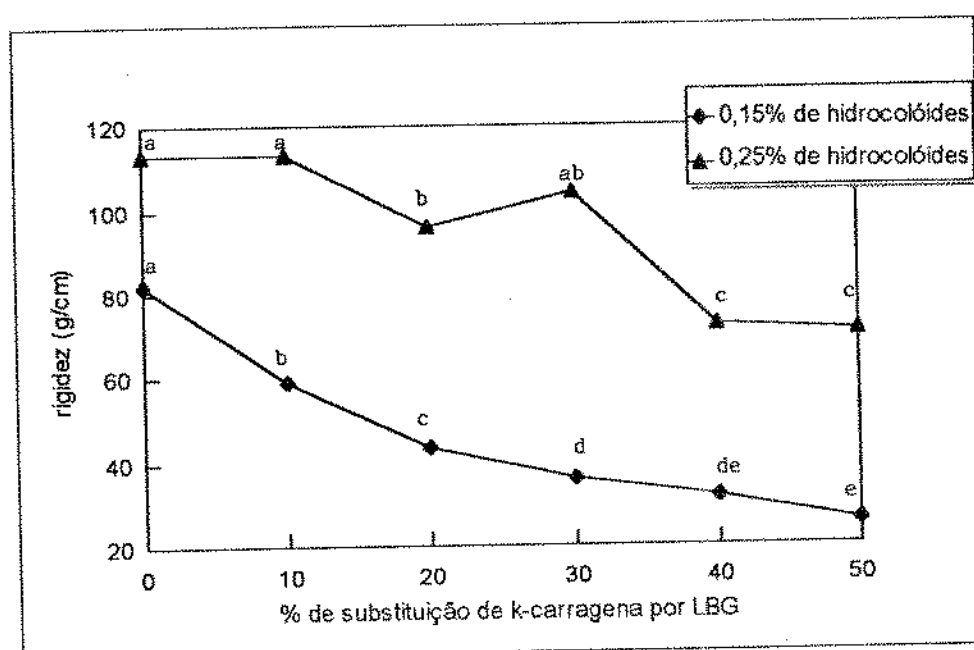
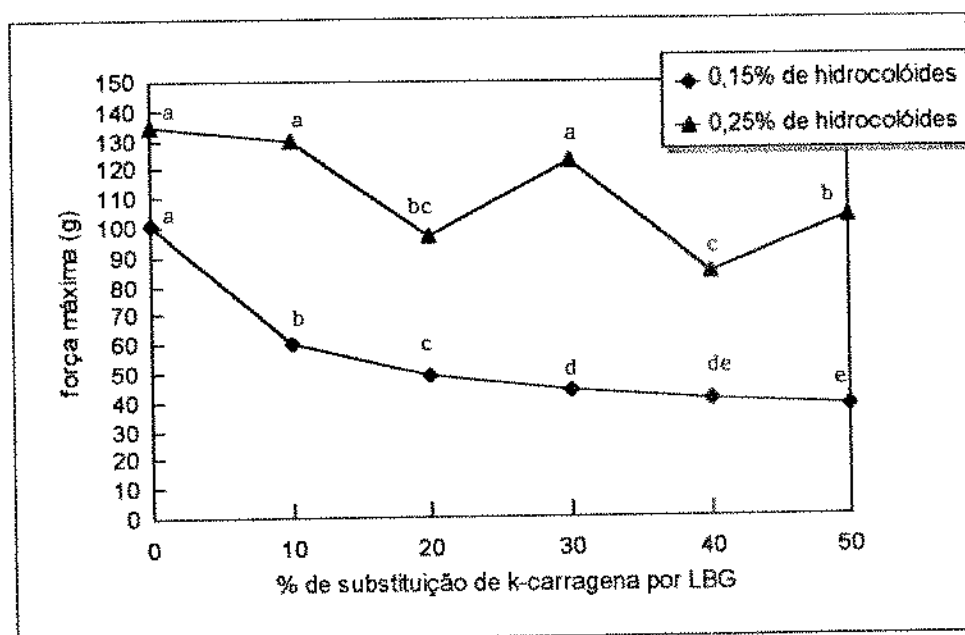


Figura IV.11 - Evolução da característica mecânica *força máxima* e *rigidez* segundo o aumento da substituição de k-carragena por LBG.
Concentração total de hidrocolóides de 0,25 e 0,15%

Letras diferentes indicam diferença significativa ($p < 0,05$).

ACP, foram representadas na Figura IV.12 a configuração das características mecânicas das diferentes amostras de gel, assim como a distribuição das mesmas.

Foi verificado que os dois primeiros componentes principais explicam 87% da variabilidade das amostras. Este valor é bastante alto, coincidindo inclusive com o valor encontrado na análise dos componentes principais aplicada aos dados sensoriais. Sendo assim, a análise dos resultados foi feita utilizando somente estes dois primeiros componentes.

Por apresentarem menor ângulo entre seus vetores, *força máxima* e *elasticidade* possivelmente possuem maior correlação positiva entre si. Conferindo esta indicação com os valores de coeficientes de correlação entre as características mecânicas, encontramos 0,60 como coeficiente de correlação entre *força máxima* e *elasticidade*. É um valor razoavelmente alto porém foi obtido um valor superior (0,97) para *força máxima* e *rigidez*.

Coesividade é a única que possui coeficientes de correlação negativos com todas as outras características mecânicas ou seja, a medida que seus valores aumentam, os valores de todas as outras características mecânicas diminuem e vice versa.

Entre as amostras com 0,15% de concentração total de hidrocolóides, a amostra sem substituição por LBG está completamente separada das demais, encontrando-se no lado direito do gráfico enquanto que as demais estão do lado esquerdo. Isto ocorre porque a amostra sem substituição obteve maiores valores para *rigidez*, *força máxima* e *elasticidade* que as amostras substituídas.

Nas amostras com 0,25% de concentração total de hidrocolóides os maiores valores destas características mecânicas foram obtidos para a amostra sem substituição e para a amostra com somente 10% de substituição por LBG.

Assim como nos resultados sensoriais, o distanciamento entre a amostra sem substituição e as com substituição foi bem maior entre as amostras com 0,15% de concentração total de hidrocolóides, demonstrando a grande influência da substituição por LBG neste grupo de amostras.

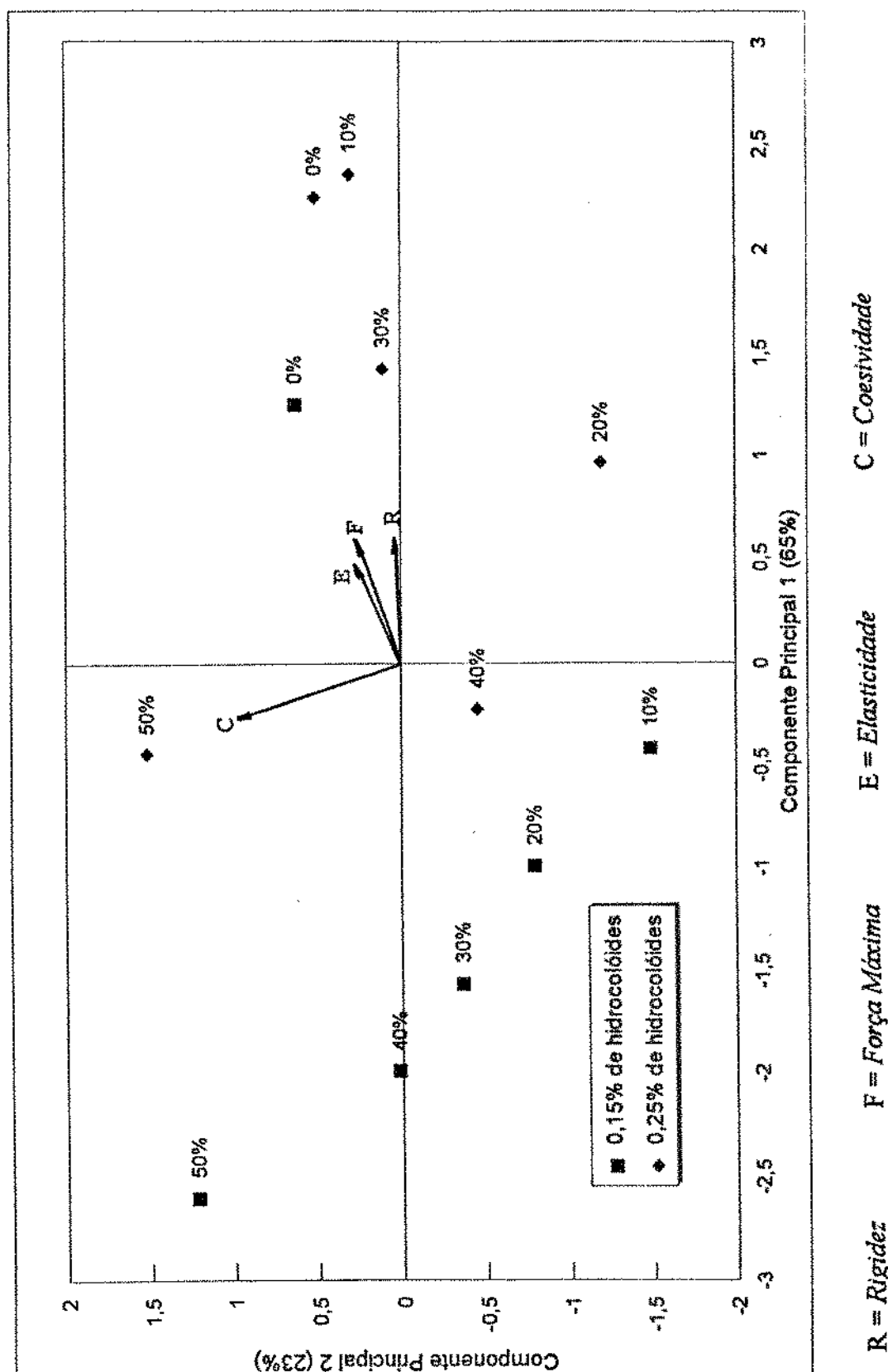


Figura IV.12 - Gráfico resultante da Análise de Componentes Principais aplicada às medidas instrumentais de textura

Considerando todas as amostras num conjunto a que mais se distanciou das demais foi a de 0,15% com 50% de substituição, apresentando alta *coesividade* e baixos valores de *rigidez*, *força máxima* e *elasticidade*.

Outras duas amostras que se distanciaram das demais foram as de 0,25% com 20 e 50% de substituição, sendo que a com 20% apresentou menor valor de *coesividade* e a de 50% maior valor desta característica mecânica.

Outros grupos de amostras com características próximas são: (1) a amostra de 0,15% com 0% de substituição e as amostras de 0,25% com 0, 10 e 30% de substituição, com os valores mais altos de *rigidez*, *força máxima* e *elasticidade* e (2) amostras de 0,15% com 10, 20, 30 e 40% de substituição e a amostra de 0,25% com 40% de substituição, com valores mais baixos destas características.

IV.3. Correlação Entre as Medidas Instrumentais e Sensoriais de Textura dos Géis.

Ao comparar os gráficos obtidos nas ACP das medidas instrumentais (Figura IV.12) e sensoriais (Figura IV.8), observa-se que a distribuição das amostras é similar, indicando que a informação fornecida pelo conjunto de medidas instrumentais é muito próxima à das medidas sensoriais para as amostras com 0,15% de concentração total de hidrocolóides. Porém, para as amostras com 0,25% ocorreram algumas diferenças entre os resultados sensoriais e instrumentais a partir de 20% de substituição de k-carragena por LBG. Portanto podemos concluir que o conjunto das medidas instrumentais da textura desses géis pode estimar de uma maneira razoável o conjunto das suas características sensoriais de textura, principalmente para as amostras de 0,15%.

Uma outra maneira de avaliar a correlação entre as medidas instrumentais e sensoriais é através dos coeficientes de correlação (r) (Tabela IV.23). Ao analisar os coeficientes observamos que *rigidez* foi a característica mecânica que apresentou os valores de r mais altos: entre -0,9228 ($p < 0,0001$) e 0,9894 ($p < 0,0001$). *Coesividade* obteve os valores de r mais baixos: entre -0,3455 ($p < 0,2713$) e -0,5242 ($p < 0,0802$). Isto indica que a característica mecânica de maior interesse para prever as características sensoriais é a *rigidez* e a de menor interesse é a *coesividade*.

Tabela IV.23 Matriz de coeficientes de correlação (r) entre as características mecânicas e os atributos sensoriais de textura.

Atributos ^a	Força Máxima	Coesividade	Rigidez	Elasticidade
DEBA	-0,8916 (0,0001)	0,4993 (0,0984)	-0,9228 (0,0001)	-0,6305 (0,0280)
RECOMR	0,9604 (0,0001)	-0,3455 (0,2713)	0,9808 (0,0001)	0,6365 (0,0260)
CORO1	0,8814 (0,0001)	-0,5124 (0,0885)	0,9498 (0,0001)	0,7995 (0,0018)
RECOR	0,9538 (0,0001)	-0,4117 (0,1837)	0,9846 (0,0001)	0,6648 (0,0183)
FIR2	0,9596 (0,0001)	-0,3984 (0,1995)	0,9894 (0,0001)	0,6850 (0,0140)
CACO	0,8875 (0,0001)	-0,4515 (0,1406)	0,9318 (0,0001)	0,8327 (0,0008)
FOPE	0,9082 (0,0001)	-0,5242 (0,0802)	0,9628 (0,0001)	0,7236 (0,0078)
SUCOR	0,8958 (0,0001)	-0,5039 (0,0949)	0,9471 (0,0001)	0,7886 (0,0023)
RUGO	0,8983 (0,0001)	-0,3786 (0,2250)	0,9270 (0,0001)	0,7985 (0,0018)
CORO2	0,9245 (0,0001)	-0,4293 (0,1637)	0,9681 (0,0001)	0,7816 (0,0027)
GRAN	0,8652 (0,0001)	-0,4144 (0,1804)	0,9324 (0,0001)	0,8431 (0,0006)

^a - Identificação dos atributos na Tabela IV.2

Por outro lado, é sempre importante encontrar como as medidas instrumentais podem melhor prever um determinado atributo sensorial. Com este objetivo foi realizada uma Análise de Regressão Múltipla obtendo-se, para cada atributo sensorial, as equações de maior coeficiente de determinação (r^2 ou R^2), em função de 1, 2, 3 e 4 parâmetros instrumentais (Tabela IV.24).

Como pode ser observado, para todos os atributos sensoriais foram encontradas equações com elevados valores de R^2 : entre 0,85 e 0,98. Com somente uma medida instrumental no modelo, ou seja, com equações que podem ser obtidas apenas por Regressão Simples, os valores de r^2 já são elevados, todos maiores que 0,85. À medida que se aumenta o número de medidas instrumentais no modelo, obtém-se maiores R^2 . Porém, houve pouca variação em RECOMR, RECOR e FIR2.

O modelo de maior r^2 com somente uma medida instrumental, para todos os atributos sensoriais, é sempre em função de *rigidez*. Além disso, os valores de r^2 encontrados são bem altos ($0,85 < r^2 < 0,98$), indicando que com somente a característica mecânica *rigidez* pode-se prever satisfatoriamente todos os atributos sensoriais avaliados no presente trabalho.

Em seu trabalho com géis aquosos de k-carragena - LBG - goma guar, DAMÁSIO et alii (1992) realizaram um estudo de correlações entre atributos sensoriais de textura não oral e características mecânicas obtidas em ensaios de penetração e corte no Stevens LFRA e de compressão no Instron. Encontraram, como resultado de uma Análise de Regressão Simples para prever os atributos sensoriais, equações com valores de r^2 bem mais baixos ($0,32 < r^2 < 0,93$) que os encontrados no presente trabalho. Porém, nas equações resultantes da Análise de Regressão Múltipla todos os valores de R^2 foram altos ($0,95 < R^2 < 0,99$) similares aos encontrados neste estudo.

Tabela IV.24 Equações obtidas da Análise de Regressão Múltipla, para cada atributo sensorial de textura em funções das características mecânicas.

ATRIBUTOS	
DEBA = - 0,07678 RIG + 8,2814	($r^2 = 0,8515$)
DEBA = - 0,06064 FMÁX + 6,1235 COES + 0,5186	($R^2 = 0,9057$)
DEBA = - 0,19529 FMÁX + 13,9170 COES + 0,16405 RIG - 9,2499	($R^2 = 0,9369$)
DEBA = - 0,20320 FMÁX + 14,3714 COES + 0,16835 RIG + 0,0011965 ELAST - 9,7438	($R^2 = 0,9409$)
RECOMR = 0,08839 RIG - 1,5995	($r^2 = 0,9619$)
RECOMR = 0,09456 RIG - 0,0014041 ELAST - 1,6815	($R^2 = 0,9668$)
RECOMR = 1,0675 COES + 0,09651 RIG - 0,0014008 ELAST - 3,1103	($R^2 = 0,9693$)
RECOMR = - 0,02643 FMÁX + 2,5708 COES + 0,12795 RIG - 0,0012982 ELAST - 4,9680	($R^2 = 0,9703$)
CORO1 = 0,08960 RIG - 2,0546	($r^2 = 0,9021$)
CORO1 = 0,07217 RIG + 0,0039659 ELAST - 1,8230	($R^2 = 0,9377$)
CORO1 = - 0,06542 FMÁX + 0,14319 RIG + 0,0042084 ELAST - 1,4409	($R^2 = 0,9710$)
CORO1 = - 0,10913 FMÁX + 2,9810 COES + 0,19610 RIG + 0,0043795 ELAST - 5,1755	($R^2 = 0,9740$)
RECOR = 0,08482 RIG - 1,6298	($r^2 = 0,9695$)
RECOR = 0,08771 RIG - 0,0006559 ELAST - 1,6681	($R^2 = 0,9707$)
RECOR = - 0,4133 COES + 0,08695 RIG - 0,0006572 ELAST - 1,1150	($R^2 = 0,9711$)
RECOR = 0,00848 FMÁX - 0,8954 COES + 0,07687 RIG - 0,0006901 ELAST - 0,5192	($R^2 = 0,9712$)
FIR2 = 0,08690 RIG - 1,6235	($r^2 = 0,9789$)
FIR2 = - 0,00376 FMÁX + 0,09104 RIG - 1,6024	($R^2 = 0,9791$)
FIR2 = - 0,01558 FMÁX + 0,8095 COES + 0,10556 RIG - 2,6195	($R^2 = 0,9793$)
FIR2 = - 0,01458 FMÁX + 0,7524 COES + 0,10502 RIG - 0,0001503 ELAST - 2,5574	($R^2 = 0,9794$)
CACO = 0,07570 RIG - 1,4356	($r^2 = 0,8683$)
CACO = 0,05558 RIG + 0,0045783 ELAST - 1,1682	($R^2 = 0,9322$)
CACO = - 0,02979 FMÁX + 0,08792 RIG + 0,0046887 ELAST - 0,9942	($R^2 = 0,9415$)
CACO = - 0,03381 FMÁX + 0,2737 COES + 0,09278 RIG + 0,0047044 ELAST - 1,3371	($R^2 = 0,9415$)

* - Identificação dos atributos na Tabela IV.2

FMÁX = força máxima
RIG = rigidez

ELAST = elasticidade
COES = coesividade

Tabela IV.24 continuação

FOPE = 0,07516 RIG - 0,0381	($r^2 = 0,9270$)
FOPE = 0,05773 FMÁX - 6,1260 COES + 7,8560	($R^2 = 0,9507$)
FOPE = - 2,8117 COES + 0,06469 RIG + 0,0012038 ELAST + 3,7960	($R^2 = 0,9550$)
FOPE = 0,02385 FMÁX - 4,1685 COES + 0,03632 RIG + 0,0011112 ELAST + 5,4727	($R^2 = 0,9561$)
SUCOR = 0,07727 RIG - 0,8531	($r^2 = 0,8971$)
SUCOR = 0,06320 RIG + 0,0031998 ELAST - 0,6663	($R^2 = 0,9280$)
SUCOR = - 2,6346 COES + 0,05839 RIG + 0,0031917 ELAST + 2,8600	($R^2 = 0,9466$)
SUCOR = 0,00828 FMÁX - 3,1058 COES + 0,04853 RIG + 0,0031595 ELAST + 3,4423	($R^2 = 0,9468$)
RUGO = 0,07878 RIG - 1,7706	($r^2 = 0,8593$)
RUGO = 0,06132 RIG + 0,0039725 ELAST - 1,5386	($R^2 = 0,9032$)
RUGO = - 0,00878 FMÁX + 0,07086 RIG + 0,0040050 ELAST - 1,4873	($R^2 = 0,9040$)
RUGO = - 0,03788 FMÁX + 1,9840 COES + 0,10607 RIG + 0,0041190 ELAST - 3,9728	($R^2 = 0,9056$)
CORO2 = 0,08718 RIG - 2,2225	($r^2 = 0,9372$)
CORO2 = 0,07434 RIG + 0,0029227 ELAST - 2,0518	($R^2 = 0,9584$)
CORO2 = - 0,02820 FMÁX + 0,10495 RIG + 0,0030272 - 1,8871	($R^2 = 0,9652$)
CORO2 = - 0,08312 FMÁX + 3,7459 COES + 0,17143 RIG + 0,0032422 ELAST - 6,5800	($R^2 = 0,9703$)
GRAN = 0,08589 RIG - 2,3233	($r^2 = 0,8694$)
GRAN = 0,06181 RIG + 0,0054779 ELAST - 2,0034	($R^2 = 0,9406$)
GRAN = - 0,03846 FMÁX + 0,10357 RIG + 0,0056204 ELAST - 1,7788	($R^2 = 0,9527$)
GRAN = - 0,14508 FMÁX + 7,2711 COES + 0,23261 RIG + 0,0060379 ELAST - 10,8881	($R^2 = 0,9711$)

^a - Identificação dos atributos na Tabela IV.2

FMÁX = força máxima
RIG = rigidez

ELAST = elasticidade
COES = coesividade

V. CONCLUSÕES

As seguintes conclusões podem ser tiradas a partir dos resultados deste trabalho:

Não se observou nenhum sinergismo entre k-carragena e LBG no sentido de aumentar a força de gel pois os valores encontrados para os atributos sensoriais que se referem à aplicação de força (*resistência à compressão até ruptura, resistência ao corte e firmeza*) e para as características mecânicas *força máxima e rigidez*, decresceram continuamente à medida que a k-carragena foi substituída por LBG.

A LBG influenciou a mudança de textura do gel (de quebradiço, granuloso para cremoso, liso), sendo bem evidenciado nos atributos sensoriais *característica do corte, granulosidade e comportamento ao romper*. Este comportamento também foi observado nas características mecânicas *coesividade e elasticidade*.

A influência da substituição de k-carragena por LBG na textura dos géis lácteos foi maior nas amostras com 0,15% de concentração total de hidrocolóides.

A aplicação do método “Kelly’s Repertory Grid” para desenvolvimento dos atributos sensoriais para a análise descritiva se mostrou eficiente, obtendo-se 89 termos para descrever a textura dos géis.

Para a seleção dos atributos, através da Análise dos Componentes Principais, foi observado que os atributos sensoriais ofereceram aproximadamente a mesma quantidade de informação. Sendo assim a Análise Discriminante por Passos demonstrou ser uma importante técnica estatística para selecionar os atributos baseando-se no seu poder de discriminação das amostras.

A Análise de Cluster mostrou ser uma técnica estatística bastante útil para avaliar a concordância entre os provadores, oferecendo uma informação mais fácil de ser utilizada do que os coeficientes de correlação entre os provadores.

No estudo de correlação entre as medidas sensoriais e instrumentais, em relação a todos os atributos sensoriais da textura dos géis, verificou-se que o conjunto das características

mecânicas podem estimar de um modo global os atributos sensoriais de textura das amostras, através dos resultados das Análises dos Componentes Principais aplicadas aos dois tipos de medidas,

A característica mecânica *rigidez* foi a que apresentou maior coeficiente de correlação (r) com os atributos sensoriais. As equações obtidas através da Análise de Regressão Múltipla para cada atributo sensorial com esta característica mecânica, apresentaram coeficientes de determinação (r^2) bastante elevados ($0,85 < r^2 < 0,98$). Para predizer os atributos sensoriais em função das quatro características mecânicas foram encontradas equações com coeficientes de determinação (R^2) mais altos ($0,91 < R^2 < 0,98$).

VI. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMERINE, M. A.; PANGBORN, R. M.; ROESSLER, E. B. 1965. Principles of Sensory Evaluation of Food. Academic Press. New York. 602p.
- ANGALET, S. A. 1986. Evaluation of the Voland-Stevens LFRA texture analyser for measuring the strength of pectin sugar jellies. J. Texture St. 17: 87-96.
- ARNAUD, J. P.; CHOPLIN, L. LACROX, C. 1989. Rheological behavior of kappa-carrageenan / locust bean gum mixed gels. J. Texture St. 19: 419-430.
- BOURNE, M. C.; KENNY, J. F.; BARNARD, J. 1978. Computer-Assisted readout of data from Texture Profile Analysis curves. J. Texture St. 9: 481-494.
- BOURNE, M. C. 1982. Food Texture and Viscosity: Concept and Measurement. Academic Press, Inc. New York. 325p.
- CARDELLO, A. V. e MALLER, O. 1987. Sensory texture analysis. An integrated approach to food engineering. In Food Texture: Instrumental and Sensory Measurement. Ed. Moskowitz, H. R. Moskowitz / Jacobs, Inc. Valhalla.
- CAIRNS, P.; MORRIS, V. J.; MILES, M. J.; BROWNSEY, G. J. 1986. Comparative studies of the mechanical properties of mixed gels formed by kappa-carrageenan and tara gum or carob gum. Food Hydrocolloids I (1): 89-91.
- CARROLL, V.; MILES, M. J.; MORRIS V. J. 1984. Synergistic interactions between kappa-carrageenan and locust bean gum. In Gums and Stabilizers for the Food Industry 2. Applications of Hydrocolloids. Eds. Phillips, G. O.; Wedlock, D. G.; Williams, P. A. Pergamon Press. Oxford. p.501-506.
- CHRISTENSEN, O. e TRUDSOE, J. 1980. Effect of other hydrocolloids on the texture of kappa-carragenan gels. J. Texture St. 11: 137-147.

CIVILLE, G. V. e LISKA, I. H. 1975. Modifications and applications to foods of the General Foods Texture Profile technique. J. Texture St. 6: 19-31.

CIVILLE, G. V. e LAWLESS, H. T. 1986. The importance of language in describing perceptions. J. Sensory St. 1: 203-215.

COSTELL, E.; DAMÁSIO, M. H.; IZQUIERDO, L. e DURAN, L. 1989. Selección de un equipo de catadores para el análisis descriptivo de la textura no oral de geles de hidrocoloides. Rev. Agroquim. Tecnol. Aliment. 29(3): 375-383.

DAGET, N. e COLLYER, S. 1984. Comparison between quantitative descriptive analysis and physical measurements of gel systems and evaluation of the sensorial method. J. Texture St. 15: 227-245.

DAMÁSIO, M. H. 1990. Medidas das propriedades mecânicas e da textura de géis mistos de k-carragenato-goma garrofin-goma guar. Influência da composição e relação entre os dados instrumentais e sensoriais. Tese de Doutorado. FEA - Unicamp.

DAMÁSIO, M. H.; CAPILLA, C.; COSTELL, E.; DURÁN, L. 1990 a. Influencia de la composición en las propiedades mecánicas de geles mixtos de k-carragenato-goma de garrofin y goma guar. Resistencia a la penetración. Rev. Agroquim. Tecnol. Aliment. 30(1): 109-121.

DAMÁSIO, M. H.; FISZMAN, S. M.; COSTELL, E. e DURAN, L. 1990 b. Influence of the composition on the resistance to compression of kappa-carrageenan - locust bean gum - guar gum mixed gels; relationship between instrumental and sensorial measurements. Food Hydrocolloids III (6): 457-464.

DAMÁSIO, M. H. e COSTELL, E. 1991. Análisis sensorial descriptivo: Generación de descriptores y selección de catadores. Rev. Agroquim. Tecnol. Aliment. 31(2): 165-178.

DAMÁSIO, M. H.; FURTADO, S. M. B.; PIVATTO, M. M. 1991. Selección de descriptores de aroma y sabor para la evaluación del aguardiente de caña de azúcar ("cachaça"). III Congreso Mundial de Tecnología de Alimentos, Barcelona.

- DAMÁSIO, M. H.; COSTELL, E.; IZQUIERDO, L. e DURAN, L. 1992. Correlating instrumental measurement and non-oral sensory evaluation of texture mixed gels. In Gums and Stabilizers for the Food Industry. Eds. Phillips, G. O.; Wedlock, D. G.; Williams, P. A. IRL Press at Oxford University Press, Oxford, Inglaterra p.109-112.
- DAMÁSIO, M. H.; COSTELL, E.; IZQUIERDO, L. e DURAN, L. 1994. Influence of the composition on non-oral texture of kappa-carrageenan - locust bean gum - guar gum mixed gels. Food Quality and Preference 5: 195-201.
- DE MAN, J. M. 1975. Texture of foods. Lebensm. Wiss. u Technol. 8: 101-107.
- DE MAN, J. M.; KAMEL B. S. 1975. Evaluation of gelatin gel texture by penetration tests. Lebensm. Wiss. u Technol. 8: 123-127.
- DURAN, L.; DAMÁSIO, M. H.; COSTELL, E.; IZQUIERDO, L. 1989. Non-oral texture evaluation of mixed gels. Selection of parameters. In Food Properties and Computer-Aided Engineering of Food Processing Systems. Eds. Singh R. P. and Medina, A. G. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht.
- FELBERG, I. 1994. Formulações mistas de leites condensados açucarados de vaca e de soja: avaliação sensorial e reológica. Tese de mestrado. FEA - Unicamp.
- FISZMAN, S. M.; COSTELL, E.; DURÁN, L. 1985. Efecto de la concentración y de la adición de iota-carragenato y de goma de garrofin en la resistencia a la compresión de geles de kappa-carragenato. Rev. Agroquím. Tecnol. Aliment. 25 (4): 591 - 598.
- FISZMAN, S. M.; BAIDÓN S.; COSTELL, E.; DURÁN, L. 1987. Propiedades funcionales de la goma de garrofin. Influencia en la resistencia a la compresión de geles de agar y de kappa-carragenato. Rev. Agroquím. Tecnol. Aliment. 27(4): 519-529.
- FISZMAN, S. M.; DURÁN, L. 1989. Mechanical properties of k-carrageenan / locust bean gum mixed gels added sucrose. Food Hydrocolloids 3(3): 209-211.

- GALT, A. M. e MAC LEOD, G. 1983. The application of Factor Analysis to cooked beef aroma descriptors. J. Food Sci. 48:1354-1355.
- GERDES, D. L.; BURNS, E. E.; HARROW, L. S. 1987. Some effects of gelling agents and sweeteners on high and low sugar content carbohydrate gels. Lebens. Wiss. u Tech. 20(6): 282-286.
- GLICKSMAN, M. 1983. Red Seaweed Extracts (Agar, Carrageenan, Furcerallan). In Food Hydrocolloids Volume II. Ed. Glicksman, M. CRC Press, Inc. Boca Raton, Florida.
- GLICKSMAN, M. 1986a. Locust / Carob Bean Gum. In Food Hydrocolloids Volume III. Ed. Glicksman, M. CRC Press, Inc. Boca Raton, Florida.
- GLICKSMAN, M. 1986b. Utilização de hidrocolóides marinhos na indústria de alimentos. Alimentos & Tecnologia 6: 43-46.
- HELLEMANN, U.; TUORILA, H.; SALOVAARA, H.; TARKKONEN, L. 1987. Sensory profiling and multidimensional scaling of selected Finnish rye breads. International J. Food Sci. Technol. 22(6): 693-700.
- HENRY, W. F.; KATZ, M. H.; PILGRIM, F. J.; MAY, A. T. 1971. Texture of semi-solids foods: sensory and physical correlates. J. Food Sci. 36: 155 - 161
- HEYMANN, H. e NOBLE, A. C. 1989. Comparison of Canonical Variate and Principal Component Analysis of Wine Descriptive Analysis Data. J. Food Sci. 54 (5): 1355-1358.
- IGOE, R. S. 1982. Hydrocolloid interactions useful in food systems. Food Technology 36(4): 72-74.
- JELTEMA, M. A. e SOUTHWICK, E. M. 1986. Evaluation and applications of odor profiling. J. Sensory St. 1: 123-136.
- LEVITT, D. J. 1974. The use of sensory and instrumental assessment of organoleptic characteristics via multivariate statistical methods. J. Texture St. 5: 183-200.

- LUNDGREN, B.; PANGBORN, R. M.; DAGET, N.; YOSHIDA, M.; LAING, D. G.; MC BRIDE, R. L.; GRIFFITHS, N.; HYVONEN, L.; SAUVAGEOT, F.; PAULUS, K.; BARYKO-RIKIELNA, N. 1986. An Interlaboratory Study of Firmness, Aroma and Taste of Pectin Gels. Lebens. Wiss. y Tech. 19: 87-88.
- LYON, B. G. 1987. Development of chicken flavor descriptive attribute terms aided by multivariate statistical procedures. J. Sensory St. 2: 55-67.
- MC EWAN, J. A. e THOMSON, D. M. H. 1987a. An investigation of the factors influencing consumer acceptance of chocolate confectionery using the Repertory Grid Method. In Food Acceptability. Ed. Thomson, D. M. H. Elsevier Applied Science. London.
- MC EWAN, J. A. e THOMSON, D. M. H. 1987b. An application of the Repertory Grid Method to investigate consumer attitudes towards meat. Poster apresentado no Symposium on Food Acceptability. University of Reading, 14-18 de setembro de 1987.
- MOSKOWITZ, H. R. 1983. Product Testing and Sensory Evaluation of Foods. Food Nutrition Press, Inc. Westport. 605p.
- MUÑOZ, A. M.; PANGBORN, R. M.; NOBLE, A. C. 1986a. Sensory and mechanical attributes of gel texture. I. Effect of gelatin concentration. J. Texture St. 17: 1-16.
- MUÑOZ, A. M.; PANGBORN, R. M.; NOBLE, A. C. 1986b. Sensory and mechanical attributes of gel texture. II. Gelatin, sodium alginate and kappa-carrageenan gels. J. Texture St. 17: 17-36.
- NOBLE, A. C. e SHANNON, M. 1987. Profiling zinfandel wines by sensory and chemical analyses. Am. J. Enol. Vitic. 38 (1): 1-5
- OZAWA, K.; NIKI, R.; ARIMA, S. 1985. Effects of coexistence of casein on gelation of k-carrageenan. Agric. Biol. Chem. 49: 3123-3129.
- PEDERSEN, J. K. 1974. Carrageenan: functional properties and application in food. Cereal Science Today 19(10) 471-476.

- PEDERSEN, J. K. 1980. Carrageenan, pectin and xanthan/locust bean gum gels. Trends in their food use. Food Chemistry 6: 77-88.
- PIGGOTT, J. R. e JARDINE S. P. 1979. Descriptive sensory analysis of whisky flavour. J. Inst. Brew. 85: 82-85.
- PIGGOTT, J. R. 1993. Heterocyclic nitrogen compounds in whisky. In: Food flavors ingredients and composition. Proceedings of the 7th International Flavor Conference. CHARALAMBOUS, George (Ed.) Amsterdam: Elsevier, p. 521 - 532.
- POWERS, J. J.; CENCIARELLI, S. e SHINHOLSER, K. 1984. El uso de programas estadísticos generales en la evaluación de los resultados sensoriales. Rev. Agroquím. Tecnol. Aliment. 24(4): 469-484.
- QUARNABY, A. R. e RATKOWSKY, D. A. 1988. Free-choice flavour and odour profiling of fish spoilage: does it achieve its objective? J. Sci. Food Agriculture 44(1): 89-98.
- RAO, M. A.; COOLEY, H. J.; WALTER, R. H.; DOWNING, D. L. 1989. Evaluation of texture of pectin jellies with the Volland-Stevens texture analyser. J. Texture St. 20: 87-95.
- SHINHOLSER, K.; HELLEMANN, U.; SALOVAARA, H.; ELLILA, M. e POWERS, J. J. 1987. Factor patterns yielded by subsets of panelists examining Finnish sour rye bread J. Sensory St. 2: 199-213.
- STONE, H.; SIDEL, J.; OLIVER, S.; WOOLSEY, A. e SINGLETON, R. C. 1974. Sensory evaluation by quantitative descriptive analysis. Food Technol. 28(1): 24, 26, 28-29, 32, 34.
- STONE, H. e SIDEL, J. 1985. Sensory Evaluation Practices. Academic Press, Inc. 311p.
- SZCZESNIAK, A. S. 1975. Textural characterization of temperature sensitive foods. J. Texture St. 6: 139-156.
- SZCZESNIAK, A. S. 1979. Classification of mouthfeel characteristics of beverages. In: Food texture and rheology. Ed Sherman, P. Academic Press, Inc. London. p:1 - 20.