

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS
DEPARTAMENTO DE PLANEJAMENTO ALIMENTAR E NUTRIÇÃO

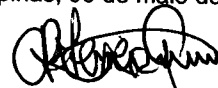
ESTUDO DO PERFIL DE TEXTURA INSTRUMENTAL E SENSORIAL EM GÉIS
DE PECTINA DE BAIXO TEOR DE ESTERIFICAÇÃO, ALGINATO E GELATINA

NEURALUCIA GONÇALVES DIAS
Licenciatura em Química

PARECER

Este exemplar corresponde à redação final da tese defendida por Neuralúcia Gonçalves Dias aprovada pela Comissão Julgadora em 06 de maio de 1999.

Campinas, 06 de maio de 1999

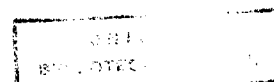


Prof. Dr. Carlos R. Ferreira Grosso
Presidente da Banca

Prof. Dr. CARLOS RAIMUNDO FERREIRA GROSSO
Orientador

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

Campinas, São Paulo
Março de 1999



U.	BC
N.	
V.	2
F.	38093
D.	229/99
X	
R\$	11,00
D.	20/04/99
N.	

CM-00125576-0

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

D543p

Dias, Neuralúcia Gonçalves

Estudo do perfil de textura instrumental e sensorial em géis de pectina de baixo teor de esterificação, alginato e gelatina. / Neuralúcia Gonçalves Dias. -- Campinas, SP: [s.n.], 1999.

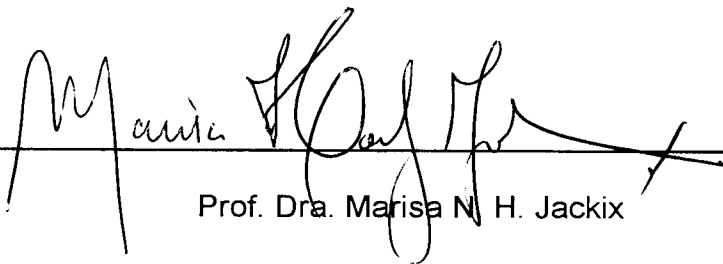
Orientador: Carlos Raimundo Ferreira Grosso.
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos.

1. Avaliação sensorial. 2. Textura. 3. Alginatos. 4. Pectina. 5. Gelatina. I. Grosso, Carlos Raimundo Ferreira. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos. III. Título.

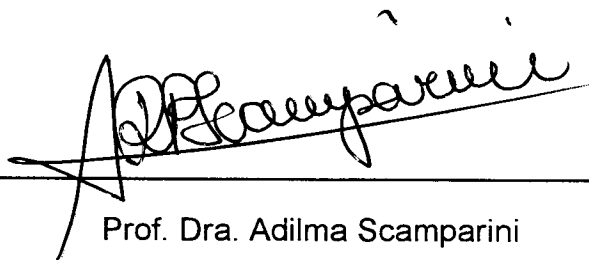
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Carlos R. F. Grosso
(Orientador)



Prof. Dra. Marisa N. H. Jackix



Prof. Dra. Adilma Scamparini

Prof. Dra. Maria Aparecida A. P. da Silva

DEDICO

A Deus, pela minha existência.

Ao meu esposo, Anderson Corrêa, companheiro de todas as horas.

Aos meus pais, que me mostraram em todas os momentos como agir diante da vida.

AGRADECIMENTOS

Ao Departamento de Planejamento Alimentar e Nutrição da FEA-UNICAMP pela oportunidade de realização deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Carlos Raimundo Ferreira Grosso, pelo apoio, orientação e incentivo durante todo o trabalho.

À Dra. Maria Aparecida Azevedo Pereira da Silva, pela orientação na Análise Sensorial.

Ao Chico, Bete, Rose, pelo apoio técnico durante a realização dos trabalhos.

Aos meus queridos amigos Andréa, Marcos, Cristina, Sandra, Rose, Bete, Flávio, pelos momentos de alegria.

Aos Profs. MS. Ednalva Dantas e João Bosco Dantas da UFRR pela amizade, apoio e estímulo constante.

Aos provadores que participaram dos testes de Análise Sensorial e, em especial, à equipe que participou da Análise Descritiva dos géis, pela boa vontade e dedicação: Andréa, Chico, Bete, Helenyta, Cidinha, Flávio, Carla, Florência, Luciane, Suzana, Márcia, Soely.

As Indústrias Cia Nutrasweet Kelco/ Monsanto, Braspectina S.A e a Leiner Davis Gelatinas pela gentileza em fornecer amostras dos polímeros utilizados.

Ao CNPQ e CAPES pelo financiamento do trabalho e concessão da bolsa de mestrado.

ÍNDICE

LISTA DE TABELAS.....	I
LISTA DE FIGURAS.....	III
RESUMO.....	IV
SUMMARY.....	VII
INTRODUÇÃO.....	1
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	4
1. Gel.....	4
2. Alginatos.....	6
2.1. Composição Química.....	6
2.2. Mecanismo de Formação do Gel.....	9
3. Pectina.....	11
3.1. Composição Química.....	12
3.2. Mecanismo de Formação do Gel.....	15
3.2.1. Pectinas de alto teor de metoxilação.....	15
3.2.2. Mecanismo de gelificação de pectinas de baixo teor de metoxilação.....	16
4. Gelatina.....	17
4.1. Estrutura Química.....	20
4.2. Mecanismo de Formação do Gel.....	20
5. Medidas de Textura em Alimentos.....	21
5.1. Medida de Textura Instrumental.....	22
5.1.a. Métodos Empíricos.....	23
5.1.b. Métodos Imitativos.....	23
5.1.c. Métodos Fundamentais.....	24
5.1.2. Instrumentos com Medidas Individuais.....	24
5.1.2.a. Penetrômetros.....	24

5.1.2.b.	Instrumentos de Cisalhamento.....	25
5.1.3.	Instrumentos Múltiplos.....	25
5.1.4.	Aplicações do Perfil de Análise de Textura (TPA).....	28
5.2.	Técnicas na Avaliação da Textura Sensorial.....	29
5.2.1.	Perfil da Textura.....	32
5.2.2.	Análise Descritiva Quantitativa.....	33
6.	MATERIAL E MÉTODOS.....	39
6.1.	Material.....	39
6.1.1.	Matéria-prima.....	39
6.1.1.1.	Hidrocolóides.....	39
6.1.2.	Preparação dos géis.....	39
6.1.3.	Instrumentos.....	40
6.2.	Métodos.....	41
6.2.1.	Medidas Instrumentais.....	41
6.2.1.1.	Teste de Penetração.....	41
6.2.1.2.	Teste de Compressão.....	41
6.2.2.	Avaliação Sensorial.....	42
6.2.2.1.	Apresentação das amostras.....	42
6.2.2.1.1.	Gel contido.....	42
6.2.2.1.2.	Gel livre.....	43
6.2.2.2.	Formas de avaliação.....	43
6.2.2.3.	Análise Descritiva Quantitativa (ADQ).....	43
6.2.2.3.1.	Levantamento dos termos.....	43
6.2.2.3.2.	Escolha dos termos mais importantes.....	44
6.2.2.3.3.	Treinamento e seleção da equipe de provadores.....	44
6.2.2.3.4.	Avaliação das amostras.....	45
6.2.2.4.	Análise Estatística.....	45
6.2.2.5.	Correlação entre avaliação da textura instrumental e sensorial.....	46
7.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	55

7.1. Avaliação Sensorial da Textura.....	55
7.1.1. Terminologia descritiva.....	55
7.1.2. Seleção de provadores.....	55
7.1.3. Avaliação quanto ao perfil e a ordem de grandeza dos atributos.....	61
7.1.3.a. Firmeza.....	61
7.1.3.b. Elasticidade.....	63
7.1.3.c. Fracturabilidade.....	64
7.1.3.d. Aderência a colher e a parede do becker.....	66
7.1.3.e. Mastigabilidade.....	67
7.1.3.f. Textur dos grânulos.....	67
7.1.3.g. Arenosidade.....	68
7.1.3.h. Espalhabilidade na boca.....	68
7.1.3.i. Textura de superfície.....	69
7.1.3.j. Velocidade de desintegração.....	70
7.1.4. Análise de Componente Principal (ACP) Sensorial.....	77
7.2. Avaliação Instrumental da Textura.....	87
7.2.1. Análise de Componente Principal (ACP) Instrumental.....	98
7.3. Correlação entre a avaliação instrumental e sensorial da textura.....	103
8. CONCLUSÕES.....	110
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	111
10. ANEXOS (1-10).....	126

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Análise sensorial de textura de géis.....	31
Tabela 2. Definições físicas e sensoriais dos parâmetros mecânicos de textura..	34
Tabela 3. Termos utilizados para o perfil de textura sensorial de géis.....	35
Tabela 4. Valores de $P_{amostra}$ obtidos por 16 provadores em cada atributo no..... teste de seleção da equipe.....	57
Tabela 5. Valores de $P_{repetição}$ obtidos por 16 provadores em cada atributo no..... teste de seleção da equipe.....	58
Tabela 6. Médias da equipe sensorial e médias individuais de cada um..... dos Provadores que compuseram a equipe sensorial	59
Tabela 7. Média dos valores da avaliação sensorial através da compressão do..... gel contido.....	71
Tabela 8. Média dos valores da avaliação sensorial através do corte do gel contido.....	72
Tabela 9. Média dos valores da avaliação sensorial através da textura oral do..... gel contido.....	73
Tabela 10. Média dos valores da avaliação sensorial através da compressão..... do gel livre.....	74
Tabela 11. Média dos valores da avaliação sensorial através do corte do gel..... livre.....	75
Tabela 12. Médias dos valores da avaliação sensorial através da textura oral do gel livre.....	76
Tabela 13. Comparação das médias globais dos parâmetros do TPA na avaliação da textura do gel contido de pectina por penetração.....	92
Tabela 14. Comparação das médias globais dos parâmetros do TPA na avaliação da textura do gel contido de alginato por penetração.....	93

Tabela 15. Comparação das médias globais dos parâmetros do TPA na avaliação da textura do gel contido de gelatina por penetração.....	94
Tabela 16. Comparação das médias globais dos parâmetros do TPA na avaliação da textura do gel livre de pectina por compressão.....	95
Tabela 17. Comparação das médias globais dos parâmetros do TPA na avaliação da textura do gel livre de alginato por compressão.....	96
Tabela 18. Comparação das médias globais dos parâmetros do TPA na avaliação da textura do gel livre de gelatina por compressão.....	97
Tabela 19. Médias globais do parâmetro dureza instrumental do TPA na avaliação da textura na penetração do gel contido utilizados para a avaliação sensorial.....	106
Tabela 20. Médias globais do parâmetro dureza instrumental do TPA na avaliação da textura na compressão do gel livre utilizados para a avaliação sensorial.....	107
Tabela 21. Correlação entre avaliação instrumental feita por penetração em gel contido e sensorial para gel contido.....	108
Tabela 22. Correlação entre avaliação instrumental feita por compressão em gel cilíndrico livre e sensorial para gel cilíndrico livre.....	109

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Unidades monoméricas de alginato.....	7
Figura 2. Gelificação do alginato.....	10
Figura 3. Estrutura da pectina.....	12
Figura 4. Estrutura primária da gelatina.....	20
Figura 5. Modelo de ficha para aplicação do Método de rede	47
Figura 6. Termos gerados através do método de rede.....	48
Figura 7. Definição dos termos usados na análise descritiva dos géis.....	50
Figura 8. Ficha de avaliação sensorial usada no treinamento dos provadores.....	51
Figura 9. Análise de Componente Principal dos atributos de géis contidos nos testes de compressão e corte com colher.....	83
Figura 10. Análise de Componente Principal dos atributos de géis livres nos testes de compressão e corte com colher.....	84
Figura 11. Análise de Componente Principal dos atributos de géis contidos nos testes de avaliação da textura oral.....	85
Figura 12. Análise de Componente Principal dos atributos de géis livres nos testes de avaliação da textura oral.....	86
Figura 13. Curvas da dureza instrumental de géis contido por penetração e géis..... livres por compressão.....	91
Figura 14. Análise de Componente Principal de géis contidos por penetração instrumental.....	101
Figura 15. Análise de Componente Principal de géis livres por compressão instrumental.....	102

RESUMO

ESTUDO DO PERFIL DE TEXTURA INSTRUMENTAL E SENSORIAL EM GÉIS DE PECTINA DE BAIXO TEOR DE ESTERIFICAÇÃO, ALGINATO E GELATINA

Textura é um atributo sensorial que é largamente avaliado em alimentos. A padronização da metodologia instrumental e a correlação com medidas sensoriais é imprescindível.

A dureza de géis de pectina, alginato e gelatina por compressão e penetração usando TPA (Análise do Perfil de Textura) instrumental foram comparadas a sensorial utilizando compressão e corte com colher, compressão língua-palato e percepção pós-mastigação. Foi utilizado texturômetro TA-XT2, dispositivo cilíndrico 0.5/R para penetração e P/55 para compressão e ADQ (Análise Descritiva Quantitativa) sensorial com amostras contidas e livres apresentadas em ensaios independentes após identificação de atributos.

A dureza instrumental aumentou com aumento da concentração. Foram necessária maior concentração de gelatina e menor de pectina para obter géis de dureza equivalente. Dureza-TPA em penetração variaram de 50 a 275 g, e de 200 a 900 g na compressão. Curvas de Dureza-TPA X concentração do gel foram independentes no teste de compressão, e superpostas para alginato e pectina na penetração para baixas concentrações de gel. O R^2 para as curvas foram mais altos na penetração (0,94 - 0,96) em relação a compressão (0,84 –

0,92). O C.V (Coeficiente de Variação) entre repetições variaram de 1.44 a 6.31% na penetração e 2.49 a 15.99% na compressão.

O aumento da dureza com a concentração foi também observado na avaliação sensorial. Todas as formas de avaliação sensorial apresentaram diferenças significativas nas médias sensoriais de dureza entre diferentes concentrações e agentes gelificantes. Os géis de pectina mostraram perfil linear enquanto alginato e gelatina mostraram perfil exponencial de expoente negativo e positivo respectivamente.

A Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) gerou 22 termos para descrever as percepções de textura. A análise dos componentes principais (ACP) indicou que a avaliação oral obteve melhor discriminação entre amostras. A variância total explicável (dois eixos ortogonais) foi 74 e 81% para corte e compressão com colher, e 90 e 90% para avaliação oral, para géis livres e contidos respectivamente. Géis de gelatina foram espacialmente separados dos géis de pectina e alginato conforme observado no ACP sensorial.

Os valores de R^2 (correlação linear) entre dureza instrumental e sensorial foram altos (0,80 – 0,97) para géis contidos ou livres, e para todos os agentes gelificantes. A correlação utilizando log da avaliação sensorial mostra maiores valores de R^2 para géis de gelatina. Enquanto que géis de pectina e alginato apresentaram maiores valores de R^2 para os valores sensoriais lineares.

A correlação entre medidas sensoriais e instrumentais da textura de géis demonstrou a validade de se usar ferramentas instrumentais para a avaliação da força de géis.

Elasticidade -TPA e coesividade-TPA foram os parâmetros que apresentaram os menores resultados ($< 0,50$) em relação ao coeficiente de correlação. A elasticidade avaliada sensorialmente nos testes de compressão e corte com

colher, apresentou valores crescentes com o aumento da concentração do agente gelificante independente da forma em que a amostra foi servida.

A gomosidade-TPA e a mastigabilidade-TPA apresentaram valores de R^2 superiores para o teste de penetração ($0,76 < R^2 < 0,94$) em relação a compressão ($0,42 < R^2 < 0,76$). A mastigabilidade descrita sensorialmente aumentou conforme as concentrações crescentes dos agentes gelificantes, independente do agente ou da forma de apresentação.

A adesividade-TPA apresentou coeficiente de variação alto mostrando a variabilidade entre as repetições. A aderência a colher descrita sensorialmente apresentou para géis fracos valores numéricos altos nos géis livres, entretanto, diferiu significativamente entre os agentes. Para a aderência à parede do recipiente os valores foram constantes para alginato e pectina e crescente para gelatina, conforme a concentração aumentava.

Algumas características físicas dos géis, tais como textura de grânulos, velocidade de desintegração, textura de superfície, espalhabilidade na boca e arenosidade foram somente indicados como atributos nos métodos de avaliação orais. Velocidade de desintegração, espalhabilidade na boca e característica da superfície apresentaram-se praticamente constantes para cada agente com o aumento da concentração.

A análise de componente principal (ACP) apresentou variância total explicável para o teste de penetração 80% e para o teste de compressão 85% para a avaliação da textura feita instrumentalmente.

SUMMARY

INSTRUMENTAL AND SENSORY TEXTURE PROFILE IN LMP PECTIN, ALGINATE AND GELATIN GELS

Food texture is a sensory attribute, that is widely evaluated instrumentally. Consequently instrumental methodology standardization and correlation with sensory measurement are required.

To compare firmness of pectin, alginate and gelatin gels determined instrumentally by compression and penetration (TPA), with sensory measurements obtained by compression and cutting with a spoon, tongue/palate compression and mastication.

TA-XT2 texturometer was used with a 0.5/R cylindrical probe for penetration and P/55 for compression. Texture profiles on contained and free samples were generated by Quantitative Descriptive Analysis (QDA).

Greater quantities of gelatin in relation to pectin were necessary to obtain gels of equivalent firmness. TPA firmness for penetration varied from 50 to 275 g and from 200 to 900 g for compression. For alginates and pectin at low concentrations, the regression models relating TPA firmness curves x gel concentration were distinct for compression and superimposed for penetration. R^2 values were higher for penetration curves (0,94 – 0,96; $p < 0.05$) than for

compression (0,84 – 0,92; $p < 0.05$). CV values varied from 1.44 to 6.31% for penetration and 2.49 to 15.99% for compression.

QDA generated 22 terms to describe texture perceptions. Gel type and concentration level produced differences ($p < 0.05$) among mean values of firmness for all forms of sensory evaluation, except for compression with a spoon. Linear and exponential models fitted the correlation between sensory firmness x gel concentration for pectin and alginate/gelatin respectively. PCA indicated that the oral evaluation provided better discrimination among samples. Correlation between instrumental and sensory firmness were high (0,80 – 0,97; $p < 0.05$). For gelatin this correlation showed the highest R^2 values for the log of the sensory firmness while pectin and alginate showed the highest R^2 for linear sensory values.

Correlations between instrumental and sensory measurements of gel texture demonstrated the validity of using instrumental tools to evaluate gels strength.

Springness-TPA and Coesiveness-TPA were attributes that showed the lowest results considering the coefficient of determination (0,50). Springness obtained through sensory evaluation by compression and cutting with a spoon increased as the gelling agent concentration increased, for free and contained gels.

Gumminess-TPA and Chewiness-TPA showed bigger R^2 values during penetration ($0,76 < R^2 < 0,94$) than obtained during compression ($0,42 < R^2 < 0,76$). Sensory Chewiness increased as the gelling concentration increased for all polymers used and for free and contained gels.

Adesiveness-TPA showed a great variability among repetitions. Sensory Adesiveness showed differences statistically among gelling agents when small amounts of gelling agents were used. Adesiveness to the becker wall were constant for alginate and pectin and increased as the gelatin concentration increased too.

The physical characteristics of the gels like granules texture, velocity of desintegration, surface texture and mouthfeel spreadability and greatness were indicated as attributes only for sensory evaluation.

The ACP variance accountable for instrumental measurements were 80% during penetration tests and 85% when compression mode was used.

INTRODUÇÃO

Um gel é uma rede tridimensional contínua de moléculas ou partículas conectadas (cristais, gotas de emulsão, agregados, fibrilas moleculares) contendo um grande volume de fase líquida.

Em muitos alimentos, a matriz do gel consiste de moléculas de polímero (polissacarídeos e ou proteínas) ligadas por zonas de junção através de pontes de hidrogênio, associações hidrófobas, ligações iônicas ou covalentes, sendo a fase líquida uma solução aquosa de baixo peso molecular contendo porções da cadeia polimérica (BEMILLER & WHISTLER, 1996).

Entre os agentes gelificantes, os polissacarídeos são usados principalmente para espessar ou gelificar soluções aquosas e desta forma modificar propriedades de fluxo e de textura. Pela propriedade de aumentar a viscosidade quando dispersos em água, polissacarídeos possuem uma variedade de funções em alimentos funcionando como: agentes ligantes, estabilizantes, emulsificantes e espessantes (GLICKSMAN, 1979; IGOE, 1982).

As gomas são usualmente classificadas como polissacarídeos e agrupadas de acordo com sua origem. Algumas gomas como agar, furcellaram, carragena e alginato são obtidas de plantas aquáticas (algas marinhas); goma arábica, goma karaya e goma tragacante são obtidas de exudados de plantas terrestres; goma guar, goma locusta e goma tara são obtidas de sementes de plantas terrestres; pectina também é obtida de plantas terrestres principalmente de plantas; carboximetilcelulose de sódio, hidroxipropilcelulose e celulose cristalina são derivados de celulose e goma xantana é obtida de fermentação microbiana. Ainda

entre os hidrocolóides se inclui a gelatina que é um produto aquo-solúvel obtido a partir de tecido colaginoso de ossos e pele de animais (IGOE, 1982; DZIEZAK, 1991).

KRAMER (1973) definiu a textura como uma das propriedades sensoriais primárias dos alimentos que está relacionada integralmente com o sentido do tato e é potencialmente mensurável objetivamente por métodos mecânicos e expressas em unidades de massa ou força.

Progressos substanciais tem ocorrido na caracterização reológica da textura de alimentos por meios de medidas objetivas. A aplicação do perfil de análise de textura instrumental (FRIEDMAN, et al., 1963; BOURNE, 1968; BRANDT, et al., 1963) com dois ciclos sucessivos tem sido muito utilizado na avaliação instrumental, entretanto as informações obtidas tem sido frequentemente mais uma reflexão da geometria e da dinâmica do aparato de teste que das propriedades físicas das amostras. Em grande parte dos trabalhos de avaliação da textura instrumental, as amostras foram comprimidas uniaxialmente, através da aplicação de uma força, e a extensão da deformação avaliada (BOURNE, 1982). No entanto nenhuma padronização desses testes tem sido realizadas e muitas diferentes formas de execução empregadas. As principais diferenças entre as avaliações incluíram a forma e o tamanho das amostras, o tamanho das placas, o tratamento das placas para diminuir a fricção entre os pratos e a amostras, a taxa de compressão e a temperatura da amostra (ZOON, 1991).

Atualmente dois instrumentos computadorizados tem sido amplamente utilizado para a determinação do TPA (Análise do Perfil de Textura) instrumental: o INSTRON e o analizador de textura TA-XT₂.

Entre as técnicas sensoriais, a análise descritiva quantitativa (ADQ) proporciona uma completa descrição de todas as propriedades sensoriais de um produto, representando um dos métodos mais completos e sofisticados para caracterização

sensorial de atributos importantes (STONE & SIDEL, 1985). Os resultados da análise descritiva fornecem uma descrição completa das similaridades e diferenças das propriedades sensoriais (atributos) de um conjunto de produtos, bem como permite identificar quais são os atributos mais importantes para o produto (MUÑOZ et al., 1996).

Correlações entre a avaliação sensorial e a instrumental através do TPA tem sido melhor desenvolvidas (MEULLENET, et al., 1997; 1998), embora existam grandes lacunas a serem preenchidas nos estudos de correlação sensorial-instrumental. Devido às lacunas, esse trabalho teve como objetivos:

- a. Estudar o comportamento da textura instrumental (TPA) quanto a variações de concentração e comparação de testes de compressão e penetração para géis de alginato, pectina de baixo teor de metoxilação amidada e gelatina em níveis equivalentes de dureza instrumental.
- b. Avaliar sensorialmente os parâmetros de textura dos referidos agentes gelificantes.
- c. Correlacionar a textura sensorial com a instrumental, particularmente com relação ao atributo dureza.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1. Gel

Um gel é uma rede tridimensional contínua de moléculas ou partículas conectadas (cristais, gotas de emulsão, agregados, fibrilas moleculares) contendo um grande volume de fase líquida. Em muitos alimentos, a matriz do gel consiste de moléculas de polímero (polissacarídeos e ou proteínas) ligadas por zonas de junção através de pontes de hidrogênio, associações hidrófobicas, ligações iônicas ou covalentes, sendo a fase líquida uma solução aquosa de baixo peso molecular contendo porções da cadeia polimérica (BEMILLER & WHISTLER, 1996).

Géis podem conter até 99% de água, mas apesar disso apresentam mais propriedades típicas do estado sólido, particularmente quanto a elasticidade e a rigidez. Suas propriedades são consequência da formação de uma rede tridimensional de moléculas de polímeros-proteínas ou polissacarídeos completamente espalhada pelo volume ocupado pelo gel (OAKENFULL, 1984). Devido a sua habilidade para conter água são geralmente usados em baixas concentrações (0,25% - 0.50%), apresentando capacidade de produzir viscosidade e formar gel em um sistema alimentício (IGOE, 1982).

O fator chave na gelificação é a formação de associações cruzadas entre as moléculas do polímero que estabilizam a rede do gel. Muitas unidades de monômeros interagem cooperativamente e formam “zonas de junção”. A estrutura e a estabilidade dessas “zonas de junção” dependem da composição química e da geometria molecular do polímero formador do gel (OAKENFULL, 1984).

A escolha de um agente gelificante específico para aplicação depende da viscosidade, reologia ou da força do gel desejada, do pH do sistema, da temperatura durante o processamento, de interações com outros ingredientes, e do custo e quantidade necessárias para se obter esses efeitos. Cada agente gelificante tende a ter uma ou mais características específicas que orientam a escolha para uma aplicação desejada (BEMILLER & WHISTLER, 1996).

Entre os agentes gelificantes, os polissacarídeos são usados principalmente para espessar ou gelificar soluções aquosas e desta forma modificar propriedades de fluxo e de textura. Pela propriedade de aumentar a viscosidade quando dispersos em água, polissacarídeos possuem uma variedade de funções em alimentos funcionando como: agentes ligantes, estabilizantes, emulsificantes e espessantes (GLICKSMAN, 1979; IGOE, 1982).

Os polissacarídeos solúveis em água e os polissacarídeos modificados usados em alimentos e em outras aplicações industriais, são conhecidos como gomas ou hidrocolóides. A vasta utilização de gomas e hidrocolóides ocorre em vários tipos de indústrias, incluindo a alimentícia, a farmacêutica e a cosmética (GLICKSMAN 1986).

As gomas são usualmente classificadas como polissacarídeos e agrupadas de acordo com sua origem. Algumas gomas como agar, furcellaram, carragena e alginato são obtidas de plantas aquáticas (algas marinhas); goma arábica, goma karaya e goma tragacante são obtidas de exudados de plantas terrestres; goma guar, goma locusta e goma tara são obtidas de sementes de plantas terrestres; pectina também é obtida de plantas terrestres principalmente de plantas; carboximetilcelulose de sódio, hidroxipropilcelulose e celulose cristalina são derivados de celulose e goma xantana é obtida de fermentação microbiana. Ainda entre os hidrocolóides se inclui a gelatina que é um produto aquo-solúvel obtido a

partir de tecido colaginoso de ossos e pele de animais (IGOE, 1982; DZIEZAK, 1991).

2. ALGINATOS

Alginatos são muito significantes entre todos os hidrocolóides utilizados em alimentos. Ocorrem naturalmente como os maiores polissacarídeos estruturais em algas conhecidas como *phaeophyceae*, sendo que as mais importantes para a produção comercial dos alginatos incluem *Macrocystis pyrifera*, *Laminaria hyperborea*, *Laminaria digitata* e *Ascophyllum nodosum*, encontradas em muitos locais (MORRIS, 1986; DZIEZAK, 1991).

Ácido algínico, a forma do ácido livre do alginato, é o produto intermediário na obtenção comercial de alginatos. Como outras formas livres de ácido de polissacarídeos, ácido algínico tem solubilidade limitada. De forma a tornar os produtos de alginato solúveis em água mais estáveis, o ácido algínico é transformado em diversos alginatos comerciais pela incorporação de sais sendo os de sódio, potássio, magnésio e cálcio os mais usuais (ONSØYEN, 1997).

Além do ácido algínico e os sais de bases inorgânicas, uma variedade de derivados de alginato podem ser preparados incluindo sais de bases orgânicas como: ácido algínico acetil, ácido algínico sulfato, esteres metílicos e glicol e ácido algínico amidado (PERCIVAL & MCDOWELL, 1967).

2.1. COMPOSIÇÃO QUÍMICA

Alginatos são polímeros de alto peso molecular incluindo sessões rígidas e regiões flexíveis. São sais de ácido algínico com grau de polimerização

usualmente na faixa de 100-3000, correspondendo a pesos moleculares variando de 20000 a 600000 (ONSØYEN, 1997).

O alginato é um polímero linear formado por monômeros de ácido D-Manurônico e ácido L-Gulurônico, conforme apresentado na Figura 1. O ácido algínico é considerado como um ácido poliurônico com ligações lineares (1, 4) contendo três tipos de estruturas de blocos: blocos de ácido *poly-β-D-Manurônico* (M), blocos de ácido *poly-α-L-Gulurônico* (G) e blocos misturados (MG) contendo ambos monômeros (COTTRELL & KOVACS, 1980).

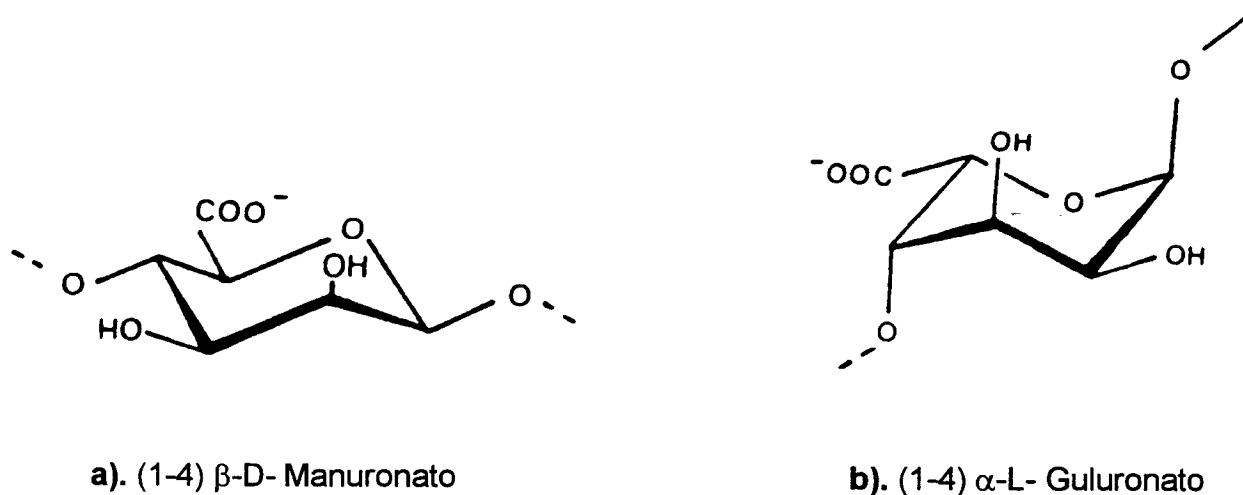


Figura 1. Unidades monoméricas de alginato (fonte: ONSØYEN, 1997)

Estudos viscosimétricos e de dispersão da luz com alginatos, sugerem que os blocos aumentam a rigidez na sequência $G > M > MG$. Estudos de ligações de íons (KOHN, 1975) e estudos de gelificação (MORRIS et al., 1973; KOHN & STICZAY, 1977) sugerem a presença de 20 resíduos de ácido *poly-α-L-gulurônico* na formação do bloco G. Um polímero volumoso e rígido é encontrado na regiões de blocos G e um polímero na forma de uma fita flexível nas regiões de bloco M, tendo as regiões MG rigidez intermediária (SMIDSRØD, 1972).

A capacidade gel formadora e a resultante força do gel obtido é assim muito associada a quantidade de blocos G e o comprimento médio desses blocos. Alto conteúdo de blocos G e blocos G longos produzem alginatos com maior reatividade ao cálcio e mais forte potencial formador do gel (ONSØYEN, 1997). De forma a reagir com o cálcio para formar um gel, alginato tem que conter uma certa proporção de ácido gulurônico, e os monômeros do ácido gulurônico devem ocorrer em série. O grau de polimerização é também importante na formação do gel e de acordo com SMIDSRØD (1972) deve estar acima de 200 para se obter uma força ótima do gel.

Em aplicações alimentícias, a formação de gel com íons cálcio é a maior fonte de interesse na utilização do alginato. Adição de cátions divalentes (com exceção de Mg^{++}) a uma solução de alginato levam a precipitação ou gelificação. Precipitação é favorecida por mais baixas concentrações do polímeros e/ ou altas concentrações dos íons localizadas. Gelificação é favorecida por uma distribuição uniforme de cátions divalentes e altas concentrações do polímero. Géis podem ser produzidos em concentrações maiores que 0.1% peso/peso mas são tipicamente preparados a concentrações de 1.0% (MCDOWELL, 1955) apud MORRIS (1986). O cuidado especial na utilização prática do uso de alginato de cálcio é o de assegurar que as junções intermoleculares sejam formadas vagarosamente o suficiente para permitir uma rede homogênea, mais que a formação de um precipitado (SIME, 1983).

As propriedades mecânicas do gel são dependentes da estrutura química onde maior quantidade de grupos M formam géis túrbidos com baixo módulo de elasticidade e onde géis com alto conteúdo de grupos G produzem géis firmes e transparentes (SMIDSRØD, 1972). Géis preparados com alginatos ricos em ácidos gulurônicos são mais firmes e menos elásticos do que os preparados com alginatos ricos em ácido manurônicos (CRUZ, 1989).

A principal vantagem de alginato como formador de um gel é sua habilidade de formar géis estáveis ao calor os quais podem gelificar a temperatura ambiente. Alginatos podem formar géis com ácido e com cátions divalentes (principalmente cálcio). A formação do gel pode ser controlada através da regulação da liberação de íons cálcio ou ácido na solução de alginato. Géis ácidos como os de cálcio são termo-irreversíveis. Um gel termo-reversível pode ser feito sobre condições acídicas (pH abaixo de 4.0 e preferivelmente 3.4) usando uma combinação de alginato e pectina de alto teor de metoxilação (ONSØYEN, 1997).

Alginatos extraídos de diferentes materiais podem ser caracterizados pela força de seu gel. Valores de FIRA referem-se a medidas de força do gel usando um testador de gel FIRA sobre um gel de alginato de consistência muito uniforme e homogêneo (TOFT, 1982). Medidas reológicas mais elaboradas como medidas reológicas dinâmicas (testes oscilatórios) podem fornecer informações úteis sobre como a estrutura do gel de alginato é formado e como isto irá influenciar a textura resultante e as características de textura oral do alimento.

2.2. MECANISMO DE FORMAÇÃO DO GEL

O modelo “Caixa de Ovos” foi proposto por GRANT et al., (1973), para as interações de segmentos *poly L- guluronato* com íons cálcio na gelatinização de alginato. As regiões de blocos G (ácido L- gulurônico) são alinhadas lado a lado, resultando na formação de uma cavidade. Essa cavidade tem dimensões que são ideais para ligações cooperativas de íons cálcio. Quando o íon cálcio é adicionado em uma solução de alginato de sódio, alinhamentos do blocos G ocorrem, e os íons cálcio são ligados entre duas cadeias (*poly- α - L- gulurônico*) semelhantes a ovos em uma “caixa de ovos” (GRANT et al., 1973) O modelo é ilustrado na Figura 2.

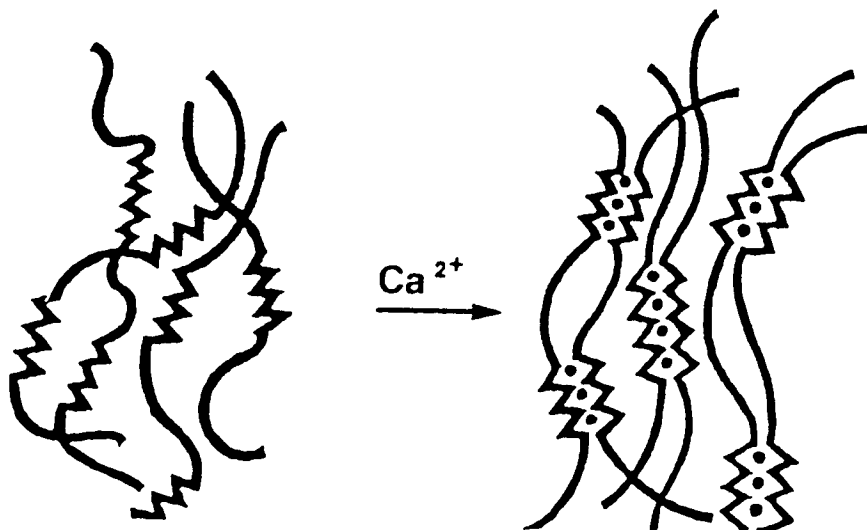


Figura 2. Gelificação do alginato (Fonte: GRANT et al., 1973)

A gelificação obtida por uma rede tridimensional de associação do alginato com o cátion cálcio envolve a formação de zonas de junção, onde as ligações ocorrem via blocos gulurônico, sendo a força do gel diretamente relacionada com a quantidade de zonas de junção e a natureza das associações envolvidos nestas zonas (OAKENFULL, 1987).

Pesquisas de modelo molecular de poliguluronato em uma estrutura de enrolamento duplo foram identificados por Raio-X mostrando cavidades do tamanho requerido para acomodar íons cálcio com átomos de oxigênio bem posicionados espacialmente para efetuar a quelação com o cátion (GRANT et al., 1973).

De acordo com ONSØYEN (1997) os principais métodos para produção de géis de alginatos são: gelificação por difusão a pH neutro, gelificação por difusão em pH ácido, gelificação interna, pH ácido ou neutro, gelificação combinada e gelificação por esfriamento.

3. PECTINA

Pectinas são complexos de polissacarídeos estruturais que ocorrem amplamente em plantas (REES, 1969). Elas são análogas aos alginatos em algas marinhas, tendo sido isoladas e nominadas pela primeira vez por BRACONNOT (1825) apud MAY (1997). Pectinas são utilizadas em vários alimentos como agentes geleificantes, espessantes, texturizantes, emulsificantes e estabilizantes (BEMILLER & WHISTLER, 1996; DZIEZAK, 1991).

Apesar de sua larga ocorrência, somente poucas fontes de materiais tem sido usadas para produzir pectinas comerciais como aditivos para alimentos, isto porque a maioria delas não apresentam funcionalidade no sentido de gelificar com altas quantidades de açúcar em meio ácido. Pectinas são encontradas em grandes quantidades em tecidos vegetais macios que em geral crescem rápido e contém grande quantidade de umidade. Elas parecem desempenhar um papel de controle do movimento de água e fluídos das plantas durante o crescimento (GLICKSMAN, 1969).

Pectinas contribuem para a firmeza e estrutura de tecidos de plantas atuando na parede celular de forma semelhante a observada em tecidos de origem animal com o colágeno (ASPINALL, 1970).

Atualmente as duas fontes mais importantes de pectina são polpa de maçã e de laranja pós-extração do suco. Outras fontes de subprodutos que contém significativa quantidade de pectina incluem a polpa de beterraba e sementes de girassol, porém com funcionalidade inferior as duas primeiras com relação a gelificação (MAY, 1997; DZIEZAK, 1991).

Pectinas comerciais apresentam diferentes distribuição no peso molecular e no grau de esterificação, e estas distribuições influenciam em suas propriedades

funcionais bem como tornam sua caracterização mais difícil. Tem sido também possível com pectinas comerciais separá-las em frações sensíveis ao cálcio e frações não sensíveis, o que acarreta significantes diferenças em suas propriedades funcionais (MAY, 1997).

3.1. COMPOSIÇÃO QUÍMICA

Pectinas constituem um grupo de polímeros, formados por unidades de ácido galacturônico como parte de uma grande classe de substâncias denominadas pécticas, encontradas na parede celular na maioria das plantas (MAY, 1990; DZIEZAK, 1991). A unidade básica construtora da cadeia é o ácido galacturônico, ligado por associação $\alpha(1,4)$ em uma cadeia polissacarídea, conforme apresentado na Figura 3. A cadeia principal de ácido D-galacturônico é interrompida a intervalos regulares por unidades de ramnose, onde ocorrem dobras na cadeia com perda da linearidade da molécula de pectina (ASPINALL, 1970; REES & WIGHT, 1971).

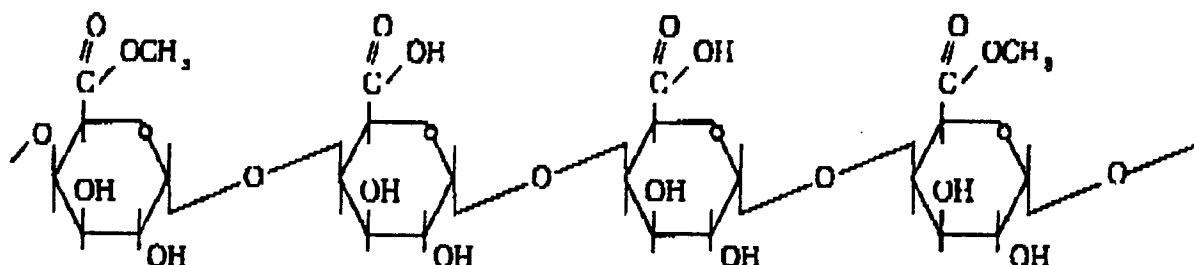


Figura 3. Estrutura da pectina (Fonte: REES, 1972).

Muitas das unidades do ácido galacturônico são esterificadas com metanol, mas o grupo ester pode ser facilmente removido pela ação de enzimas. Também é largamente aceito que a pectina contém quantidades variáveis de unidades de

açúcares neutros. Estudos da estrutura indicam a presença de regiões de ácido poligalacturônico parcialmente esterificados com metanol ligadas a regiões mais complexas de ramnose-ácido galacturônico onde ocorrem ramificações laterais contendo galactose e arabinose (MAY, 1997).

As pectinas encontradas na natureza são as de alto conteúdo de grupos metoxilas requerendo um tratamento químico ou enzimático para diminuição dos grupos esterificados e obtenção da pectina de baixo teor de metoxilação (BTM) ou de baixo teor de metoxilação amidadas. Pectinas são produtos da quebra parcial de estruturas complexas das paredes celulares e dessa forma são invariavelmente heterôgeneas (OAKENFULL, 1991).

O grau de esterificação varia com a idade e localização dentro do tecido da planta e com o método de extração, bem como com o conteúdo de açúcares neutros (MORRIS, 1986). Pectinas de baixo teor de metoxilação são preparadas por desesterificação controlada de pectina de alto teor de metoxilação (ATM), em meio alcohólico heterogêneo, com ácido ou amônia. A deesterificação ácida determina uma distribuição aleatória dos grupos metoxilas restantes através da estrutura galacturônica (WALTER, 1991).

Dependendo do grau de metoxilação as pectinas podem ser classificadas em: **a)** baixo teor de metoxilação (25%-50%); e **b)** alto teor de metoxilação (>50%) que formam géis de dois tipos com intermediários ocasionais. Eles são chamados géis de cálcio e géis ácidos respectivamente. O mecanismo de formação é diferenciado (OAKENFULL & SCOTT, 1984).

Vários fatores, tais como o pH, a presença de outros solutos, tamanho molecular, grau de metoxilação, número e arranjo das cadeias laterais, e densidade de carga sobre a molécula influenciam o processo de gelificação da pectina (MAY, 1997; CRANDALL & WICKER, 1986).

A concentração do polímero na formação do gel é tipicamente 1% (peso/peso) e a mistura é preparada a altas temperaturas e gelifica sobre esfriamento. O teor do grau de esterificação controla a velocidade de gelificação ou alternativamente a temperatura em que a mesma se inicia. Não existe evidência para seletividade de ligação de cátions (KOHN, 1975) em pectinas ATM. Baixo pH provavelmente ajuda a associação intermolecular pela redução de carga do polímero, assim abaixando a repulsão carga-carga intermolecular e também reduzindo a solubilidade das cadeias poliméricas. A gelificação é termicamente irreversível e acompanhada por mudanças no espectro de dicroísmo circular atribuído a uma perda de liberdade conformacional para a cadeia polimérica (MORRIS, 1986).

Solubilidade em água esta relacionada ao grau de polimerização e ao número e distribuição de grupos metoxilas. Geralmente, a solubilidade aumenta conforme decresce o peso molecular e aumento nos grupos carboxílicos esterificados, embora o pH, temperatura e natureza e concentração do soluto presente tenha um efeito significativo sobre a solubilidade (SIMPSON, et al., 1984).

Pectina é solúvel em água fria e produz uma solução viscosa. Como outras gomas viscosas é necessário cuidado em dispersar o pó rapidamente em água para evitar que se formem grumos que são de difícil dissolução. Pectinas podem ser facilmente degradadas em condições pouco ácidas e a altas temperaturas. Uma vez que a reação pode ocorrer se houver grupos ácidos esterificados na cadeia molecular, a taxa de degradação é muito menor em pectinas de baixo teor de metoxilação e ausente em ácido péctico que se apresenta totalmente deesterificado. Dessa forma somente ácido péctico ou pectinas de baixo teor de esterificação normalmente são utilizados em produtos neutros especialmente os que serão submetidos a processamento térmico (MAY, 1997).

Uma vez que habilidade das pectinas para formar gel dependem do tamanho molecular e do grau de metoxilação, pectinas de diferentes fontes apresentam

diferentes habilidades de gelificação devido a variação nesses parâmetros (SIMPSON, et al., 1984).

3.2 MECANISMO DE FORMAÇÃO DO GEL

A nível molecular um gel aquoso consiste de três elementos: zonas de junção onde moléculas do polímero são mantidas juntas, segmentos interjunção os quais são relativamente móveis e a água contida na rede do polímero. Uma zona de junção pode envolver uma ligação covalente simples entre duas cadeias ou uma combinação de pontes de hidrogênio e interações hidrofóbicas entre duas cadeias do polímero posicionadas próximas. Embora a formação de uma junção intermolecular estável seja um requerimento crítico para a gelificação, algumas limitações sobre a associação intercadeias é também necessária para prover uma rede hidratada ao invés de um precipitado insolúvel (AXELOS & THIBAUT, 1991).

3.2.1. Pectinas de alto teor de metoxilação:

Pectinas de alto teor de metoxilação formam géis se o pH está abaixo de 3.6 e um cosoluto esta presente, tipicamente sacarose em alta concentração, cuja função é a estabilização das zonas de junção pela promoção de interações hidrofóbicas entre grupos metil ester (OAKENFULL & SCOTT, 1984). Forças não covalentes como pontes de hidrogênio e interações hidrofóbicas parecem responsáveis pela formação do gel nesse tipo de pectina (JORDAN & BRANT, 1978; BEMIILLER & WHISTLER, 1996).

Para que ocorra gelificação para esse tipo de pectina são requeridas condições específicas quanto a concentração de açúcar e acidez, onde as cadeias de pectina se encontram parcialmente desidratadas e a carga negativa seja suficientemente reduzida para permitir interação cadeia-cadeia. A mínima

concentração na qual pectinas de alto teor de metoxilação irão formar gel se encontra entre 50-55% usando uma pectina de capacidade de gelificação muito rápida em um pH muito baixo (ao redor de 2.8). A natureza do açúcar também tem um efeito pronunciado sobre a taxa de gelificação (MAY, 1997).

3.2.2. Mecanismo de gelificação de pectinas de baixo teor de metoxilação:

Em todos os sistemas contendo pectinas de baixo teor de metoxilação, a gelificação é governada por um número de parâmetros, tais como o nível de cálcio, o nível de sequestrante, que exerce o controle sobre a disponibilidade de cálcio presente, o pH, a quantidade de sólidos solúveis e a reatividade inerente da pectina. Esses fatores afetam a força do gel e sua temperatura de gelificação (MAY, 1997).

Pectinas de baixo teor de amidação formam géis pela reação com íons cálcio, através do mecanismo conhecido como “caixa de ovos” proposto por GRANT et al., (1973), mecanismo esse sugerido inicialmente para alginatos.

Em sistemas contendo pectinas de baixo teor de esterificação, gelificação resulta da ligação iônica através de pontes com cálcio e dois grupos carboxílicos pertencentes a duas cadeias diferentes, mais fisicamente próximas (AXELOS & THIBAUT, 1991).

O mecanismo de gelificação é similar mais não totalmente idêntico ao encontrado em alginato, pois envolve a associação de blocos de ácidos galacturônicos não esterificados, os quais tem uma forma similar a dos blocos G (ácido L-gulurônico) dos alginatos (GIDLEY et al., 1979). Uma sessão de duas cadeias de pectinas, as quais devem estar livres de grupos ester mas podem conter um limitado número de grupos amida, são mantidas juntas por íons cálcio. Embora os grupos amida possam ser incorporados nas zonas de junção, eles contribuem menos que os grupos ácidos carregados para a força de ligação entre as cadeias. Onde os

grupos amida estão presentes, eles atuam no sentido de quebrar e reformar as interligações entre as cadeias na estrutura do gel mais facilmente pela ação de temperatura ou deformação mecânica, e dessa forma são mais termicamente reversíveis que as não amidadas, apresentando também a maior tolerância a mudanças no nível de cálcio (MAY, 1997).

O íon cálcio é adicionado na proporção de 0.1- 0.5% do peso de gel. Excesso de cálcio produz a precipitação de pectato de cálcio; açúcar em pequenas quantidades melhora a textura e pH muito ácido dificulta a formação do gel (BOBBIO et al., 1992).

Na ausência de cátions monovalentes para competir ou na presença de excesso de cálcio, agregação além da formação de dímeros tem sido possivelmente responsável pela turbidez dos géis (REES, 1972; 1982). A baixo pH outros modos adicionais de associação podem ocorrer. Géis de pectato de cálcio a baixo pH são termicamente reversíveis enquanto géis de pectato de cálcio a pH neutro são termicamente irreversíveis (GIDLEY et al., 1980).

4. GELATINA

Entre os hidrocolóides disponíveis, gelatina é utilizada largamente na indústria alimentícia e farmacêutica, sendo produzida em grande escala e a preços relativamente baixos, justificando assim o grande interesse e exploração de suas propriedades funcionais. A gelatina é um hidrocolóide utilizado como espessante, estabilizante, formador de filme, protetor colidal, emulsificante, agente espumante/aerador e clarificante de bebidas. Devido a sua baixa temperatura de liquefação, normalmente é utilizada em produtos conservados em ambientes refrigerados (JHONSTON-BANKS, 1990).

Ela difere de outros hidrocolóides onde a maioria são polissacarídeos, enquanto gelatina é uma proteína totalmente digerível, contendo quase todos os aminoácidos essenciais exceto triptofano. É o principal componente estrutural de tecidos conectivos brancos e esta presente em tecidos e órgãos. Constitui quase 30% da proteína total em vertebrados e invertebrados, e sobre o microscópio aparece como fibras brancas opacas, circundadas por outras proteínas e mucopolissacarídeos (POPPE, 1997).

Gelatina é um polipeptídeo de alto peso molecular derivado do colágeno, o componente principal dos tecidos conectivos animais. O nome gelatina foi primariamente utilizado por volta de 1700 e é derivado do latim “gelatus” significando firme ou congelado (ROSE, 1987). Embora o termo gelatina seja algumas vezes usado para se referir a outros formadores de gel, ele é adequadamente aplicado somente a materiais derivados do colágeno (POPPE, 1997).

Colágeno é caracterizado por um alto conteúdo de glicina, prolina e hidroxiprolina, com os últimos aminoácidos representando de 13-15% do colágeno. Hidroxiprolina é praticamente específica para o colágeno. O elemento básico na configuração do colágeno é o tropocolageno, consistindo de três cadeias, enroladas como fios de um cabo e mantidas juntas por pontes de hidrogênio. Essas três cadeias polipeptídicas formam uma super hélice (VEIS, 1964).

A conversão de colágeno em gelatina é a transformação essencial que ocorre na fabricação da gelatina. A complexidade da estrutura do colágeno e a variedade de tratamentos enzimáticos e químicos que podem ser aplicados na fabricação da gelatina explicam a grande variedade de tipos de gelatina existentes. Embora os processos tecnológicos tenham avançado muito, a obtenção da gelatina comercial ainda permanece uma experiência empírica. Ela envolve a hidrólise catalisada por ácido ou base para gelatinas que formam gel em água (VEIS, 1964; POPPE, 1997).

Comercialmente quase que somente couros, ossos e pele de porco são utilizados como matéria prima na fabricação da gelatina. Gelatinas comerciais podem ser divididas em dois grupos: gelatina do tipo A obtida por pré-tratamento ácido possuindo ponto isoelétrico entre 7.0 e 9.0 e gelatina do tipo B obtida por pré-tratamento básico com ponto isoelétrico situado entre 4.6 e 5.2 (GENNADIOS et al., 1994).

A gelatina é classificada e comercializada de acordo com sua força de gelificação, o “Bloom”, que é uma medida da força de gelificação determinada através de uma metodologia padronizada internacionalmente (LOPES, 1976).

A força do gel é independente do pH em uma ampla faixa de valores para pH acima de 5.0. Ao contrário do ocorre com a maioria dos outros polissacarídeos com propriedades gelificantes, a formação do gel de gelatina não requer a presença de outros reagentes como a sacarose, sais e cátions divalentes (LOPES, 1976).

A gelatina é insolúvel em água fria e outros líquidos (soluções açucaradas, etc.), entretanto possui uma característica particular, a capacidade de inchamento, através da qual a mesma pode absorver em torno de dez vezes seu peso em água. A taxa de “inchamento” depende do tamanho da partícula, ou mais precisamente, da área superficial por unidade de peso. As características de expansão (inchamento) são influenciadas pela temperatura e concentração de sais ou açúcares presentes (JHONSTON-BANKS, 1990).

As principais características reológicas, geralmente resultantes do processo de produção utilizado, são: o valor de “Bloom” (força do gel) e a viscosidade, sendo que essas propriedades estão relacionadas com a composição de aminoácidos, com peso molecular médio e em particular com o grau de polimerização da cadeia (JHONSTON-BANKS, 1990). Estes dados podem definir as propriedades da gelatina e em que situação esta pode ser empregada, e ainda estão intimamente

4.1. ESTRUTURA QUÍMICA

NC(=O)C1CCNC1C(=O)C(R)C(=O)NCC(=O)N2C(CCC2)C(=O)C(R')C(=O)N3C(CCC3O)C(=O)C4C(CCC4)C(=O)N5C(CCC5)C(=O)C6C(CCC6)C(=O)N7C(CCC7)C(=O)C8C(CCC8)C(=O)N9C(CCC9)C(=O)C10C(CCC10)C(=O)N11C(CCC11)C(=O)C12C(CCC12)C(=O)N13C(CCC13)C(=O)C14C(CCC14)C(=O)N15C(CCC15)C(=O)C16C(CCC16)C(=O)N17C(CCC17)C(=O)C18C(CCC18)C(=O)N19C(CCC19)C(=O)C20C(CCC20)C(=O)N21C(CCC21)C(=O)C22C(CCC22)C(=O)N23C(CCC23)C(=O)C24C(CCC24)C(=O)N25C(CCC25)C(=O)C26C(CCC26)C(=O)N27C(CCC27)C(=O)C28C(CCC28)C(=O)N29C(CCC29)C(=O)C30C(CCC30)C(=O)N31C(CCC31)C(=O)C32C(CCC32)C(=O)N33C(CCC33)C(=O)C34C(CCC34)C(=O)N35C(CCC35)C(=O)C36C(CCC36)C(=O)N37C(CCC37)C(=O)C38C(CCC38)C(=O)N39C(CCC39)C(=O)C40C(CCC40)C(=O)N41C(CCC41)C(=O)C42C(CCC42)C(=O)N43C(CCC43)C(=O)C44C(CCC44)C(=O)N45C(CCC45)C(=O)C46C(CCC46)C(=O)N47C(CCC47)C(=O)C48C(CCC48)C(=O)N49C(CCC49)C(=O)C50C(CCC50)C(=O)N51C(CCC51)C(=O)C52C(CCC52)C(=O)N53C(CCC53)C(=O)C54C(CCC54)C(=O)N55C(CCC55)C(=O)C56C(CCC56)C(=O)N57C(CCC57)C(=O)C58C(CCC58)C(=O)N59C(CCC59)C(=O)C60C(CCC60)C(=O)N61C(CCC61)C(=O)C62C(CCC62)C(=O)N63C(CCC63)C(=O)C64C(CCC64)C(=O)N65C(CCC65)C(=O)C66C(CCC66)C(=O)N67C(CCC67)C(=O)C68C(CCC68)C(=O)N69C(CCC69)C(=O)C70C(CCC70)C(=O)N71C(CCC71)C(=O)C72C(CCC72)C(=O)N73C(CCC73)C(=O)C74C(CCC74)C(=O)N75C(CCC75)C(=O)C76C(CCC76)C(=O)N77C(CCC77)C(=O)C78C(CCC78)C(=O)N79C(CCC79)C(=O)C80C(CCC80)C(=O)N81C(CCC81)C(=O)C82C(CCC82)C(=O)N83C(CCC83)C(=O)C84C(CCC84)C(=O)N85C(CCC85)C(=O)C86C(CCC86)C(=O)N87C(CCC87)C(=O)C88C(CCC88)C(=O)N89C(CCC89)C(=O)C90C(CCC90)C(=O)N91C(CCC91)C(=O)C92C(CCC92)C(=O)N93C(CCC93)C(=O)C94C(CCC94)C(=O)N95C(CCC95)C(=O)C96C(CCC96)C(=O)N97C(CCC97)C(=O)C98C(CCC98)C(=O)N99C(CCC99)C(=O)C100C(CCC100)C(=O)N101C(CCC101)C(=O)C102C(CCC102)C(=O)N103C(CCC103)C(=O)C104C(CCC104)C(=O)N105C(CCC105)C(=O)C106C(CCC106)C(=O)N107C(CCC107)C(=O)C108C(CCC108)C(=O)N109C(CCC109)C(=O)C110C(CCC110)C(=O)N111C(CCC111)C(=O)C112C(CCC112)C(=O)N113C(CCC113)C(=O)C114C(CCC114)C(=O)N115C(CCC115)C(=O)C116C(CCC116)C(=O)N117C(CCC117)C(=O)C118C(CCC118)C(=O)N119C(CCC119)C(=O)C120C(CCC120)C(=O)N121C(CCC121)C(=O)C122C(CCC122)C(=O)N123C(CCC123)C(=O)C124C(CCC124)C(=O)N125C(CCC125)C(=O)C126C(CCC126)C(=O)N127C(CCC127)C(=O)C128C(CCC128)C(=O)N129C(CCC129)C(=O)C130C(CCC130)C(=O)N131C(CCC131)C(=O)C132C(CCC132)C(=O)N133C(CCC133)C(=O)C134C(CCC134)C(=O)N135C(CCC135)C(=O)C136C(CCC136)C(=O)N137C(CCC137)C(=O)C138C(CCC138)C(=O)N139C(CCC139)C(=O)C140C(CCC140)C(=O)N141C(CCC141)C(=O)C142C(CCC142)C(=O)N143C(CCC143)C(=O)C144C(CCC144)C(=O)N145C(CCC145)C(=O)C146C(CCC146)C(=O)N147C(CCC147)C(=O)C148C(CCC148)C(=O)N149C(CCC149)C(=O)C150C(CCC150)C(=O)N151C(CCC151)C(=O)C152C(CCC152)C(=O)N153C(CCC153)C(=O)C154C(CCC154)C(=O)N155C(CCC155)C(=O)C156C(CCC156)C(=O)N157C(CCC157)C(=O)C158C(CCC158)C(=O)N159C(CCC159)C(=O)C160C(CCC160)C(=O)N161C(CCC161)C(=O)C162C(CCC162)C(=O)N163C(CCC163)C(=O)C164C(CCC164)C(=O)N165C(CCC165)C(=O)C166C(CCC166)C(=O)N167C(CCC167)C(=O)C168C(CCC168)C(=O)N169C(CCC169)C(=O)C170C(CCC170)C(=O)N171C(CCC171)C(=O)C172C(CCC172)C(=O)N173C(CCC173)C(=O)C174C(CCC174)C(=O)N175C(CCC175)C(=O)C176C(CCC176)C(=O)N177C(CCC177)C(=O)C178C(CCC178)C(=O)N179C(CCC179)C(=O)C180C(CCC180)C(=O)N181C(CCC181)C(=O)C182C(CCC182)C(=O)N183C(CCC183)C(=O)C184C(CCC184)C(=O)N185C(CCC185)C(=O)C186C(CCC186)C(=O)N187C(CCC187)C(=O)C188C(CCC188)C(=O)N189C(CCC189)C(=O)C190C(CCC190)C(=O)N191C(CCC191)C(=O)C192C(CCC192)C(=O)N193C(CCC193)C(=O)C194C(CCC194)C(=O)N195C(CCC195)C(=O)C196C(CCC196)C(=O)N197C(CCC197)C(=O)C198C(CCC198)C(=O)N199C(CCC199)C(=O)C200C(CCC200)C(=O)N201C(CCC201)C(=O)C202C(CCC202)C(=O)N203C(CCC203)C(=O)C204C(CCC204)C(=O)N205C(CCC205)C(=O)C206C(CCC206)C(=O)N207C(CCC207)C(=O)C208C(CCC208)C(=O)N209C(CCC209)C(=O)C210C(CCC210)C(=O)N211C(CCC211)C(=O)C212C(CCC212)C(=O)N213C(CCC213)C(=O)C214C(CCC214)C(=O)N215C(CCC215)C(=O)C216C(CCC216)C(=O)N217C(CCC217)C(=O)C218C(CCC218)C(=O)N219C(CCC219)C(=O)C220C(CCC220)C(=O)N221C(CCC221)C(=O)C222C(CCC222)C(=O)N223C(CCC223)C(=O)C224C(CCC224)C(=O)N225C(CCC225)C(=O)C226C(CCC226)C(=O)N227C(CCC227)C(=O)C228C(CCC228)C(=O)N229C(CCC229)C(=O)C230C(CCC230)C(=O)N231C(CCC231)C(=O)C232C(CCC232)C(=O)N233C(CCC233)C(=O)C234C(CCC234)C(=O)N235C(CCC235)C(=O)C236C(CCC236)C(=O)N237C(CCC237)C(=O)C238C(CCC238)C(=O)N239C(CCC239)C(=O)C240C(CCC240)C(=O)N241C(CCC241)C(=O)C242C(CCC242)C(=O)N243C(CCC243)C(=O)C244C(CCC244)C(=O)N245C(CCC245)C(=O)C246C(CCC246)C(=O)N247C(CCC247)C(=O)C248C(CCC248)C(=O)N249C(CCC249)C(=O)C250C(CCC250)C(=O)N251C(CCC251)C(=O)C252C(CCC252)C(=O)N253C(CCC253)C(=O)C254C(CCC254)C(=O)N255C(CCC255)C(=O)C256C(CCC256)C(=O)N257C(CCC257)C(=O)C258C(CCC258)C(=O)N259C(CCC259)C(=O)C260C(CCC260)C(=O)N261C(CCC261)C(=O)C262C(CCC262)C(=O)N263C(CCC263)C(=O)C264C(CCC264)C(=O)N265C(CCC265)C(=O)C266C(CCC266)C(=O)N267C(CCC267)C(=O)C268C(CCC2

4.2. MECANISMO DE FORMAÇÃO DO GEL

Os grupos funcionais ácidos ou básicos laterais das cadeias conferem características polieletrólíticas a configuração aleatória da gelatina, sendo estas cargas responsáveis pelas interações entre moléculas de gelatina e solvente além de afetar a viscosidade e todas as demais propriedades da gelatina. Assim para o entendimento e caracterização de um sistema contendo gelatina deve-se considerar a carga da molécula de gelatina, a carga total do sistema, a natureza dos grupos ionizáveis e a distribuição interna destas. A configuração da cadeia de gelatina normalmente é controlada pelas interações entre solvente e peptídeos da cadeia principal e certas orientações preferenciais das ligações peptídicas, assim sendo a sequência de aminoácidos é responsável por características funcionais interessantes da gelatina (VEIS, 1964).

A conversão sol-gel é reversível e pode ser repetida. Esta característica é usada com vantagens em muitas aplicações alimentícias. Além disso, géis de gelatina começam a liquefazer entre 27 e 34°C (termoreversíveis) e eles tendem a se desfazer na boca, o que é uma propriedade altamente desejável (POPPE, 1997).

De acordo com DJABOUROV (1988) as regiões ricas em iminoácidos das diferentes cadeias polipeptídicas adotam uma conformação helicoidal quando esfriadas e essas hélices são estabilizadas por pontes de hidrogênio, as quais produzem o gel tridimensional. A gelificação da gelatina pode ser considerada como uma reforma parcial do colágeno e essas partes reformadas atuam como zonas de junção do gel (LEDWARD, 1990).

A força do gel depende da concentração da gelatina, tendo as gelatinas comerciais força de gel ("bloom strenght" ou "bloom") entre 50 e 300 bloom para uma concentração de gelatina de 6.67%, crescendo com o tempo de maturação do gel, e variando inversamente com a temperatura (POPPE, 1997).

5. MEDIDAS DE TEXTURA EM ALIMENTOS

KRAMER (1973) definiu a textura como uma das propriedades sensoriais primárias dos alimentos que está relacionada integralmente com o sentido do tato e é potencialmente mensurável objetivamente por métodos mecânicos e expressas em unidades de massa ou força. De acordo com o autor a percepção da textura depende da deformação resultante da aplicação de pressão e/ou de suas propriedades de superfície como aspereza, maciez ou aderência, estimadas pelo sentido do tacto. O consumidor pode ter uma idéia da textura de um alimento pelo toque de um dedo ou das mãos, porém ela é melhor percebida pelas sensações causadas pelo contato com as partes duras e moles da boca.

A textura também é definida por SZCZESNIAK (1963) como a manifestação sensorial e funcional das propriedades estruturais e mecânicas dos alimentos, detectadas através do senso de visão, audição, toque e kinéstética. As características foram divididas em: mecânicas, geométricas e outras. As mecânicas foram relacionadas à reação dos alimentos à aplicação de uma força (dureza, coesividade, viscosidade, elasticidade e adesividade); as geométricas relacionadas com o tamanho, formato e orientação das partículas no alimento (fibroso, cristalino, granuloso, etc.); e outras características relacionadas com a percepção da umidade, teor de óleos e gorduras do alimento (oleosidade, suculência, etc.). As características mecânicas foram ainda divididas em primárias e secundárias.

5.1 Medida de textura Instrumental:

A pesar da textura ser uma propriedade sensorial, ela pode ser estudada também por métodos objetivos instrumentais. Por causa da natureza física da textura um grande número de instrumentos mecânicos foram desenvolvidos e se tornaram disponíveis para a descrição quantitativa da textura. O primeiro instrumento foi desenvolvido em 1861 (BOURNE, 1982), e nos anos de 1970 cerca de 60

instrumentos estavam disponíveis comercialmente e mais de 70 foram descritos na literatura (SZCZESNIAK, 1973; 1998).

A forma mais comum de se avaliar a textura de alimentos por métodos instrumentais, é submeter a amostra a uma força e avaliar a extensão da deformação ou resistência da amostra a essa força. Embora existam várias metodologias de avaliação instrumental de textura, a força exercida sobre a amostra, pode ser aplicada basicamente de cinco formas diferentes: através da compressão, do cisalhamento, do corte, da tensão e da compressão e cisalhamento (BOURNE, 1982).

Os métodos de medidas objetivos de textura foram divididos, por SCOTT BLAIR (1958), em três categorias: metodologias empíricas (penetrômetros, compressímetros, consistômetro, cisalhadores, e outros), imitativos (análise do perfil de textura da “General Foods”) e fundamentais (medem propriedades mecânicas bem definidas, tais como módulo de elasticidade e outros).

5.1.a. Métodos Empíricos: Medem propriedades mecânicas da amostra em unidades empíricas do instrumento, onde geralmente a amostra é submetida a um complexo de forças, mas um tipo de ação predomina (BRENNAN, 1984). O problema com este tipo de teste é a definição insuficiente do que é medido, e a arbitrariedade do teste sendo somente efetivo com um número limitado de alimentos, porém bastante utilizados nas indústrias de alimentos (BOURNE et al., 1978; SZCZESNIAK, 1963).

5.1.b. Métodos Imitativos: São os que imitam as condições a que o alimento é submetido na prática. Os instrumentos imitativos somente simulam o complexo processo de mastigação em um grau muito limitado. Geralmente apresentam dispositivos em forma de dentes e/ ou uma ação que copia o movimento das mandíbulas, mas somente num plano vertical. O primeiro instrumento desse tipo foi o texturômetro da “General Foods” (BRENNAN, 1984). Outros exemplos desse

tipo de teste são os aparelhos que imitam o manuseio da massa de panificação como Farinógrafo, e os que medem o escoamento do alimento como o consistômetro BOSTWIK e o consistômetro ADAMS (BOURNE, 1982; SZCZESNIAK, 1963).

5.1.c. Métodos Fundamentais: Medem propriedades mecânicas bem definidas tais como módulo de elasticidade e outros. Apresentam a grande vantagem de expressar os resultados em unidades definidas e quantificar os efeitos de variações de amostra, forma geométrica do dispositivo usado e outras condições de teste. As dificuldades encontradas, são muitas e, devidas principalmente, a natureza heterogênea da maioria dos alimentos e o fato de que poucos deles exibem um comportamento exclusivamente elástico, viscoso ou plástico (BOURNE et al., 1978; SZCZESNIAK, 1963). Geralmente, os testes fundamentais são demorados, não se correlacionam tão bem quanto os empíricos com a avaliação sensorial e usam equipamento caros (BOURNE, 1982; SZCZESNIAK, 1963).

Outra classificação para avaliação da textura instrumental considera aparelhos de medida individual e aparelhos de medidas múltiplos (SZCZESNIAK, 1973; BRENNAN, 1984).

5.1.2. Instrumentos com Medidas Individuais: entre os mais importantes se encontram:

5.1.2.a. Penetrômetros: Baseados no princípio de penetração na amostra, onde é medida a força requerida para uma certa penetração, e a medida obtida associada com a “dureza” ou “firmeza” do alimento frequentemente utilizado para avaliar a maturação de frutas e dureza de géis de gelatina (Gelômetro O.T. Bloom) (SZCZESNIAK, 1973).

A medida do comportamento mecânico de géis realizada através do teste de penetração, representa um dos métodos mais utilizados para medidas objetivas da textura. Como o nome indica, são baseados no princípio de penetração do material-teste com dispositivos que podem ter diferentes formas e tamanhos. Os penetrômetros podem ser divididos em dois tipos: peso constante (para medidas de consistência em gorduras) e velocidade constante. Na sua forma mais simples encontra-se o Magness-Taylor e na sua forma mais avançada, o Instron UTM (de MAN and KAMEL 1975).

5.1.2.b. Instrumentos de Cisalhamento: Utilizados para cisalhamento de sólidos empregando uma ou várias lâminas sendo o WARNER-BRATZLER o mais popular na medida quantitativa da maciez da carne (SZCZESNIAK, 1963).

5.1.3. Instrumentos Múltiplos: Estes instrumentos, são usados para realizar uma grande variedade de testes de textura, devido a sua versalidade, flexibilidade e precisão, além de fornecer, como resultado, o registro de curvas forças-distância que permite obter vários parâmetros de textura em uma só medida, sendo o mais popular o Instron Universal Testing Machine (IUTM). Curvas de força-tempo são registradas com exatidão. Grande variedade de sondas e células de teste de textura podem ser adaptadas à esta máquina, possibilitando a realização de quase todos os métodos que têm sido registrados na literatura (BRENNAN, 1984).

Um grupo de pesquisadores do centro técnico da “General Foods” desenvolveu o fundamento tanto para a análise sensorial como para análise instrumental da textura através da Análise do Perfil de Textura ou TPA (SZCZESNIAK, 1963^a; FRIEDMAN et al., 1963; SZCZESNIAK et al., 1963^a; BRANDT et al., 1963), a partir de um texturômetro (FRIEDMAN et al., 1963) ou texturômetro “General Foods” (GF), que imitava o movimento da mastigação na boca (SZCZESNIAK et al., 1963b).

SZCZESNIAK et al., (1963^a) desenvolveu escalas para os parâmetros instrumentais dureza, mastigabilidade, fracturabilidade, gomosidade, adesividade e viscosidade como percebida pelos procedimentos sensoriais definindo o significado físico de cada um desses parâmetros. Nesse estudo foram empregados diferentes tipos de alimentos e observada uma boa correlação entre avaliações sensoriais e instrumentais utilizando o texturômetro GF e a técnica TPA.

BOURNE (1968) foi o primeiro a adequar o Instron para análise do perfil de textura de alimentos. A medida do TPA no acompanhamento da maturação de peras tem sido citado na maioria dos trabalhos subseqüentes utilizando o Instron e o TPA para a medida da textura.

BOURNE (1968) adaptou o Instron para fazer a análise do perfil de textura, seguindo a interpretação de FRIEDMAN, et al., (1963), porém em lugar de medir a área total abaixo das curvas para calcular a coesividade, ele mediu a área somente referente a compressão, excluindo desta forma a porção de descompressão. Os parâmetros determinados por BOURNE (1968) foram dureza, fraturabilidade, coesividade, elasticidade, mastigabilidade e gomosidade.

A primeira aplicação publicada do TPA da “General Foods” foi com carnes (SZCZESNIAK et al., 1963b). Posteriormente, SZCZESNIAK (1971) aplicou TPA instrumental para bifes resfriados e pré-cozidos. Segundo BREENE (1975) o texturômetro tem sido extensivamente utilizado para géis, pastas de proteínas de plantas e géis de derivados de soja. HENRY et al., (1971) determinou os parâmetros TPA para pudins e cremes para preenchimento de tortas e sobremesas.

Aplicação da análise do perfil de textura instrumental (TPA) com dois ciclos de compressão tem sido bastante utilizada para análise de alimentos, entretanto as

informações obtidas tem sido mais frequentemente uma reflexão da geometria e da dinâmica do aparato de teste que das propriedades físicas das amostras. Além disso, nenhuma standardização dos testes tem sido realizada e muitas diferentes formas de execução foram descritas. Entre elas as principais diferenças foram: forma e tamanho das amostras, tamanho do dispositivo de teste, tratamento das placas para diminuir a fricção entre os pratos e a amostra, taxa de compressão e temperatura da amostra (ZOON, 1991-IDF). Entre os parâmetros de textura objetiva, a dureza tem sido considerada a mais importante (ZOON, 1991-IDF).

FRIEDMAN, et al., (1963) observou que as amostras deveriam ser deformadas até 25% da sua altura original em cada um dos picos do TPA, mais muitas diferentes taxas de compressão tem sido utilizadas (BREENE, 1975).

Atualmente dois instrumentos computadorizados são amplamente utilizados para a determinação do TPA instrumental: o Instron e o analisador de textura TA-XT₂. Correlações entre a avaliação sensorial e a instrumental através do TPA tem sido melhor desenvolvidas (MEULLENET, et al., 1997; 1998).

Muitos pesquisadores observaram que a qualidade das correlações (instrumental X sensorial) variaram significativamente dependendo dos parâmetros considerados. A dureza apresentou uma boa correlação, enquanto elasticidade e coesividade, apresentaram baixo nível correlação (MEULLENET, 1998). Isto pode ter sido devido as dificuldades de quantificar estes parâmetros através do perfil sensorial ou pela necessidade de melhorar os métodos de quantificação na análise do perfil instrumental (SZCZESNIAK, 1998).

No estudo da textura instrumental utilizando-se texturômetro e o Perfil de Textura (TPA), a amostra deve ser submetida a dois ciclos de compressão, e através da resposta gráfica são determinados os seguintes parâmetros, estabelecidos por

FRIEDMAN et al., (1963), modificados por BOURNE (1968), e apresentadas por VAN VLIET (1991) conforme descrito abaixo:

- ◆ Dureza TPA (“TPA hardness”) força necessária para atingir uma dada deformação.
- ◆ Fracturabilidade TPA (“fracturability”) é a força com que o material fratura.
- ◆ Coesividade TPA (“TPA cohesiveness”) força necessária para que o dispositivo se descole da amostra.
- ◆ Elasticidade TPA (“TPA springiness”) é a velocidade com que o material deformado volta a sua condição original após ser retirada a força deformante.
- ◆ Adesividade TPA (“TPA adhesiveness”) é a quantidade de força para simular o trabalho necessário para sobrepor as forças de atração entre a superfície do alimento e a superfície em contato com este.
- ◆ Gomosidade TPA (“gumminess”) é a energia requerida para se desintegrar um alimento semi-sólido ao ponto de ser engolido.
- ◆ Mastigabilidade TPA (“TPA chewiness”) é a energia requerida para se mastigar um alimento sólido até o ponto de ser engolido.

Outro instrumento de medida de textura considerado como múltiplo é o analizador de textura Stevens LFRA. Fornece valores de força de gel O.T. Bloom (“Bloom gel strength”) diretamente e curvas de carga/ penetração das quais podem ser obtidos numerosos parâmetros. Segundo BOURNE (1982), é um penetrômetro útil de propósito geral para alimentos macios. Tem sido utilizado para pastas de carnes, espumas, géis e algumas gorduras. O tipo de ensaio a realizar e o tipo de registro obtido com esse instrumento não difere, basicamente, do Instron.

5.1.4. Aplicações do Perfil de Análise de Textura (TPA)

Muitos trabalhos tem sido realizados utilizando o TPA instrumental e sensorial em sistemas gelificantes, incluindo variações nas formulações (tipo de agente gelificante, inclusão de açúcares e edulcorantes e diferentes íons), na preparação de amostras, tipo de dispositivo, velocidade e taxa de compressão e condições de execução dos testes (LEVITT, 1974); DAGET & COLLYER (1984); FISZMAN et al., (1985); OZAWA et al., (1985); ANGALET (1986); FISZMAN et al., (1987); GERDES et al.,(1987); RAO et al., (1989); DAMÁSIO (1990); DAMÁSIO et al., (1992); GUINARD and MARTY (1995); DAMÁSIO et al.,(1996); NORONHA (1996)). Entre os mais relevantes se encontram os trabalhos de MUÑOZ et al., (1986^{a,b}) onde vários agentes gelificantes foram avaliados instrumentalmente e sensorialmente com relação a textura.

5.2. Técnicas na Avaliação da Textura Sensorial

A avaliação sensorial oferece a oportunidade de se obter uma análise completa das propriedades de textura do alimento. Os processos que ocorrem enquanto o alimento esta sendo mastigado, tais como deformação, escoamento, mistura e hidratação com saliva e algumas mudanças de temperatura, tamanho, forma e rugosidade da superfície das partículas do alimento são registradas com grande sensibilidade pelos sentidos humanos, mas, muitos deles são de difícil medida por métodos objetivos (BOURNE, 1982).

Ainda que a sensação de textura ocorra principalmente na boca ou nos lábios, é possível medi-la fora da boca, geralmente com os dedos e com as mãos. No teste de apertar, os dedos sentem a distância ao aplicar a força no alimento, estando aptos a sentir pequenas distâncias com boa exatidão (BOURNE, 1982). A Tabela 1 apresenta um resumo das condições (métodos, atributos, características das amostras) utilizadas em vários trabalhos efetuados para medir a textura sensorial de géis.

Além da dificuldade acarretada pela diversidade dos modos de percepção sensorial da textura (visão, audição, tato na mão e na boca), uma das maiores dificuldades em sua avaliação é a terminologia empregada (DAMÁSIO et al., 1990b). Os testes de avaliação podem ser fundamentalmente de dois tipos: discriminativos ou descritivos (BRENNAN, 1984).

Os testes discriminativos incluem: a) os que trabalham no limite mínimo de percepção ("Threshold"), que não tem muita aplicação em estudos de textura; b) os de diferença, que podem envolver o uso de teste de comparação pareada, triangular ou duo-trio, e medem as diferenças existentes entre as amostras. Os testes de escalas são muito utilizados por alguns autores (LISDSTER et al., 1979; BERRY & BLUMER, 1981).

Todos os métodos de avaliação sensorial podem ser utilizados para medidas de textura, porém os mais aplicáveis do ponto de vista da pesquisa são os descritivos, com uma ou mais escalas (DAMÁSIO, 1990), e ainda, o de perfil de textura.

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

Nas últimas três décadas, houve um grande desenvolvimento de metodologias de análise descritiva, tais como o Perfil de Sabor (CAIRNCROSS & SJÖSTROM, 1950), o Perfil de Textura (SZCZSENIK, 1963; CIVILLE & SZCZSENIK, 1973), a Análise Descritiva Quantitativa (STONE et al., 1974), a metodologia de Perfil Livre (WILLIAMS & LANGRISH, 1984) e o método Spectrum (MEILGAARD et al., 1987).

Tabela 1. Análise sensorial de textura de géis

Tipo de gel	Forma e tamanho da amostra	Metodologia do teste	Atributos	Referências
Oito diferentes tipos de géis		Compressão com a colher; compressão entre a língua e o palato até a ruptura	Resistência, imobilidade, recobrimento, coesividade	LEVITT (1974)
Gelatina, iota-carragena + K-carragena	Temperatura/tempo 10°C/ 5 1/2hs e 10°C/ 18hs	Compressão parcial, manipulação com a língua, deglutição	Firmeza, elasticidade, tipo de ruptura, maciez, viscosidade, etc.	SZCZESNIAK (1975)
Gelatina em várias concentrações	Cubo 2,0 cm Temperatura: 11,8 ± 1,2°C	Corte com faca, mordida com dente, compressão com o dedo, compressão entre a língua e o palato, mastigar 3 vezes	Firmeza oral, manual, coesividade oral, manual, extensão de ruptura	MUÑOZ et al.,(1986 ^a)
Géis de gelatina, alginato de sódio e K-carragena	Cubo 2,0 cm Temperatura: 11°C	Corte com faca, mordida com dente, compressão com o dedo, compressão entre a língua e o palato, compressão total	Firmeza oral, manual, coesividade oral, manual, elasticidade, tamanho das partículas	MUÑOZ et al.,(1986 ^b)
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	LUNDGREEN et al., (1986)
Géis de K-carragena, K-carragena-LBG e K-carragena-LBG-goma guar	Cilindro de 17mm x 17mm Temperatura ambiente Cilindro de 45 x 20mm Temperatura ambiente	Compressão com os dedos indicador, compressão até a ruptura, corte com faca, corte com colher	Resistência inicial à compressão, elasticidade, firmeza, deformabilidade, tamanho de pedaços, resistência ao corte, tipo de ruptura, superfície da zona cortada, etc.	DAMÁSIO (1990)
Géis lácteos mistos de K-carragena e goma locusta	Cilindro de 3.8 x 2.5 cm Temperatura: retiradas da geladeira no momento do teste	Compressão com a colher, corte com a colher, textura oral na boca	Deformação da base, resistência a compressão, firmeza, resistência ao corte, rugosidade, umidade, granulidade, dureza, superfície cortada, forma dos pedaços, etc.	NORONHA (1996)

5.2.1 Perfil de Textura

O método de Perfil pode ser definido como a descrição das características de alimentos, de acordo com um conjunto de referências pré-determinado. Por muitos anos, não se reconheceu que a textura, similarmente ao sabor, era composta de diversos parâmetros (SZCZSENIAK, 1963).

O método de perfil de sabor de A.D. LITTLE considerava textura como parte do sabor, o que não é considerado atualmente. A textura é primordialmente de natureza física e o sabor de natureza química, e do ponto de vista prático, textura é demasiadamente importante para não ser tratada independentemente (SZCZSENIAK, 1975). Mas de qualquer maneira o método de perfil de sabor descrito por CAIRNCROSS & SJÖSTROM (1950), foi usado como modelo, por BRANDT, et al., (1963), no desenvolvimento de técnicas do perfil de textura.

Para o desenvolvimento desta técnica, a classificação das características sensoriais de textura (SZCZSENIAK, 1963) e suas escalas padrões (SZCZSENIAK et al., 1963) contribuíram com uma base lógica e bem definida.

Posteriormente CIVILLE & SZCZSENIAK (1973) definiram as equivalências físicas e sensoriais para as características mecânicas obtidas pelo TPA conforme ilustrado na Tabela 2.

Uma descrição detalhada do procedimento para o perfil de textura foi apresentada por BOURNE (1982), dividindo-se em quatro etapas: seleção da equipe, treinamento da equipe, estabelecimento das escalas padrões e estabelecimento da ficha básica da análise de perfil de textura. De acordo com esse autor, um método sistemático de registrar todas as características de textura pode ser baseado no princípio da “ordem de aparecimento”, apresentado por BRANDT et al., (1963).

CIVILLE & SZCZESNIAK (1973), desenvolveram alguns termos apropriados e específicos para diversas classes de produtos e entre eles os géis. Os termos selecionados para os géis e como esses se relacionam com a classificação básica de textura são apresentados na Tabela 3.

CIVILLE & LISKA (1975) incluíram também características de superfície das amostras percebidas pelos lábios antes da primeira mordida enquanto CIVILLE & SZCZESNIAK (1973) introduziram o uso de escalas de 14 pontos para quantificar os parâmetros mecânicos. BERRY & BLUMER (1981) utilizaram o perfil de textura com escalas de 13 pontos para avaliar amostras da textura de bacon feita sensorialmente.

O método de perfil de textura é oferecido como um meio de ajudar os pesquisadores em alimentos a obter dados sensoriais descritivos e quantitativos com relação a características de textura, apresentando as seguintes vantagens: flexibilidade de aplicação de qualquer produto ou característica de produto, objetividade através de pontos de referências e nomenclatura rigidamente definida (DAMÁSIO, 1990).

5.2.2. Análise Descritiva Quantitativa

A análise descritiva é uma metodologia sensorial que fornece informações qualitativas e quantitativas de produtos baseados na percepção de um grupo de indivíduos qualificados, considerando-se todas as sensações que são percebidas: visuais, olfativas, gustativas, tácteis e auditivas. O termo “produto” é usado em um amplo sentido, podendo tratar-se de um protótipo, um ingrediente ou mesmo um produto comercial (MEILGAARD et al., 1987; STONE & SIDEL, 1993). A análise descritiva quantitativa (ADQ), foi desenvolvida por STONE et al., (1974).

Tabela 2. Definições físicas e sensoriais dos parâmetros mecânicos de textura.

Propriedades	Físicas	Sensoriais
Primárias		
Dureza	Força necessária para produzir uma certa de formação.	Força requerida para compressão de uma substância entre os dentes molares(para sólidos) ou entre a língua e o palato(para semi-sólido).
Coesividade	Extensão a que um material pode ser de formado antes da ruptura.	Grau ao qual uma substância é comprimida entre os dentes antes de romper.
Viscosidade	Velocidade do fluxo por unidade de força.	Força requerida para puxar um líquido da colher para a língua.
Elasticidade	Velocidade na qual um material deformado volta à condição não deformada, depois que a força de deformação é removida.	Grau no qual um produto volta a sua forma original, depois da compressão com os dentes.
Adesividade	Energia necessária para superar as forças atrativas entre a superfície do alimento e a de outros materiais com o qual o alimento está em contato.	Força requerida para remover o material que adere a boca (palato) durante o processo normal de comer.
Secundárias		
Fracturabilidade	Força pela qual o material fratura; um produto com alto grau de dureza e baixo grau de coesividade.	Força pela qual uma amostra esmigalha, racha ou quebra em pedaços.
Mastigabilidade	Energia requerida para mastigar uma alimento sólido até a deglutição; é o produto-dureza x coesividade x elasticidade.	Tempo (s) requeridos para mastigar uma amostra, a uma velocidade constante da aplicação de força, para reduzi-las à consistência adequada para deglutição.
Gomosidade	Energia requerida para desintegrar um alimento semi-sólido até estar pronto para deglutição; é o produto de baixo grau de dureza x alto grau de coesividade.	Densidade que persiste durante a mastigação; energia requerida para desintegrar um alimento semi-sólido ao ponto ideal para deglutição.

Fonte: CIVILLE & SZCZESNIAK, (1973).

Tabela 3. Termos utilizados para o Perfil de Textura Sensorial de géis

Perfil de Textura Básica	Termos específicos aplicados para gel
Características Mecânicas	
Dureza	macio, firme
Coesividade	-
Viscosidade	desaparece rapidamente, recobrimento da boca
Fraturabilidade	-
Elasticidade(propriedade de mola)	ondulante, elástico, mover-se
Adesividade	pegajoso, grudento, reveste a boca
Mastigabilidade	borrachento, mastigável
Gomosidade	quebradiço, grudento
Características Geométricas	Liso, granuloso
Outras características	
Outras	Suave, granular, bruto úmido, indutor de saliva, desidratado tipo de quebra: mecânica/ térmica

Fonte: CIVILLE & SZCZESNIAK, (1973).

Na análise descritiva o provador também avalia, através de uma escala, o grau de intensidade com que o atributo está presente no alimento. Para tanto, os provadores devem ser treinados a usarem a escala de forma consistente com relação à toda a equipe sensorial e com relação às amostras durante todo o período de avaliação. A análise descritiva quantitativa (ADQ) proporciona uma

completa descrição de todas as propriedades sensoriais de um produto, representando um dos métodos mais completos e sofisticados para caracterização sensorial de atributos importantes (STONE & SIDEL, 1985).

Os provadores avaliam diversas amostras e escolhem os termos que consideram mais adequados para descrevê-las. Em discussão aberta entre eles e o moderador, os termos considerados melhores descritores são definidos (NORONHA, 1996).

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. A equipe sensorial obteve uma lista de 22 atributos de textura oral e não oral. A seleção dos termos mais relevantes pode sequencialmente ser feita através da aplicação de técnicas estatísticas tais como: a Análise de variância (ANOVA), Análise Discriminante por passos, Análises dos Componentes Principais, Análise Fatorial e Análise Generalizada entre outros (DAMÁSIO & COSTELL, 1991).

Os resultados da análise descritiva fornecem uma descrição completa das similaridades e diferenças das propriedades sensoriais (atributos) de um conjunto de produtos, bem como permite identificar quais são os atributos mais importantes para o produto (MUÑOZ et al., 1996).

Na análise descritiva, inicialmente os provadores são pré-selecionados a partir de seu interesse e disponibilidade em participar do estudo. A memória sensorial e capacidade discriminativa, são avaliadas respectivamente por teste de memória olfativa e análise seqüencial de testes triangulares (STONE & SIDEL, 1993). Posteriormente, a equipe avalia as amostras e identifica os termos descritores ou atributos, que evidenciam as similaridades e as diferenças sensoriais entre os produtos. Para tanto, pode-se utilizar o método rede (Repertory Grid Method) desenvolvido por Kelly e proposto por MOSKOWITZ, (1983). De acordo com

DAMÁSIO e COSTELL (1991) esse método permite obter um grande número de atributos e tem a vantagem de ser comparativa, facilitando a geração dos termos.

Com o objetivo de selecionar a equipe final, os provadores avaliam as amostras, em duas ou mais repetições, e os dados obtidos são estatisticamente avaliados por Análise de Variância (ANOVA), tendo-se como causas de variação amostras e provadores. Os provadores são selecionados com base em sua capacidade discriminatória ($p_{\text{amostras}} < 0.50$), reprodutibilidade ($p_{\text{repetições}} \geq 0.05$) e consenso com o restante da equipe sensorial, conforme sugerido por DAMÁSIO & COSTELL (1991).

A equipe final avalia, então, todas as amostras, em repetições, e os dados são analisados por ANOVA, e teste de Tukey para a média, gráficos de tipo “aranha” e técnicas multivariadas como a Análise de Componente Principal (ACP) (STONE & SIDEL, 1993).

A Análise de Componente Principal (ACP) é uma técnica estatística multivariada que tem a finalidade de identificar as interrelações ou similaridades entre um conjunto de variáveis (estímulos, atributos sensoriais, etc.), reduzindo o número original de variáveis a um número menor chamados componentes principais (PC's) (CARDELLO & MALLER, 1987).

Em termos algébricos, na Análise de Componente Principal, uma matriz das amostras (colunas) x atributos (linhas) é reduzida a um número menor de componentes independentes obtidos por combinação linear de cada atributo. Após identificado o primeiro componente principal, a análise prossegue identificando o segundo componente principal, ortogonal ao primeiro, e assim por diante, até que toda a variação entre as amostras seja explicada (GREENHOFF & MACFIE, 1994).

Os gráficos ACP permitem observar todas as amostras e os atributos que as descrevem representados no mesmo espaço sensorial por vetores. Em geral, vetores adjacentes são altamente correlacionados, vetores opostos são negativamente correlacionados, e vetores ortogonais (separados por ângulos de aproximadamente 90°) não são correlacionados. Os vetores maiores representam os descritores mais importantes. Uma caracterização geral de cada amostra: amostras localizadas na mesma direção de um vetor (atributo) são caracterizados por este, ou possuem alta intensidade deste atributo. As amostras similares agrupam regiões próximas e são caracterizados pelos vetores que se apresentam mais direcionados e próximos a elas. As amostras sensorialmente diferentes ocupam regiões distintas dentro do espaço sensorial descrito (MUÑOZ, et al., 1996).

6. MATERIAL E MÉTODOS:

6.1. Material

6.1.1. Matéria-prima

6.1.1.1. Hidrocolóides:

a). Alginato tipo Manugel DMB (alto peso molecular e alto conteúdo de guluronato) utilizado para experimento; cedida pela Companhia Nutrasweet Kelco/ Monsanto; lote 500771, ref. 669990.

b). Pectina baixo teor de metoxilação (BTM) amidada tipo 8002/R; teor de metoxilação 26-30%; Grau de amidação 15-21%; cedida pela Ind. Braspectina S.A. Este material foi fornecido sem padronização ou seja sem adição de açúcar; ref. 11.619.

c). Gelatina tipo A (Bloom 240), GAP6; cedida pela Ind. Leiner Davis Gelatinas; amostra PL-20582-96.

- Cloreto de Cálcio dihidratado P.A.;
- Citrato Trisódico dihidratado P.A.;

6.1.2. Preparação dos géis

Géis de alginato, pectina BTM amidada e gelatina foram preparadas seguindo metodologias específicas: PAPAGEORGIOU, et al.,(1994); GARNIER, et al., (1991); WILSON and BROWN (1997) respectivamente.

Preliminarmente foram avaliadas diversas concentrações de citrato trisódico e cloreto de cálcio para definir regiões de gel em diagrama de fase para pectina e para alginato (GARNIER et al., 1991). Todos os géis inclusive gelatina continham as mesmas quantidades de ingredientes, excetuando-se a quantidade do agente gelificante. As amostras foram preparadas a partir de concentrações variadas dos polímeros adicionados de 0,25% em peso de citrato trisódico dihidratado e posteriormente 0,20% em peso de cloreto de cálcio dihidratado. Após agitação e aquecimento para a completa dissolução dos polímeros os pesos das soluções foram ajustadas e as mesmas foram transferidas para becker de 50ml mantendo-se a altura do produto constante, ou a solução foi colocada em tubos de PVC de 2.7cm de diâmetro interno, dependendo se as amostras eram para testes de penetração com o gel contido ou testes de compressão com géis livres. Amostras foram mantidas em geladeira (aproximadamente 6° C) durante 16-20hs antes dos testes de textura instrumental ou sensorial. As amostras foram testadas imediatamente após retiradas da geladeira.

Ainda preliminarmente foram escolhidas, considerando-se o gel de pectina como referência, três concentrações representando um gel fraco, um médio e um forte. Concentrações dos outros agentes foram investigados para obtenção de equivalência de dureza entre os agentes estudados. Essas três concentrações foram utilizadas para avaliação sensorial e para a instrumental quando a análise de correlação foi realizada.

6.1.3. Instrumentos

Para medida da textura instrumental dos géis foi utilizado o analizador de textura TA-XT₂ (Stable Microsystems SMS). O pH dos géis pós gelificação foi analisado em pHmetro utilizando eletrodo de contato.

6.2. Métodos

6.2.1. Medidas Instrumentais

A textura dos géis foram avaliadas através da Análise do Perfil de Textura (TPA) utilizando-se o texturômetro TA-XT₂ (Stable Microsystems SMS).

6.2.1.1. Teste de Penetração: As amostras foram mantidas nos mesmos recipientes em que foram gelificados, becker de 50ml de forma cilíndrica de 4.5cm de diâmetro interno e 5cm de altura, ajustando-se a altura do gel para 4,5cm. Após 20 horas os géis foram retirados da geladeira, em seguida as amostras foram analisadas em um ciclo de duas penetrações, utilizando um dispositivo de teste cilíndrico de 0.5mm de diâmetro (0.5/R) no centro da amostra nas seguintes condições: velocidade pré teste 3.5mm/s; velocidade do teste 3.5mm/s; velocidade pós teste 3.5mm/s; distância de penetração da amostra 15mm (33,33% de penetração); força usada 5.0kg. Quatro replicatas para cada repetição preparadas independentemente para cada concentração do gel foram feitas em diferentes dias. No mínimo foram registradas cinco medidas para cada amostra.

6.2.1.2. Teste de Compressão: As amostras foram preparadas e colocadas em tubos de formato cilíndrico de 2.7cm de diâmetro interno onde foram gelificadas. Para os géis de gelatina, os tubos foram lubrificados (vasilina) para evitar que o gel se fraturasse, para os outros agentes gelificantes não foi necessária lubrificação. Após 20hs os tubos foram retirados da geladeira imediatamente antes da análise. Para se obter uma altura uniforme em todos os cilindros, estes foram colocados em uma forma modelo e cortados com uma lâmina de alumínio afiada

especialmente para este propósito, ajustando-se a altura do gel para 3.0cm. As amostras foram comprimidas duas vezes com um dispositivo cilíndrico metálico com 55mm de diâmetro (SMS P/55) nas mesmas condições citadas para o teste de penetração. No caso do teste de compressão a taxa de compressão passou a ser 50%. Quatro replicatas para cada repetição preparadas independentemente para cada concentração do gel foram feitas em diferentes dias. No mínimo foram registradas cinco medidas para cada amostra.

6.2.2. Avaliação Sensorial

Foram recrutados inicialmente 16 provadores, sendo 14 mulheres e 2 homens com faixa etária de 20 a 40 anos, da Faculdade de Engenharia de Alimentos da UNICAMP entre alunos de Pós-graduação e funcionários, que demonstrassem, interesse e disponibilidade em participar dos testes sensoriais, além de não ter aversão ao produto a ser testado. A avaliação sensorial da textura foi realizada no laboratório de análise sensorial (FEA-Unicamp).

6.2.2.1. Apresentação das amostras

As amostras foram apresentadas para avaliação de duas formas:

6.2.2.1.1. Gel contido: As amostras para avaliação sensorial foram colocadas em bequeres de 50ml (aproximadamente 45ml de amostra por becker) da mesma forma que as utilizadas para o teste de penetração. Foram armazenadas em geladeiras (6°C) durante 16-20hs.

6.2.2.1.2. Gel livre: As amostras para avaliação sensorial foram cortadas do mesma forma que as utilizadas para o teste de compressão, obtendo-se cilindros desenformados. Foram armazenadas em geladeiras (6°C) durante 16-20hs.

Na hora do teste as amostras de gel contido e gel livre foram retiradas da geladeira, e apresentadas aos provadores em pratinhos brancos de porcelana em bandejas codificadas com números de 3 dígitos, sendo servidas 3 unidades de amostras as quais foram submetidas à análise sensorial em cabines individuais, sob luz branca.

6.2.2.2. Formas de avaliação

As amostras foram avaliadas em 3 etapas: utilizando **a)** Compressão com colher; **b)** Corte com colher; **c)** Textura oral (na boca), sendo utilizadas colheres (4cm/3cm) de sobremesa (aço inox) nas três etapas de acordo com NORONHA, (1996) e DAMÁSIO, et al.,(1997).

6.2.2.3. Análise Descritiva Quantitativa (ADQ)

Foi utilizado a ADQ (STONE & SIDEL, 1985) para o levantamento das principais características da textura do produto a serem empregadas na avaliação sensorial dos géis.

6.2.2.3.1. Levantamento dos termos

Para desenvolver a lista de atributos foi aplicado o “Método de rede” (“The Kelly Repertory Grid Method”) proposto por MOSKOWITZ(1983). Foram apresentados aos provadores amostras diferentes, aos pares, solicitando-se que, em cada par,

fossem registradas as características em que os produtos eram similares e aquelas onde ao mesmo eram distintos. Este procedimento foi realizado para gel contido e para gel livre em sessões separadas. Os termos descritivos foram desenvolvidos em uma sessão de treinamento, onde três amostras de géis foram avaliadas por cada provador. Para descrever a lista de atributos os provadores geraram seus próprios termos descrevendo as similaridade e as diferenças entre as amostras oferecidas de acordo com Figura 5 (ficha 1).

6.2.2.3.2. Escolha dos termos mais importantes

Após o levantamento dos termos conforme a Figura 6 (ficha 2), a equipe se reuniu para um debate aberto com o objetivo de discutir os termos gerados, onde foram escolhidos os termos mais apropriados e importantes, que realmente descrevessem os atributos das amostras. Em consenso a equipe definiu os termos descritivos Figura 7 (ficha 3) e a confecção da ficha de avaliação das amostras Figura 8 (ficha 4 e 4a). Nessa reunião também foram discutidos as escalas utilizadas para cada atributo.

6.2.2.3.3. Treinamento e Seleção da equipe de provadores

Para o treinamento foram realizadas avaliações de quatro amostras diferentes, com quatro repetições independentes utilizando-se escalas não estruturadas de 9cm ancoradas nos extremos de forma a representar o conjunto de atributos criados no item anterior, com o objetivo de selecionar entre estes atributos os que mais discriminavam as amostras e ainda selecionar os provadores mais eficientes. As avaliações foram realizadas, em quatro sessões, onde cada provador avaliava somente quatro amostras por sessão, variando-se a ordem de apresentação das mesmas.

Os resultados obtidos com 16 provadores foram então avaliados através da Análise de Variância (ANOVA) de dois fatores (amostra e repetição). Os níveis de significância (p) dos valores de $F_{amostra}$ e $F_{repetição}$ foram computados e os provadores foram finalmente selecionados com base na capacidade discriminatória ($P^{amostra} < 0.30$), reprodutibilidade ($P^{repetição} < 0.05$) e consenso com o restante da equipe de provadores, conforme sugerido por DAMÁSIO e COSTELL(1991).

6.2.2.3.4. Avaliação das amostras

Os atributos selecionados foram avaliados em nove amostras contendo géis de diferentes agentes gelificantes e diferentes concentrações de géis pelos 12 provadores selecionados, utilizando-se escala não-estruturada de 9.0cm ancorados nos extremos com os termos: “pouco firme e muito firme”; “baixa e alta”; “nenhuma e muita” usando a ficha apresentada na Figura 8 (ficha 4 e 4a).

As amostras foram avaliadas em quatro repetições, em doze sessões, sendo apresentada três amostras por sessão, utilizando-se o delineamento experimental de “Blocos Incompletos”, variando-se a ordem de apresentação das mesmas, de acordo com o modelo proposto por COCHRAN & COX, (1957).

6.2.2.4. Análise Estatística

Os resultados da ADQ foram avaliados por Análise de Variância (ANOVA), teste de Média (Tukey) e Análise de Componente Principal (ACP), usando o sistema de Análise Estatística 6.11 (SAS-Institute Inc, 1992).

6.2.2.5. Correlação entre avaliação da textura instrumental e sensorial

Os resultados da avaliação instrumental foram obtidos em dois momentos independentes. No primeiro, somente preparo de géis de diferentes agentes e diferentes concentrações e seus respectivos TPA's foram analisados. No segundo momento, para que a correlação entre as informações instrumentais e sensoriais fosse possível, as mesmas amostras a serem servidas aos provadores foram feitas em maior quantidade e parte reservada para a avaliação instrumental.

Nome _____ Data: _____

Você esta recebendo três amostras de géis. Por favor **Comprima com a colher** as amostras e identifique as duas amostras mais parecidas com relação à textura e descreva com detalhes, em que elas são similares e como elas diferem da terceira amostra com relação à textura. Em seguida, repita o mesmo procedimento com relação ao **Corte com a colher** e com a **Textura oral** (na boca).

Similaridades

Diferenças

ETAPAS:

Comprimir com a colher:

-

Corte com a colher:

Textura oral (na boca):

Figura 5 (ficha 1). Modelo de ficha para aplicação do Método de Rede para desenvolvimento da terminologia descritiva.

Classificação dos atributos sensoriais obtidos das fichas de todos os provadores, com a indicação do número de vezes (N) em que cada atributo foi citado.

Figura 6 (ficha 2). Classificação dos termos gerados através do Método de Rede, para textura de géis.

COMPRESSÃO COM A COLHER	N	CORTE COM A COLHER	N	TEXTURA ORAL (NA BOCA)	N
ATRIBUTO		ATRIBUTO		ATRIBUTO	
Rígido	04	Mais resistente	22	Mais resistente	08
Firme	11	Rígido	02	Rígido	06
Duro	20	Duro	13	Duro	12
Consistente	07	Firme	17	Firme	11
Mais resistente	32	Consistente	04	Consistente	08
Mais compacto	11	Corta facilmente	02	Menos resistente	05
Fraco	01	Compacto	04	Mole	14
Colher não afunda	03	Colher não vai ao fundo	03	Fraco	02
Menos resistente	20	Dificuldade no corte	01	Mais compacta	03
Mole	14	Menos resistente	20	TOTAL	69
Menos compacto	01	Mole	13	Desintegra na boca	21
TOTAL	124	Fraco	13	Desfaz na boca	07
Se quebra	09	TOTAL	113	Liquefaz na boca	02
Esfacelamento	02	Adere na colher	13	Dissolve na boca	02
Se fratura	03	Não adere na colher	09	Não dissolve rapidamente na boca	12
TOTAL	14	TOTAL	22	TOTAL	44
Elasticidade	05	Liso	14	Pedaços pequenos na boca	12
Deforma com facilidade	04	TOTAL	14	Forma grumos na boca	12
Volta sua forma inicial	02	Mantém a forma do corte	09	Granulados	06
TOTAL	11	Deforma menos	03	TOTAL	30
Adere na colher	06	TOTAL	12	Liso	11
Gruda na colher	04	Se quebra em pedaços	05	Escorregadio	03

TOTAL	10	Quebradiço	02	TOTAL	14
Perda de líquido	03	TOTAL	07	Arenoso	10
Úmido	06	Arenoso	01	Tipo terra	02
TOTAL	09	Áspero	01	Textura de puré	02
Separa-se do copo com facilidade	04	Textura de puré	01	TOTAL	14
TOTAL	04	TOTAL	03	Aspecto Gelatinoso	10
Arenosa	03	Uniforme	03	TOTAL	10
TOTAL	03	TOTAL	03	Quebradiço	04
Maior mobilidade	02	Pastoso	01	Fratura	03
TOTAL	02	TOTAL	01	TOTAL	07
Rugoso	01			Espalha na boca	06
TOTAL	01			TOTAL	06
				Quantidade de mastigações	06
				TOTAL	06
				Arenoso	05
				TOTAL	05
				Textura irregular	02
				TOTAL	02
				Mais líquida	01
				TOTAL	01

DEFINIÇÃO DA TERMINOLOGIA

ATRIBUTO	DEFINIÇÃO
FIRMEZA	Sensação de firmeza percebida na amostra. Quanto maior a força necessária para comprimir, cortar e romper com os dentes mais firme é a amostra.
FRACTURABILIDADE/ QUEBRADIÇO	Grau com que a amostra fratura, quebra, esmigalha em pedaços.
ADERÊNCIA NA COLHER	Grau com que a amostra adere a colher.
ELASTICIDADE	Grau com que a amostra deformada retorna a sua forma inicial.
ADERÊNCIA NO COPO	Grau com que a amostra gruda no copo.
VELOCIDADE DE DESINTEGRAÇÃO BOCA	Velocidade na qual amostra se liquefaz, dissolve na boca antes de ser engolida.
CARACTERÍSTICA DA SUPERFÍCIE	Característica da amostra apresentar superfície lisa.
GRANULOSIDADE/ GRUMOSIDADE	Característica da amostra apresentar grumos perceptíveis na boca.
ESPALHABILIDADE NA BOCA	Característica da amostra preencher a cavidade bucal, espalhando-se nela.
ARENOSIDADE	Característica da amostra apresentar textura arenosa similar a grânulos de açúcar perceptíveis na boca.
MASTIGABILIDADE	Tempo necessário para mastigar a amostra até que ela atinja textura adequada para deglutição.

Figura 7 (ficha 3). Definição dos termos usados na Análise Descritiva dos géis

FICHA DE AVALIAÇÃO

NOME: _____

DATA: _____

Por favor , avalie com a colher, comprima a amostra e utilizando as escalas abaixo, avalie a intensidade de cada um dos atributos:

COMPRESSÃO COM A COLHER

FIRMEZA:

| _____ |
pouco firme muito firme

FRACTURABILIDADE/QUEBRADIÇO:

| _____ |
baixa alta

ADERÊNCIA NA COLHER:

| _____ |
baixa alta

ELASTICIDADE:

| _____ |
baixa alta

ADERÊNCIA AO COPO:

| _____ |
baixa alta

CORTE COM A COLHER

Agora, com a colher, corte a amostra e utilizando as escalas abaixo, avalie a intensidade de cada atributo:

FIRMEZA:

| _____ |
pouco firme muito firme

ADERÊNCIA NA COLHER:

| _____ |
baixa alta

ELASTICIDADE:

| _____ |
baixa alta

FRACTURABILIDADE/QUEBRADIÇO:

| _____ |
baixa alta

TEXTURA ORAL (NA BOCA)

Finalmente, coloque uma colherada da amostra na boca e utilizando as escalas abaixo, avalie a intensidade de cada atributo:

1. Ao colocar a amostra na boca (compressão língua-palato):

FIRMEZA:

| _____ |
pouco firme muito firme

**VELOCIDADE DE DESINTEGRAÇÃO
NA BOCA:**

| _____ |
baixa alta

CARAC. DA SUPERFÍCIE:

| _____ |
baixa alta

GRANULOSIDADE/GRUMOSIDADE:

| _____ |
baixa alta

ESPALHABILIDADE NA BOCA:

| _____ |
baixa alta

2. Pós-mastigação (amostra pronta para ser engolida):

FIRMEZA:

| _____ |
pouco firme muito firme

**VELOCIDADE DE DESINTEGRAÇÃO
NA BOCA:**

| _____ |
baixa alta

CARAC. DA SUPERFÍCIE:

| _____ |
baixa alta

ARENOSIDADE:

| _____ |
nenhuma muita

GRANULOSIDADE/GRUMOSIDADE:

| _____ |
baixa alta

MASTIGABILIDADE:

| _____ |
baixa alta

FRACTURABILIDADE:

| _____ |
baixa alta

ESPALHABILIDADE NA BOCA:

| _____ |
baixa alta

FICHA DE AVALIAÇÃO

NOME: _____

DATA: _____

Por favor, avalie com a colher, comprima a amostra e utilizando as escalas abaixo, avalie a intensidade de cada um dos atributos:

COMPRESSÃO COM A COLHER

FIRMEZA:

| _____ |
pouco firme muito firme

FRACTURABILIDADE/QUEBRADIÇO:

| _____ |
baixa alta

ADERÊNCIA NA COLHER:

| _____ |
baixa alta

ELASTICIDADE:

| _____ |
baixa alta

CORTE COM A COLHER

Agora, com a colher, corte a amostra e utilizando as escalas abaixo, avalie a intensidade de cada atributo:

FIRMEZA:

| _____ |
pouco firme muito firme

ADERÊNCIA NA COLHER:

| _____ |
baixa alta

ELASTICIDADE:

| _____ |
baixa alta

FRACTURABILIDADE/QUEBRADIÇO:

| _____ |
baixa alta

TEXTURA ORAL (NA BOCA)

Finalmente, coloque uma colherada da amostra na boca e utilizando as escalas abaixo, avalie a intensidade de cada atributo:

1. Ao colocar a amostra na boca (compressão língua-palato):

FIRMEZA:

| _____ |
pouco firme muito firme

**VELOCIDADE DE DESINTEGRAÇÃO
NA BOCA:**

| _____ |
baixa alta

CARAC. DA SUPERFÍCIE:

| _____ |
baixa alta

GRANULOSIDADE/GRUMOSIDADE:

| _____ |
baixa alta

ESPALHABILIDADE NA BOCA:

| _____ |
baixa alta

2. Pós-mastigação (amostra pronta para ser engolida):

FIRMEZA:

| _____ |
pouco firme muito firme

**VELOCIDADE DE DESINTEGRAÇÃO
NA BOCA:**

| _____ |
baixa alta

CARAC. DA SUPERFÍCIE:

| _____ |
baixa alta

ARENOSIDADE:

| _____ |
nenhuma muita

GRANULOSIDADE/GRUMOSIDADE:

| _____ |
baixa alta

MASTIGABILIDADE:

| _____ |
baixa alta

FRACTURABILIDADE:

| _____ |
baixa alta

ESPALHABILIDADE NA BOCA:

| _____ |
baixa alta

7. RESULTADOS E DISCUSSÃO

7.1. Avaliação Sensorial da Textura

7.1.1. Terminologia Descritiva

A Figura 8 contém 22 (ficha 4) ou 21 (ficha 4a) atributos desenvolvidos pelos provadores para descreverem as similaridades e diferenças entre as amostras de géis avaliados. Cada atributo foi definido em consenso pela equipe, que também sugeriu as amostras de referências dos mesmos. Os atributos foram utilizados na elaboração da ficha de avaliação sensorial das amostras conforme pode ser observado na Figura 8 (Ficha 4 e 4a).

7.1.2. Seleção dos provadores

A habilidade discriminatória foi avaliada considerando a significância de $F_{amostra}$ a $P < 0.50$. A Tabela 4 apresenta os valores de $P_{amostra}$ para cada um dos 16 provadores em relação aos 22 atributos avaliados. Verificou-se que alguns dos provadores (8 e 9) apresentaram baixo poder de discriminação em dois atributos dos 22 atributos julgados, resultados esses que podem ser considerados satisfatórios. Os provadores tiveram dificuldade em discriminar os atributos corte com colher/ elasticidade (COEL) e corte com colher/ fracturabilidade (COFR). A equipe final também resolveu manter os atributos COEL e COFR alegando que para a maioria houve poder de discriminação e além disso, procurou-se corrigir essas pequenas diferenças através de um treinamento mais reforçado para esses provadores nesses atributos.

A repetibilidade individual para cada atributo foi avaliada considerando a significância de $F_{\text{repetições}}$ a $P < 0.05$. A Tabela 5 apresenta os valores de $P_{\text{repetição}}$. Foi verificado na equipe resultados satisfatórios entre as repetições. A maioria dos provadores apresentaram resultados com boa reprodutibilidade nos atributos analisados.

A Tabela 6 lista as médias de cada provador e da equipe sensorial, para cada atributo, por amostra. Por esta tabela pode-se avaliar a concordância de cada provador com o julgamento da equipe. Os provadores 5 e 16 foram os menos consensuais com relação à equipe e, por esse motivo, decidiu-se eliminá-los de equipe final. Desta forma, prosseguiu-se a análise sensorial das nove amostras de géis, com uma equipe de doze provadores, avaliando os 22 ou 21 atributos, conforme o caso.

Os valores de pH dos géis, medidos em eletrodo de contacto, foram $6,46 \pm 0,06$; $5,15 \pm 0,04$ e $5,78 \pm 0,04$ para alginato, pectina e gelatina respectivamente.

Tabela 4: Valores de $P_{amostra}$ obtidos por 16 provadores em cada atributo no teste de seleção da equipe (valores desejáveis $P_{amostra} < 0,50$. Valores grifados indicam poder discriminativo insuficiente).

PROV.	CFI	CFR	CADE	CEL	CADC	COFI	COADE	COEL	COFR	TIFI	TIVE	T1SU	T1GR	T1ES	T2FI	T2VE	T2SU	T2AR	T2GR	T2MA	T2FR	T2ES	Tot.
1	0.036	0.991	0.786	0.098	0.027	0.000	0.001	0.144	0.001	0.004	0.028	0.000	0.000	0.009	0.007	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.020	0.000	02
2	0.000	0.932	0.001	0.000	0.731	0.000	0.108	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.007	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	0.015	0.000	0.000	02
3	0.000	0.000	0.001	0.874	0.000	0.001	0.001	0.935	0.012	0.000	0.000	0.000	0.145	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.005	0.000	0.001	02
4	0.011	0.067	0.331	0.153	0.553	0.004	0.138	0.130	0.142	0.030	0.040	0.829	0.059	0.045	0.014	0.022	0.117	0.109	0.042	0.011	0.982	0.026	03
5	0.972	0.454	0.454	0.427	0.000	0.003	0.454	0.832	0.648	0.067	0.476	0.247	0.021	0.199	0.258	0.476	0.015	-	0.396	0.822	0.378	0.118	04
6	0.123	0.484	0.534	0.103	0.251	0.010	0.716	0.454	0.790	0.001	0.039	0.115	0.785	0.045	0.019	0.026	0.050	0.027	0.334	0.252	0.011	0.018	04
7	0.276	0.026	0.124	0.265	0.062	0.040	0.232	0.599	0.258	0.000	0.000	0.016	0.043	0.000	0.000	0.000	0.040	0.000	0.000	0.001	0.728	0.000	02
8	0.023	0.024	0.187	0.590	0.000	0.021	0.164	0.655	0.640	0.000	0.000	0.000	0.001	0.005	0.000	0.897	0.000	-	0.698	0.788	0.836	0.045	07
9	0.553	0.173	0.723	0.329	0.612	0.100	0.463	0.006	0.660	0.001	0.950	0.645	0.000	0.023	0.004	0.000	0.391	0.018	0.017	0.008	0.992	0.076	07
10	0.002	0.000	0.090	0.001	0.015	0.000	0.083	0.000	0.061	0.000	0.079	0.012	0.041	0.009	0.052	0.029	0.004	0.006	0.000	0.030	0.015	0.019	-
11	0.006	0.020	0.959	0.641	0.040	0.002	0.453	0.668	0.389	0.019	0.064	0.000	0.000	0.014	0.007	0.010	0.001	0.001	0.019	0.914	0.012	0.004	04
12	0.176	0.008	0.037	0.004	0.712	0.017	0.051	0.917	0.004	0.000	0.049	0.000	0.000	0.048	0.000	0.002	0.000	0.000	0.000	0.457	0.002	0.096	02
13	0.289	0.134	0.454	0.004	0.021	0.112	0.010	0.839	0.425	0.026	0.131	0.030	0.000	0.943	0.097	0.039	0.000	0.454	0.058	0.054	0.383	0.236	01
14	0.011	0.028	0.138	0.020	0.000	0.015	0.233	0.760	0.711	0.000	0.094	0.273	0.030	0.013	0.113	0.005	0.020	0.126	0.008	0.018	0.330	0.010	02
15	0.000	0.003	0.023	0.052	0.027	0.000	0.005	0.002	0.127	0.011	0.001	0.082	0.162	0.003	0.002	0.001	0.106	0.636	0.363	0.007	0.004	0.017	01
16	0.141	0.043	0.317	0.139	0.063	0.111	0.413	0.121	0.204	0.000	0.084	0.002	0.347	0.074	0.002	0.000	0.000	-	0.167	0.068	0.289	0.000	-
Total	02	02	04	03	04	-	01	08	05	-	01	02	01	-	-	01	-	01	01	03	04	-	-

Legenda:

CFI- Compressão/ Fimeza
 CFR- Compressão/ Fracturabilidade
 CADE- Compressão/ Aderência colher
 CEL- Compressão/ Elasticidade
 CADC-Compressão/ Aderência copo
 COFI- Corte/ Fimeza
 COADE- Corte/ Aderência colher
 COEL- Corte/ Elasticidade
 COFR- Corte/ Fracturabilidade

T1FI- Textura oral/ Fimeza
 T1VE- Textura oral/ Veloc. de desintegração
 T1SU- Textura oral/ Superfície
 T1GR- Textura oral/ Granulosidade
 T1ES- Textura oral/ Espalhabilidade na boca

T2FI- Textura oral/ Fimeza
 T2VE- Textura oral/ Veloc. de desintegração
 T2SU- Textura oral/ Superfície
 T2AR- Textura oral/ Arenosidade
 T2GR- Textura oral/ Granulosidade
 T2MA- Textura oral/ mastigabilidade
 T2FR- Textura oral/ Fracturabilidade
 T2ES- Textura oral/ Espalhabilidade na boca

Obs: índice 1: representa a colocação da amostra na boca (compressão língua-palato).
 índice 2: representa a percepção pós-mastigação.

Tabela 5: Valores de $P_{\text{repetição}}$ obtidos por 16 provedores em cada atributo no teste de seleção da equipe (valores desejáveis $P_{\text{repetição}} > 0,05$. Valores grifados indicam reprodutibilidade insuficiente).

PROV.	CFI	CFR	CADE	CEL	CADC	COFI	COADE	COEL	COFR	T1FI	T1VE	T1SU	T1GR	T1ES	T2FI	T2VE	T2SU	T2AR	T2GR	T2MA	T2FR	T2ES	Tot.
1	0.547	0.768	0.078	0.517	0.068	0.564	0.189	0.596	0.543	0.847	0.474	0.207	0.803	0.320	0.788	0.612	0.795	0.428	0.523	0.233	0.014	0.115	01
2	0.388	0.968	0.343	0.326	0.950	0.115	0.190	0.299	0.259	0.148	0.127	0.316	0.130	0.867	0.154	0.778	0.455	0.719	0.246	0.001	0.894	0.859	01
3	0.002	0.388	0.959	0.926	0.937	0.385	0.232	0.999	0.274	0.180	0.857	0.056	0.423	0.621	0.822	0.595	0.021	0.723	0.096	0.674	0.890	0.704	02
4	0.762	0.700	0.373	0.930	0.907	0.376	0.161	0.363	0.040	0.729	0.776	0.276	0.953	0.780	0.813	0.769	0.935	0.832	0.992	0.821	0.527	0.484	01
5	0.044	0.035	0.007	0.015	0.000	0.158	0.025	0.369	0.057	0.084	0.218	0.477	0.491	0.044	0.840	0.416	0.157	0.000	0.184	0.733	0.128	0.198	08
6	0.185	0.633	0.535	0.030	0.094	0.047	0.257	0.009	0.098	0.070	0.197	0.017	0.639	0.117	0.183	0.018	0.120	0.212	0.191	0.535	0.036	0.052	06
7	0.364	0.171	0.858	0.894	0.073	0.269	0.738	0.687	0.889	0.095	0.134	0.582	0.897	0.058	0.358	0.074	0.823	0.355	0.213	0.695	0.683	0.027	01
8	0.355	0.842	0.314	0.132	0.195	0.369	0.436	0.095	0.463	0.582	0.234	0.006	0.642	0.174	0.620	0.925	0.123	-	0.988	0.716	0.792	0.866	01
9	0.658	0.101	0.644	0.642	0.835	0.739	0.891	0.074	0.123	0.852	0.857	0.734	0.177	0.971	0.222	0.141	0.465	0.266	0.347	0.957	0.121	0.097	-
10	0.462	0.425	0.797	0.269	0.338	0.900	0.370	0.723	0.532	0.878	0.318	0.624	0.670	0.686	0.798	0.756	0.370	0.238	0.270	0.912	0.286	0.601	-
11	0.366	0.987	0.756	0.436	0.064	0.057	0.661	0.464	0.496	0.327	0.613	0.737	0.494	0.209	0.741	0.282	0.626	0.184	0.184	0.804	0.325	0.047	01
12	0.973	0.187	0.231	0.028	0.179	0.152	0.358	0.437	0.438	0.237	0.475	0.102	0.275	0.261	0.053	0.807	0.034	0.133	0.492	0.245	0.002	0.426	03
13	0.901	0.139	0.000	0.024	0.018	0.710	0.541	0.972	0.011	0.104	0.188	0.659	0.002	0.111	0.419	0.039	0.054	0.653	0.646	0.241	0.075	0.037	07
14	0.088	0.645	0.142	0.546	0.006	0.162	0.142	0.853	0.114	0.333	0.305	0.037	0.383	0.667	0.794	0.773	0.453	0.246	0.577	0.458	0.032	0.663	03
15	0.279	0.496	0.354	0.664	0.066	0.240	0.411	0.625	0.014	0.469	0.146	0.922	0.059	0.020	0.708	0.591	0.923	0.508	0.372	0.095	0.436	0.329	02
16	0.797	0.607	0.573	0.809	0.752	0.858	0.803	0.994	0.502	0.474	0.880	0.231	0.874	0.292	0.654	0.756	0.654	-	0.157	0.391	0.786	0.166	-
Total	02	01	02	04	03	01	01	01	03	-	-	03	01	02	-	02	02	01	-	01	04	03	-

Legenda:

CFI- Compressão/ Fimeza
 CFR- Compressão/ Fracturabilidade
 CADE- Compressão/ Aderência colher
 CEL- Compressão/ Elasticidade
 CADC-Compressão/ Aderência copo
 COFI- Corte/ Fimeza
 COADE- Corte/ Aderência colher
 COEL- Corte/ Elasticidade
 COFR- Corte/ Fracturabilidade

T1FI- Textura oral/ Fimeza
 T1VE- Textura oral/ Veloc. de desintegração
 T1SU- Textura oral/ Superfície
 T1GR- Textura oral/ Granulosidade
 T1ES- Textura oral/ Espalhabilidade na boca

T2FI- Textura oral/ Fimeza
 T2VE- Textura oral/ Veloc. de desintegração
 T2SU- Textura oral/ Superfície
 T2AR- Textura oral/ Arenosidade
 T2GR- Textura oral/ Granulosidade
 T2MA- Textura oral/ mastigabilidade
 T2FR- Textura oral/ Fracturabilidade
 T2ES- Textura oral/ Espalhabilidade na boca

Obs: índice 1: representa a colocação da amostra na boca (compressão língua-palato).
 índice 2: representa a percepção pós-mastigação.

Tabela 6: Médias da equipe sensorial e médias individuais de cada um dos provedores que compuseram a equipe sensorial. Provedores cujas médias não se encontram em consenso com a equipe estão ressaltados em vermelho.

Atributo	Amos.	Equipe	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16
CFI	1	2.952c	1.333	1.100	1.600	4.733	5.067	1.867	3.900	3.133	2.667	4.833	3.833	5.467	4.133	2.300	0.800	0.467
	2	4.041b	4.467	3.366	3.066	4.000	5.300	4.533	6.333	3.800	4.133	2.060	2.566	4.333	5.967	4.700	1.933	3.900
	3	6.620a	4.733	8.133	7.300	7.900	5.600	6.133	7.033	6.333	5.567	7.633	6.866	5.067	3.767	7.760	7.900	8.267
	4	6.237a	6.500	6.766	6.200	7.666	5.833	4.267	6.767	7.233	2.567	7.866	6.566	7.400	6.533	6.900	7.266	3.467
CFR	1	4.329a	3.733	5.467	7.700	3.700	0.733	4.966	5.833	5.800	1.167	2.366	5.267	5.200	1.466	7.367	7.900	0.467
	2	3.968ab	3.333	4.233	5.933	1.833	2.367	4.233	2.333	4.367	2.000	7.033	6.800	3.133	0.566	5.700	7.433	2.200
	3	2.420c	3.500	3.267	1.200	7.433	3.133	1.500	1.533	1.333	1.267	0.466	1.833	2.233	0.700	1.933	0.200	7.200
	4	3.166bc	3.000	4.500	3.533	7.067	1.233	3.567	1.467	2.100	3.967	0.833	2.267	5.366	1.266	4.367	3.333	2.800
CADE	1	3.810a	3.600	7.500	6.466	3.500	0.966	2.067	7.200	1.900	2.967	1.800	2.233	6.467	0.866	3.567	5.233	4.633
	2	2.750b	1.867	2.600	5.266	4.167	0.433	0.167	3.033	3.067	0.833	4.700	2.033	2.433	0.866	4.700	4.333	3.500
	3	1.368c	2.333	1.166	1.033	1.200	0.433	0.367	1.600	0.800	0.967	1.900	2.366	1.467	0.733	0.833	0.200	4.500
	4	1.614c	2.767	0.433	3.033	1.367	0.43	0.367	4.467	0.667	1.233	0.300	1.900	4.400	0.866	1.833	1.100	0.667
CEL	1	4.041a	8.200	0.966	5.367	5.000	1.933	6.400	5.333	4.300	4.800	5.467	4.533	3.100	0.900	1.333	0.267	6.867
	2	3.968a	5.767	4.866	5.000	5.267	3.533	2.867	4.900	3.933	5.567	0.833	3.764	3.833	4.700	2.167	2.767	3.733
	3	3.739a	3.333	7.700	3.567	2.167	3.533	5.667	1.867	4.100	1.367	2.500	2.167	5.066	1.466	6.100	8.600	0.633
	4	4.845a	5.500	6.966	4.300	6.733	1.767	5.967	6.967	5.733	5.067	8.100	3.300	1.966	1.166	5.933	3.000	5.067
CADC	1	4.575ab	3.900	2.833	2.633	3.000	8.200	5.433	7.033	6.433	1.767	6.000	5.233	2.667	1.433	1.200	8.333	7.100
	2	3.502b	2.933	3.933	2.533	2.267	8.200	6.100	3.133	0.766	3.333	0.567	1.733	3.933	4.933	1.833	1.967	4.300
	3	3.981b	8.233	5.70	8.133	1.833	8.200	1.167	3.900	0.466	5.033	3.100	1.167	3.967	4.200	6.266	5.533	0.367
	4	5.677a	8.367	5.733	6.733	4.333	8.200	5.233	6.500	5.800	5.200	8.267	4.867	3.467	1.400	6.066	7.333	3.333
COFI	1	2.218c	2.566	0.466	1.666	3.566	1.500	1.167	3.400	2.800	1.800	2.500	4.100	4.500	1.800	2.100	1.366	0.200
	2	2.883c	4.666	2.833	2.766	3.000	8.700	2.000	2.567	3.933	2.633	0.533	2.600	3.100	1.500	2.833	1.366	3.267
	3	7.547a	8.033	7.833	7.433	7.766	6.533	6.733	8.133	6.933	8.100	7.533	7.266	7.567	4.800	7.367	8.300	8.267
	4	5.991b	7.600	6.533	5.333	6.633	6.367	3.700	6.033	6.100	5.167	8.233	7.633	6.433	5.033	4.900	6.000	4.167
COADE	1	4.089a	4.500	6.300	6.533	4.567	1.733	2.733	6.967	1.833	4.367	5.500	4.300	4.933	0.666	1.067	6.333	3.100
	2	3.454a	5.600	2.567	6.100	4.333	0.766	1.367	3.467	3.800	2.367	3.700	4.833	1.867	0.666	0.767	6.733	5.333
	3	2.331b	7.533	2.567	1.500	1.167	0.766	2.600	2.600	2.533	1.400	0.467	1.667	0.667	4.333	4.267	0.400	2.833
	4	1.839b	3.333	1.400	3.066	1.267	0.766	1.267	2.367	0.633	1.133	1.600	3.167	2.833	1.966	2.667	1.400	0.567
COEL	1	4.672a	7.667	1.000	4.233	6.567	4.200	5.957	1.833	6.133	6.467	7.400	4.100	2.900	4.200	4.200	2.533	7.567
	2	4.102a	6.233	3.700	5.067	7.100	4.800	5.967	4.167	6.100	1.433	1.066	3.133	2.600	3.133	4.167	1.100	5.867
	3	3.804a	3.733	7.133	3.533	4.333	2.833	5.833	4.200	6.333	0.333	2.233	1.633	3.233	2.600	4.700	7.700	0.500
	4	4.897a	5.867	7.033	4.232	6.100	3.167	3.867	5.767	7.233	2.400	7.800	3.800	2.567	1.467	6.333	7.733	3.000
COFR	1	4.404a	1.833	7.500	6.933	4.567	2.567	5.067	8.033	4.133	1.400	6.067	3.733	4.033	3.467	4.400	5.400	4.700
	2	3.893ab	5.433	5.200	5.467	1.033	1.833	4.567	4.133	2.533	3.467	4.233	5.333	2.300	2.967	2.400	5.467	5.933
	3	2.743b	7.233	1.200	1.800	4.633	2.033	3.033	3.567	2.400	1.833	1.433	1.733	1.500	1.133	2.667	2.167	5.533
	4	2.750b	0.933	2.233	4.567	3.600	3.833a	4.300	3.767	1.867	2.867	0.933	2.867	4.033	3.133	3.200	1.600	0.267
TIFI	1	2.325c	2.133	1.200	1.500	4.767	3.367	1.966	1.533	1.866	0.966	4.433	3.533	4.400	1.533	1.900	1.667	0.433
	2	1.875c	2.133	2.400	2.466	2.533	4.767	2.666	0.400	0.966	1.333	0.600	1.800	3.033	1.333	2.133	1.033	0.400
	3	7.183a	7.133	8.233	6.800	8.333	7.200	7.533	7.966	7.200	7.000	7.933	4.933	7.333	6.000	8.200	6.067	7.067
	4	5.870b	7.067	6.966	4.833	7.067	5.533	7.100	5.033	6.366	1.733	7.733	6.667	5.833	3.867	5.566	4.433	8.133
TIVE	1	5.531a	6.800	7.733	7.200	2.933	4.400	6.000	7.266	6.166	4.533	6.467	4.900	6.333	4.100	5.833	1.300	6.533

	2	5.675a	6.467	6.733	5.500	5.667	5.367	5.000	8.300	8.166	4.167	6.500	5.867	5.166	3.133	5.133	1.200	8.433
	3	1.654c	1.267	0.200	0.866	0.200	2.333	0.267	1.433	0.433	3.333	3.800	1.600	4.033	1.033	0.300	4.233	0.767
	4	3.470b	4.400	1.200	2.800	1.167	5.367	4.033	3.266	1.866	5.067	3.400	3.200	6.233	3.100	3.100	7.600	3.100
TISU	1	6.641a	8.100	8.233	6.866	5.400	6.967	4.233	8.033	7.800	5.267	6.700	7.266	6.866	5.200	5.433	5.467	8.433
	2	3.616b	2.366	2.366	3.333	4.067	3.800	3.133	4.633	4.366	3.967	3.433	1.966	3.400	3.067	2.300	5.100	6.567
	3	1.745c	1.000	0.900	1.633	3.267	2.267	4.433	0.900	0.966	2.233	1.200	1.600	2.566	1.400	6.167	1.233	0.167
	4	6.733a	8.500	7.733	6.500	4.867	6.133	3.433	7.700	7.800	5.567	7.533	7.400	7.266	6.133	5.600	7.700	7.867
TIGR	1	1.627c	0.333	0.533	2.667	4.967	1.467	1.833	0.800	0.600	1.100	1.867	1.466	0.000	1.200	1.800	3.200	2.200
	2	4.322b	3.833	5.867	6.533	2.967	3.933	3.033	4.067	5.900	6.533	5.300	6.066	1.800	4.933	5.367	3.000	0.033
	3	6.620a	7.000	7.967	5.167	8.133	8.600	4.167	8.200	8.167	6.900	5.467	7.600	3.966	6.133	5.733	6.967	5.767
	4	2.010c	0.1333	1.100	2.567	7.333	5.100	2.500	2.700	0.600	1.033	0.867	1.166	0.000	0.833	0.633	3.767	1.833
TIES	1	6.708a	7.267	7.833	7.000	3.800	7.433	5.667	7.433	7.700	7.433	5.167	5.967	5.666	6.200	8.133	8.033	6.600
	2	5.422b	5.800	3.500	6.266	5.567	4.267	5.667	8.366	7.933	3.833	7.033	3.367	4.900	4.200	3.967	6.200	5.900
	3	1.497d	1.267	0.667	1.500	0.533	3.100	0.367	1.100	2.700	0.867	0.200	1.500	2.733	1.600	0.633	3.100	2.100
	4	4.031c	2.133	6.433	3.800	1.433	5.200	3.667	4.633	4.500	5.167	1.000	6.267	4.866	3.400	3.200	6.466	2.333
T2FI	1	1.833c	1.633	0.366	1.500	5.233	2.867	0.167	1.400	1.700	0.567	4.300	2.833	4.233	1.400	0.400	0.267	0.467
	2	2.210c	1.733	1.666	2.800	2.000	3.900	1.633	0.433	1.400	4.300	2.000	3.000	2.933	2.033	2.633	1.100	1.800
	3	7.095a	6.700	7.700	7.266	8.067	7.633	6.600	7.700	7.566	7.400	8.167	6.633	6.300	5.367	5.900	1.167	8.367
	4	4.720b	5.500	4.233	5.400	5.833	2.067	4.466	4.466	4.833	1.667	6.367	4.733	6.100	2.767	3.333	4.933	7.400
T2VE	1	6.100a	6.466	8.166	7.033	2.967	5.800	7.200	6.833	5.633	6.400	6.700	6.600	6.533	4.766	8.200	0.500	7.800
	2	5.006b	6.266	6.733	6.300	5.267	1.967	5.233	8.200	3.533	2.466	7.233	5.167	4.833	3.533	4.467	0.800	8.100
	3	1.866c	1.466	0.633	1.366	0.267	3.533	1.767	0.866	3.433	0.633	0.600	1.133	3.900	1.233	1.133	7.633	0.267
	4	4.354b	2.266	6.400	2.600	1.367	4.400	6.933	3.466	4.367	5.966	4.100	5.900	6.166	4.500	4.367	3.900	2.967
T2SU	1	6.531a	8.433	7.966	7.566	3.600	5.867	4.033	7.300	7.766	4.733	6.867	7.033	6.233	6.133	8.000	5.900	7.333
	2	3.539b	2.233	4.666	3.533	5.033	4.767	0.500	6.433	2.533	2.467	3.133	1.666	3.000	2.066	3.33	5300	5.966
	3	1.266c	0.966	0.833	1.733	0.467	1.167	0.533	0.967	1.333	1.533	1.800	1.766	2.133	1.033	2.100	0.967	0.933
	4	6.389a	8.766	7.033	6.300	2.300	6.700	2.600	4.867	7.766	4.800	7.967	7.033	6.800	6.300	7.933	7.967	7.066
T2AR	1	0.716c	0.266	0.300	0.900	4.233	0.100	0.000	0.333	0	0.333	2.067	2.100	0.000	0.467	0.167	0.200	0
	2	3.125b	7.800	5.066	5.766	2.667	0.100	2.800	3.166	0	3.233	5.300	5.066	3.333	2.033	3.600	0.066	0
	3	4.531a	6.333	7.700	7.233	8.000	0.100	6.100	8.033	0	5.200	6.900	7.233	4.433	0.467	4.500	0.266	0
	4	1.106c	0.000	1.033	2.433	6.067	0.100	1.933	0.966	0	1.300	1.033	2.100	0.000	0.467	0.267	0.000	0
T2GR	1	1.354c	0.266	0.400	1.266	4.433	2.233	0.367	0.433	2.767	0.567	1.700	1.533	0.000	1.800	0.200	3.267	0.433
	2	3.418b	4.933	2.833	5.433	2.700	3.600	2.100	4.566	5.500	2.467	5.966	2.233	1.966	2.567	3.467	3.933	0.433
	3	6.170a	7.500	6.066	6.800	7.967	5.567	3.867	8.100	6.133	4.967	6.766	6.200	3.366	6.267	6.867	6.967	5.333
	4	2.058c	0.000	1.066	2.566	6.667	3.133	2.567	1.566	2.767	0.267	0.866	1.433	0.000	1.467	0.233	5.667	2.666
T2MA	1	2.641c	1.233	1.833	1.766	4.733	2.233	0.667	7.033	3.533	0.733	1.700	5.100	3.933	6.600	0.300	0.300	0.567
	2	2.937bc	1.633	3.100	4.000	2.333	1.333	1.267	8.466	3.200	2.600	2.400	3.467	3.100	3.967	2.733	1.500	1.900
	3	5.479a	7.633	7.533	7.733	8.133	2.900	5.633	2.666	5.267	5.566	7.033	4.800	4.300	4.900	5.600	6.000	5.467
	4	3.808b	4.966	5.400	5.166	6.900	2.600	2.167	6.200	5.433	0.733	2.000	3.900	4.600	4.900	0.833	3.067	1.833
T2FR	1	5.002a	3.033	8.066	6.500	4.867	6.833	7.000	5.733	5.033	2.200	1.900	7.567	4.700	1.033	2.533	8.200	4.833
	2	4.564a	4.267	6.266	6.200	4.567	4.600	5.433	4.600	5.767	2.300	2.466	4.333	3.233	3.233	1.233	8.166	7.067
	3	3.050b	7.000	0.866	1.333	5.600	4.767	0.367	3.333	3.133	2.767	5.166	1.567	2.533	2.566	0.833	3.133	3.833
	4	4.166ab	2.033	5.766	2.833	5.433	6.200	5.767	6.000	5.600	2.267	1.000	6.833	4.566	1.900	1.666	7.066	1.733
T2ES	1	6.683a	7.266	8.033	6.533	3.133	6.433	6.900	7.567	7.567	5.333	7.200	7.133	5.666	4.833	8.400	8.500	7.100
	2	5.625b	6.900	6.333	6.133	5.300	3.933	5.000	8.133	6.100	4.400	4.533	5.533	4.800	2.733	4.767	7.667	7.733
	3	1.287d	0.766	0.900	1.433	0.300	1.633	0.300	0.900	1.267	2.367	0.767	1.433	3.566	1.333	0.800	2.400	0.400
	4	4.541c	2.600	6.033	3.200	1.267	5.000	5.367	3.766	5.433	6.300	6.433	6.800	5.100	3.367	3.767	5.067	3.166

7.1.3. Avaliação Sensorial da textura quanto ao perfil e a ordem de grandeza dos atributos

Os resultados sensoriais foram comparados quanto ao perfil e ordem de grandeza dos atributos definidos pelo painel para cada um dos métodos empregados, sendo também analisados quanto a diferenças significativas apresentadas entre as médias considerando cada agente gelificante e as concentrações empregadas. Os resultados estão apresentados nas tabelas 7 a 12.

7.1.3.a. Firmeza

O atributo comum a todos os métodos de avaliação empregados foi a firmeza conforme definido pelos provadores como equivalente a dureza instrumental. A firmeza aumentou com o aumento da concentração independente do agente gelificante ou do método utilizado, ou se as amostras eram oferecidas livres ou contidas. Esse efeito foi observado anteriormente por MUÑOZ et al., (1986a) avaliando a textura de géis de gelatina e por LUNDGREEN et al., (1986) avaliando géis de pectina.

As técnicas utilizadas foram na maioria capazes de avaliar corretamente diferenças entre as três concentrações considerando cada agente gelificante separadamente. Assim, compressão com a colher para gel contido ou livre, corte com colher para gel contido ou livre, pós-mastigação para gel contido e compressão língua-palato e pós-mastigação para o gel apresentado livre, mostraram diferenças significativas entre as médias das concentrações baixa, média e alta de cada agente gelificante conforme pode ser observado nas Tabelas 7 a 12. A avaliação do gel contido feita através da compressão língua-palato foi capaz de identificar corretamente diferenças significativas entre os géis

de gelatina e de pectina individualmente, porém não conseguiu diferenciar entre géis de alginato na concentração média e alta. MUÑOZ et al. (1986b) observaram que géis de gelatina, alginato e carragena eram percebidos com menores valores para firmeza quando o corte oral ou manual foram utilizados em relação a testes de compressão das amostras, concluindo que entre os métodos empregados a melhor discriminação era obtida quando o corte com faca foi utilizado.

Quando comparados em conjunto para cada nível de dureza, foram observadas maiores limitações entre as técnicas (Tabelas 7 a 12). Assim para os géis de gelatina, pectina e alginato a baixa concentração, entre as oito técnicas utilizadas na avaliação sensorial (Tabelas 7 a 12), compressão e corte do gel contido e compressão língua palato e pós-mastigação também do gel contido foram eficientes para identificar igualdade de firmeza apresentando médias que não diferiram significativamente entre si conforme pode ser observado nas Tabelas 7 a 12. Os outros métodos conseguiram identificar igualdade entre géis de gelatina e pectina, porém, apresentaram diferenças significativas entre gelatina e alginato no nível mais baixo de concentração para géis de mesma dureza instrumental.

Capacidade de comparação menor foi observada para os géis de concentração ou dureza intermediária. A maioria dos métodos apresentou médias com diferença significativa entre si para géis de mesma dureza instrumental (compressão e corte com colher do gel livre, corte com colher do gel contido, compressão língua-palato do gel apresentado contido, e compressão língua-palato e pós-mastigação do gel livre). A medida que a concentração dos géis aumentou para o maior grau de firmeza instrumental considerado, os provadores conseguiram identificar igualdades estatísticas entre os diferentes agentes gelificantes. Compressão e corte com colher do gel contido e compressão língua-palato e pós-mastigação dos géis apresentados contidos foram capazes de identificar médias que não apresentavam diferenças significativas entre si

para a concentração mais alta utilizada no experimento. As outras técnicas utilizadas e descritas na Figura 8 (ficha 4a) conseguem identificar pelo menos igualdade entre dois agentes.

Entre os agentes estudados foi observada uma tendência comum a todos os métodos sensoriais utilizados. Géis de pectina apresentaram um perfil mais linear quando a firmeza foi relacionada com a concentração, enquanto alginato e gelatina mostraram um perfil mais parecido ao exponencial, com gelatina mostrando expoente positivo e alginato apresentando expoente negativo. Possivelmente ocorreu uma sobre-avaliação do gel de alginato e uma sub-avaliação do gel de gelatina na concentração intermediária utilizada devido as características intrínsecas dos agentes gelificantes utilizados. A análise dos perfis não indicou diferenças na dureza devido a forma de apresentação das amostras.

7.1.3.b. Elasticidade

A elasticidade, atributo descrito pelos provadores somente nos testes de corte e compressão com a colher (Tabela 7 a 12), apresentou também valores crescentes com o aumento da concentração do agente gelificante independente da forma em que a amostra foi servida aos provadores, efeito também observado por MUÑOZ et al., (1986b) para géis de alginato, carragena e gelatina. MONTEJANO et al. (1985), observou que amostras elásticas apresentavam correlação positiva com a firmeza, enquanto MEULLENET (1998) observou que a elasticidade correlacionava-se negativamente com a firmeza. Apesar de apresentar aumento numérico com o aumento da concentração, variações na elasticidade de geis de baixa e alta concentração foram muito menores que em relação as variações observadas para o atributo firmeza. Entre os agentes, a gelatina apresentou valores numéricos mais altos para o teste utilizando compressão com a colher tanto para o gel livre quanto para o gel contido.

Quando as médias foram comparadas não foram observadas diferenças entre géis fracos, médios ou fortes para a comparação feita entre os três diferentes agentes (Tabelas 7 a 12). Quando a comparação foi individual para cada agente nas três concentrações estudadas, géis de gelatina não apresentaram diferenças entre fraco médio e forte, e géis de pectina e alginato apresentaram diferenças entre fraco e médio, fraco e forte, porém apresentaram similaridade entre géis médio e forte. Para os géis livres compressão e corte com colher apresentaram pequenas diferenças. Na compressão com a colher nos níveis fraco e médio não existiu diferenças entre os agentes gelificantes. No nível de maior concentração, a gelatina mostra-se diferente de pectina e a pectina diferente do alginato, porém a gelatina foi igual ao alginato. No corte com colher para o gel livre no nível fraco e no forte não se observaram diferenças, porém no nível médio géis de alginato e pectina mostraram-se diferentes. Quando a comparação foi individual compressão e corte com colher do gel livre mostraram igualdade para géis de pectina. No corte com colher do gel livre, géis de gelatina e pectina foram iguais em todos os níveis e géis de alginato fraco se apresentam diferentes do médio e do forte, porém os níveis médio e forte foram percebidos como iguais.

7.1.3.c. Fraturabilidade

A fraturabilidade das amostras indicada como atributo nas técnicas de compressão ou corte com a colher dos géis livres e contidos e através da percepção oral pós-mastigação apresentou decréscimo conforme a concentração foi aumentada (Tabelas 7 a 12). Géis de gelatina apresentaram maiores valores para fraturabilidade, em concordância com observações efetuadas durante os ensaios instrumentais, onde gelatina apesar de ter sido utilizada uma taxa de compressão média em geral, não resistia ao segundo ciclo de compressão requerido pelo TPA, esfacelando-se durante o primeiro ciclo para as amostras livres.

Entre as seis formas de avaliação da fraturabilidade utilizadas para avaliar os géis fracos, o corte com a colher e a percepção pós-mastigação dos géis contidos não apresentaram diferenças significativas entre os géis de gelatina, alginato e pectina. Compressão com a colher do gel contido e pós-mastigação do gel livre, identificaram duas igualdades, porém apresentaram diferenças significativas entre gelatina e alginato. Compressão com a colher e corte com colher para o gel livre somente identificaram igualdade entre os géis de alginato e pectina, apresentando diferenças significativas entre médias de géis de gelatina e pectina e gelatina e alginato para os géis de menor concentração.

Quando a concentração dos géis passa para o nível intermediário novamente o corte com colher e avaliação pós-mastigação dos géis contidos não apresentaram diferenças significativas entre os três agentes gelificantes. Compressão com a colher, corte com colher e pós-mastigação dos géis apresentados livres não mostraram diferenças entre o gel de pectina e gelatina, porém diferenciaram os dois com relação ao gel de alginato. Compressão com a colher do gel contido não diferenciou géis de pectina e alginato, porém diferenciou ambos do gel de gelatina. Esses resultados também foram observados quando os géis passaram para o nível mais alto de concentração estudado. Somente o corte com colher e a avaliação pós-mastigação dos géis contidos não mostraram diferenças significativas entre os diferentes agentes nos três níveis de concentração estudados na avaliação da fraturabilidade.

Quando a comparação foi feita individualmente para cada agente gelificante a compressão e o corte com colher do gel contido diferenciam a fraturabilidade entre os níveis fraco e médio, fraco e forte, porém não diferenciam entre o gel médio e forte para todos os agentes estudados. Compressão e corte com colher para géis livres não conseguem diferenciar a fraturabilidade entre todos os níveis e para todos os agentes estudados.

Avaliação pós-mastigação do gel contido e do gel livre apresentaram pequenas diferenças de avaliação. Assim quando o gel estava contido, géis de gelatina e alginato mostraram a mesma fraturabilidade para os diferentes níveis de dureza estudados, enquanto géis de pectina apresentaram igualdade entre géis fraco e médio, e médio e forte, diferenciando porém entre um gel fraco e um forte, quanto o atributo fraturabilidade foi avaliado.

7.1.3.d. Aderência a colher e a parede do becker

Aderência a colher, atributo descrito somente quando a textura foi avaliada com auxílio da colher (Tabelas 7 a 12), mostrou um perfil esperado, onde géis fracos apresentavam maiores valores numéricos para a aderência, porém quando as médias foram comparadas géis apresentados livres não apresentaram diferenças significativas entre diferentes agentes ou diferentes níveis de concentração. Para o gel apresentado contido a comparação entre todos os agentes e concentrações também não apresentou diferenças entre médias.

Aderência a parede do recipiente onde o gel estava contido, foi um atributo somente indicado durante a compressão com a colher (Tabela 7 a 12), com valores praticamente constantes, para alginato e pectina e crescente para gelatina, conforme o aumento da concentração. As médias sensoriais obtidas obedeceram o mesmo comportamento para géis fraco, médio e forte. Os provadores conseguiram diferenciar entre géis de gelatina e pectina, entre géis de gelatina e alginato, porém géis de pectina não diferenciaram dos géis de alginato, quando a compressão com a colher do gel contido foi utilizada. A comparação individual para cada agente gelificante não conseguiu diferenciar entre os três níveis de concentração utilizados para os tres diferentes agentes. Parece improvável que as duas aderências avaliadas apresentassem perfis diferentes. Provavelmente a avaliação da aderência a parede do recipiente pode ter sido mais difícil de perceber e sujeita a mais erros em relação a aderência a colher.

Algumas características físicas dos géis tais como mastigabilidade, textura dos grânulos, velocidade de desintegração, textura de superfície e espalhabilidade na boca e arenosidade foram somente indicados como atributos nos métodos de avaliação orais. Velocidade de desintegração, espalhabilidade na boca e característica da superfície apresentaram-se praticamente constantes para cada agente com o aumento da concentração.

7.1.3.e. Mastigabilidade

Mastigabilidade, atributo descrito oralmente pós- mastigação (Tabelas 7 a 12) apresentou crescimento conforme as concentrações dos agentes aumentavam, independente do agente ou da forma de apresentação. Correlações positivas entre mastigabilidade e firmeza foram observadas anteriormente (MEULLENET, 1998). Quando as amostras foram apresentadas contidas, os provadores não conseguiram diferenciar os agentes gelificantes no nível fraco e médio de textura. Quando o nível de concentração aumentou para o gel forte, somente ocorreram diferenças entre alginato e gelatina. Amostras apresentadas livres mostraram similaridade entre pectina e alginato e gelatina e pectina para géis fracos, médios e fortes.

7.1.3.f. Textura dos Grânulos

A textura dos grânulos, indicador da forma como o gel se rompe, apresentou valores constantes conforme a concentração aumentava, com maiores valores para géis de alginato e menores para gelatina, o que esta em concordância com as características fisico-químicas desses dois agentes sendo o primeiro gel termo-irreversível o segundo termo-reversível, e adicionalmente de baixo ponto de fusão, características anteriormente observadas para esses tipos de géis por GUINARD and MARTY (1995) e MUÑOZ et al., (1986b) respectivamente.

Géis contidos e livres avaliados pela compressão língua-palato apresentaram médias com diferenças significativas entre gelatina e pectina e gelatina e alginato, e pectina e alginato para géis fracos e médios. Quando os géis mais fortes foram avaliados, os provadores identificaram como iguais os géis de pectina e alginato. A avaliação através da pós-mastigação do gel livre diferenciou, totalmente, géis fracos e fortes, porém confundiu a textura de géis médios de alginato e pectina. Quando a comparação das médias foi feita individualmente para cada agente gelificante, observou-se que os provadores não acusaram diferenças entre os géis fracos, médios e fortes.

A avaliação feita através do gel contido pós-mastigação diferenciou entre os géis nos níveis médio e forte dos agentes utilizados. Quando a avaliação foi individual, gelatina e pectina não apresentaram diferenças, porém para o alginato os provadores caracterizaram similaridade entre géis fracos e médios e entre géis médios e fortes porém diferenciaram géis fracos de géis fortes.

7.1.3.g. Arenosidade

O atributo arenosidade somente foi indicado pelos provadores para os métodos pós-mastigação do gel apresentado livre ou contido. As avaliações foram iguais independente da força dos géis. Os géis dos três agentes estudados apresentaram diferenças significativas entre si. A forma de apresentar as amostras também provocou diferenças de avaliação entre os métodos. Assim quando o gel foi apresentado contido, os provadores identificaram similaridade entre géis de pectina e alginato, o que não ocorreu quando o gel foi apresentado livre. Quando a comparação foi feita individualmente para cada agente, os três agentes não apresentaram diferenças significativas independente do nível de textura avaliado (Tabelas 7 a 12).

7.1.3.h. Espalhabilidade na boca

Para os géis apresentados contidos, as avaliações de compressão língua-palato ou pós-mastigação foram semelhantes. Existiu uma tendência para avaliar os géis fracos como iguais estatisticamente. Na medida em que a força do gel aumentava para o nível médio ou forte, os provadores não observaram diferenças entre gelatina e pectina, porém diferenciaram gelatina de alginato e pectina de alginato. Existiu também na análise individual para cada gel, uma diferenciação entre o nível fraco e médio e entre fraco e forte independente do agente considerado (Tabelas 7 a 12).

Quando os géis foram oferecidos livres através de compressão língua-palato e pós-mastigação os provadores indicaram similaridade entre géis de gelatina e pectina para o nível mais fraco de textura e diferenciaram os três agentes para o nível médio e forte, caracterizando diferenças, ainda que pequenas na forma de apresentação da amostra, contida ou livre, para a avaliação oral.

7.1.3.i. Textura da Superfície

Característica da superfície, atributo indicativo do quanto o provador associava a sensação de amostra lisa ou rugosa, tendeu a ser avaliado com maiores notas (+ lisa) para gelatina em relação aos outros agentes testados. O atributo definido pelos provadores como característico de géis nos métodos de avaliação oral, apresentaram coincidência estatística para géis médios e fortes por qualquer das técnicas utilizadas, onde a textura de superfície mostrou diferença significativa entre os três agentes estudados. Esses resultados também foram observados para o gel livre fraco avaliado pela compressão língua-palato e pós-mordida. Quando o gel fraco foi apresentado contido, os provadores observaram diferenças somente entre dois agentes gelificantes. Assim, a avaliação através da compressão língua-palato observou diferença entre gelatina e pectina e entre pectina e alginato, porém, similaridade entre gelatina e alginato. A técnica de avaliação pós-mordida para o gel apresentado contido observou diferença entre gelatina e pectina e gelatina e alginato, e similaridade entre pectina e alginato.

Quando a comparação foi individual para cada agente, as técnicas de compressão língua-palato e pós-mastigação do gel livre e pós-mastigação do gel contido não observaram diferenças quanto a textura de superfície para os tres agentes nas diferentes concentrações estudadas. O mesmo resultado foi observado para o método da compressão língua-palato do gel contido para gelatina e pectina, porém para alginato os provadores acusaram diferença significativa entre alginato fraco e médio e alginato fraco e forte (Tabelas 7 a 12).

7.1.3.j. Velocidade de Desintegração

Esse atributo foi identificado para todos os modos de avaliação oral testados ou seja, compressão língua-palato e pós-mastigação dos géis livres e contidos. Para os géis livres houve concordância entre todos os modos de avaliação nos três níveis de dureza testados. Assim os provadores identificaram como similares quanto a velocidade de desintegração os géis de pectina e gelatina e com diferenças significativas géis de gelatina e alginato, e alginato e pectina. Para os géis contidos os resultados apresentados acima foram também observados para géis de dureza média e forte. Quando os géis eram fracos e estavam contidos, os provadores não conseguiram observar diferença significativas entre os três agentes gelificantes. Excetuando-se os géis fracos avaliados oralmente contidos em recipientes, todas as formas de avaliação foram coincidentes com relação a percepção da velocidade de desintegração das amostras (Tabelas 7 a 12).

TABELA 7: Média dos valores da avaliação sensorial através da compressão do gel contido (becker).

Amostras	% do gel	Cfi	Cfr	Cade	Cel	Cadc
1	1,25%	2.125 ^d	5.494 ^a	3.919 ^a	3.771 ^{bcd}	4.223 ^{ab}
2	1,65%	3.694 ^c	3.875 ^{bc}	2.148 ^{cd}	4.939 ^{ab}	5.104 ^a
3	1,85%	7.183 ^a	3.467 ^{cd}	1.885 ^{cd}	5.154 ^a	5.279 ^a
4	0,65%	2.304 ^d	4.746 ^{ab}	3.321 ^{ab}	3.660 ^{cd}	2.896 ^c
5	0,85%	5.585 ^b	2.410 ^{de}	1.827 ^{cd}	4.923 ^{ab}	2.821 ^c
6	0,95%	7.225 ^a	2.046 ^e	1.346 ^d	4.792 ^{abc}	2.967 ^c
7	0,75%	2.083 ^d	4.052 ^{bc}	2.394 ^{bc}	3.435 ^d	3.000 ^c
8	1,00%	6.017 ^b	1.996 ^e	1.625 ^{cd}	4.623 ^{abcd}	2.502 ^c
9	1,25%	7.083 ^a	1.839 ^e	1.398 ^{cd}	4.081 ^{abcd}	3.031 ^{bc}

1→GELATINA FRACA
2→GELATINA MÉDIA
3→GELATINA FORTE

4→PECTINA FRACA
5→PECTINA MÉDIA
6→PECTINA FORTE

7→ALGINATO FRACO
8→ALGINATO MÉDIO
9→ALGINATO FORTE

Cfi→ firmeza; **Cfr** → fracturabilidade; **Cade** → aderência na colher; **Cel**→ elasticidade;
Cadc→ aderência do copo.

TABELA 8: Média dos valores da avaliação sensorial através do corte do gel contido (becker).

Amostras	% do gel	Cofi	Coade	Coel	Cofra
1	1,25%	1.989 ^e	3.744 ^{ab}	3.644 ^{ab}	4.948 ^a
2	1,65%	3.608 ^d	3.217 ^{abc}	4.342 ^a	3.550 ^{bc}
3	1,85%	6.904 ^a	2.485 ^c	4.785 ^a	2.950 ^{cd}
4	0,65%	1.846 ^e	3.365 ^{abc}	2.942 ^b	4.777 ^a
5	0,85%	5.129 ^c	2.671 ^{bc}	4.338 ^a	2.875 ^{cd}
6	0,95%	6.977 ^a	2.379 ^c	4.208 ^a	2.323 ^d
7	0,75%	2.029 ^e	4.015 ^a	2.589 ^b	4.246 ^{ab}
8	1,00%	6.027 ^b	2.635 ^{bc}	4.392 ^a	2.719 ^{cd}
9	1,25%	7.231 ^a	3.094 ^{abc}	4.517 ^a	2.356 ^d

1→GELATINA FRACA
2→GELATINA MÉDIA
3→GELATINA FORTE

4→PECTINA FRACA
5→PECTINA MÉDIA
6→PECTINA FORTE

7→ALGINATO FRACO
8→ALGINATO MÉDIO
9→ALGINATO FORTE

Cofi→ firmeza; **Coade** → aderência na colher; **Coel**→ elasticidade; **Cofr**→ fracturabilidade.

TABELA 9: Média dos valores da avaliação sensorial através da textura oral do gel contido (becker).

Amostras	% do gel	T1fi	T1ve	T1su	T1gr	T1es
1	1,25%	1.596 ^e	5.327 ^a	7.260 ^a	2.004 ^d	6.252 ^a
2	1,65%	4.063 ^d	3.952 ^b	7.231 ^a	2.148 ^d	4.842 ^{cd}
3	1,85%	7.073 ^a	3.021 ^{bc}	7.115 ^a	2.217 ^{cd}	3.417 ^e
4	0,65%	1.565 ^e	6.008 ^a	3.854 ^b	3.292 ^{bc}	5.952 ^{ab}
5	0,85%	5.079 ^c	3.860 ^b	3.642 ^{bc}	4.068 ^{ab}	4.015 ^{de}
6	0,95%	7.108 ^a	3.060 ^{bc}	3.592 ^{bcd}	4.331 ^{ab}	3.548 ^e
7	0,75%	1.594 ^e	5.444 ^a	2.573 ^a	4.523 ^a	5.104 ^{bc}
8	1,00%	7.073 ^a	2.185 ^{cd}	2.654 ^{cde}	4.939 ^a	2.258 ^f
9	1,25%	7.192 ^a	1.652 ^d	2.548 ^e	5.154 ^a	1.938 ^f

Amostras	% do gel	T2fi	T2ve	T2su	T2ar	T2gr	T2ma	T2fra	T2es
1	1,25%	1.421 ^d	6.344 ^a	7.115 ^a	0.817 ^b	2.060 ^e	2.565 ^d	4.496 ^{ab}	6.385 ^a
2	1,65%	4.581 ^c	4.754 ^{bc}	6.877 ^a	0.765 ^b	2.083 ^e	3.727 ^{bc}	4.206 ^{ab}	4.835 ^{bc}
3	1,85%	7.046 ^a	3.588 ^d	6.742 ^a	0.788 ^b	2.252 ^{de}	4.065 ^b	3.956 ^{abc}	3.823 ^c
4	0,65%	1.542 ^d	6.402 ^a	3.483 ^b	3.900 ^a	3.244 ^{cd}	2.504 ^d	4.917 ^a	6.419 ^a
5	0,85%	4.885 ^c	4.279 ^{cd}	3.200 ^{bc}	3.729 ^a	3.877 ^c	3.839 ^{bc}	3.994 ^{abc}	4.438 ^c
6	0,95%	7.146 ^a	3.498 ^d	3.469 ^b	3.838 ^a	3.985 ^{bc}	4.435 ^{ab}	3.710 ^{bc}	3.935 ^c
7	0,75%	1.710 ^d	5.731 ^{ab}	2.838 ^{bcd}	4.369 ^a	3.988 ^{bc}	2.731 ^{cd}	3.904 ^{abc}	5.735 ^{ab}
8	1,00%	5.794 ^b	2.473 ^e	2.175 ^{cd}	4.296 ^a	4.994 ^{ab}	4.798 ^{ab}	3.817 ^{abc}	2.700 ^d
9	1,25%	7.044 ^a	1.898 ^e	2.018 ^d	4.369 ^a	5.127 ^a	5.360 ^a	2.921 ^c	2.392 ^d

1→GELATINA FRACA 4→PECTINA FRACA 7→ALGINATO FRACO
2→GELATINA MÉDIA 5→PECTINA MÉDIA 8→ALGINATO MÉDIO
3→GELATINA FORTE 6→PECTINA FORTE 9→ALGINATO FORTE

T1fi e T2fi→ firmeza; T1ve e T2ve→ velocidade de desintegração; T1su e T2su→ Característica da superfície; T1gr e T2gr→ grânulos; T1es e T2es→ espalhabilidade na boca; T2ar→ arenosidade; T2ma→ mastigabilidade; T2 fra→ fracturabilidade.
Obs: índice 1: representa a colocação da amostra na boca (compressão língua-palato); índice 2: representa a percepção pós-mastigação.

TABELA 10: Média dos valores da avaliação sensorial através da compressão do gel livre.

Amostras	% do gel	Cfi	Cfr	Cade	Cel
1	1,25%	1.889 ^g	4.931 ^a	2.688 ^{ab}	3.819 ^b
2	1,54%	4.521 ^e	4.388 ^{ab}	2.102 ^{ab}	4.948 ^{ab}
3	1,68%	6.702 ^b	4.194 ^{ab}	1.779 ^b	5.427 ^a
4	0,65%	2.252 ^{fg}	3.373 ^{bc}	2.921 ^{ab}	3.956 ^b
5	0,85%	5.527 ^d	4.389 ^{ab}	2.573 ^{ab}	3.781 ^b
6	0,95%	7.313 ^a	3.785 ^{ab}	2.498 ^{ab}	3.863 ^b
7	0,85%	2.471 ^f	3.139 ^{bc}	3.156 ^a	3.808 ^b
8	1,00%	6.033 ^c	2.242 ^c	2.933 ^{ab}	4.883 ^{ab}
9	1,15%	7.521 ^a	2.194 ^c	2.998 ^{ab}	5.181 ^a

1→GELATINA FRACA
2→GELATINA MÉDIA
3→GELATINA FORTE

4→PECTINA FRACA
5→PECTINA MÉDIA
6→PECTINA FORTE

7→ALGINATO FRACO
8→ALGINATO MÉDIO
9→ALGINATO FORTE

Cfi→ firmeza; Cfr → fracturabilidade; Cade → aderência na colher; Cel→ elasticidade.

TABELA 11: Média dos valores da avaliação sensorial através do corte do gel livre.

Amostras	% do gel	Cofi	Coade	Coel	Cofra
1	1,25%	1.677 ^g	2.694 ^a	3.000 ^b	5.200 ^a
2	1,54%	4.310 ^e	2.889 ^a	3.604 ^{ab}	4.563 ^{ab}
3	1,68%	6.552 ^b	2.684 ^a	3.689 ^{ab}	4.323 ^{ab}
4	0,65%	1.873 ^g	2.744 ^a	3.004 ^b	4.102 ^{ab}
5	0,85%	5.069 ^d	2.939 ^a	3.946 ^b	4.150 ^{ab}
6	0,95%	6.971 ^b	3.342 ^a	3.752 ^{ab}	4.173 ^{ab}
7	0,85%	2.354 ^f	3.402 ^a	3.125 ^b	3.361 ^{bc}
8	1,00%	6.019 ^c	3.781 ^a	4.489 ^a	2.479 ^c
9	1,15%	7.563 ^a	3.775 ^a	4.615 ^a	2.231 ^c

1→GELATINA FRACA
2→GELATINA MÉDIA
3→GELATINA FORTE

4→PECTINA FRACA
5→PECTINA MÉDIA
6→PECTINA FORTE

7→ALGINATO FRACO
8→ALGINATO MÉDIO
9→ALGINATO FORTE

Cofi→ firmeza; **Coade** → aderência na colher; **Coel**→ elasticidade; **Cofra**→ fracturabilidade

TABELA 12: Média dos valores da avaliação sensorial através da textura oral do gel livre.

Amostras	% do gel	T1fi	T1ve	T1su	T1gr	T1es
1	1,25%	1.515 ^g	6.348 ^a	7.448 ^a	1.556 ^d	6.038 ^a
2	1,54%	4.094 ^e	5.208 ^{bc}	7.356 ^a	1.344 ^d	5.206 ^{ab}
3	1,68%	6.852 ^b	4.585 ^{cd}	7.844 ^a	1.123 ^d	4.798 ^{bc}
4	0,65%	1.519 ^g	5.656 ^{ab}	4.096 ^b	3.513 ^c	5.667 ^{ab}
5	0,85%	5.050 ^d	5.285 ^{bc}	4.269 ^b	3.412 ^c	4.708 ^{bcd}
6	0,95%	7.029 ^{ab}	4.404 ^{cd}	3.904 ^b	3.977 ^{bc}	3.738 ^{de}
7	0,85%	2.096 ^f	4.079 ^d	1.981 ^c	4.981 ^a	3.996 ^{cde}
8	1,00%	5.515 ^c	3.004 ^e	2.146 ^c	4.758 ^{ab}	3.167 ^{ef}
9	1,15%	7.412 ^a	2.304 ^e	2.023 ^c	4.829 ^{ab}	2.577 ^f

Amostras	% do gel	T2fi	T2ve	T2su	T2ar	T2gr	T2ma	T2fra	T2es
1	1,25%	1.494 ^g	6.589 ^a	7.213 ^a	0.815 ^c	1.463 ^d	2.033 ^d	5.004 ^a	6.092 ^a
2	1,54%	4.215 ^e	5.796 ^{ab}	7.142 ^a	0.610 ^c	1.521 ^d	3.146 ^{cd}	4.233 ^{ab}	5.738 ^a
3	1,68%	6.733 ^b	5.129 ^{bc}	7.279 ^a	0.502 ^c	1.477 ^d	3.321 ^{bc}	4.102 ^{abc}	5.321 ^a
4	0,65%	1.567 ^g	5.952 ^{ab}	3.758 ^b	2.260 ^b	3.160 ^c	2.488 ^{cd}	4.139 ^{abc}	5.715 ^a
5	0,85%	4.967 ^d	5.342 ^b	4.092 ^b	2.479 ^b	3.554 ^{bc}	3.346 ^{bc}	4.515 ^{ab}	5.323 ^a
6	0,95%	7.069 ^b	4.158 ^c	3.835 ^b	2.477 ^b	3.831 ^{abc}	4.260 ^{ab}	3.929 ^{abc}	4.088 ^b
7	0,75%	2.198 ^f	4.075 ^c	1.967 ^c	4.306 ^a	4.663 ^a	3.577 ^{abc}	3.558 ^{bcd}	4.104 ^b
8	1,00%	5.788 ^c	2.963 ^d	1.958 ^c	4.663 ^a	4.373 ^{ab}	4.150 ^{ab}	2.900 ^{cd}	3.219 ^{bc}
9	1,25%	7.513 ^a	2.415 ^d	2.083 ^c	4.508 ^a	4.808 ^a	4.713 ^a	2.535 ^d	2.738 ^c

1→GELATINA FRACA 4→PECTINA FRACA 7→ALGINATO FRACO
 2→GELATINA MÉDIA 5→PECTINA MÉDIA 8→ALGINATO MÉDIO
 3→GELATINA FORTE 6→PECTINA FORTE 9→ALGINATO FORTE

T1fi e T2fi→ firmeza; T1ve e T2ve→ velocidade de desintegração; T1su e T2su→ Característica da superfície; T1gr e T2gr→ grânulos; T1es e T2es→ espalhabilidade na boca; T2ar→ arenosidade; T2ma→ mastigabilidade; T2fra→ fracturabilidade. Obs: índice 1: representa a colocação da amostra na boca (compressão língua-palato); índice 2: representa a percepção pós-mastigação.

7.1.4. Análise de Componente Principal (ACP) relacionado à Avaliação Sensorial

Os resultados sensoriais foram avaliados através da análise de componentes principais (ACP), análise essa que auxilia a diferenciação entre as amostras, permitindo também avaliar os atributos responsáveis pela textura das mesmas. Para a avaliação dos dados sensoriais através da técnica ACP foram consideradas duas dimensões ortogonais, que corresponderam a uma porcentagem da variância total dos efeitos que determinaram a textura entre 70 e 90% dependendo do tipo de avaliação sensorial considerada. Nessa análise foram agrupados as avaliações de corte e compressão com a colher em somente um gráfico ortogonal sendo a textura oral graficada integralmente quanto a primeira percepção (compressão língua-palato) e após as amostras terem sido mordidas e estarem prontas para serem deglutidas. A utilização de somente dois eixos está de acordo com afirmação de MUÑOZ et al., (1996), onde geralmente gráficos de dois ou três primeiros componentes principais, que explicam a maior parte da variabilidade entre as amostras, são suficientes para evidenciar as principais relações entre os atributos e separar as amostras de acordo com suas similaridades e diferenças.

A observação das Figuras 9 a 12 onde dois eixos ortogonais foram considerados indicou, como era esperado, uma maior sensibilidade para a avaliação oral da textura, independente se a amostra originalmente estava livre ou contida, em relação ao método utilizando a colher para o corte ou a compressão das amostras. Essa maior sensibilidade foi traduzida em maior discriminação entre as amostras que se colocaram mais distribuídas nos quadrantes definidos pelos eixos ortogonais. Entre os dois métodos utilizando a colher, visualmente parece haver maior separação entre amostras testadas

através da utilização de amostras contidas no becker, em relação às mesmas livres. As avaliações orais conseguem discriminar praticamente todas as amostras (Figura 11 e Figura 12), enquanto ocorre uma sobreposição de diferentes amostras quando o corte e compressão com a colher são utilizados (Figura 9 e Figura 10). Ainda com relação a sensibilidade dos métodos com relação a parcela da variância total explicável pelos dois eixos ortogonais, a avaliação oral consegue uma somatória de 90% da variância total quando o valor correspondente a cada eixo é contabilizado. Valores um pouco inferiores, porém ainda bastante altos foram observados no corte e compressão com a colher, atingindo 81 e 74% da variação total para géis contidos no becker e livres respectivamente, representando o somatório dos dois eixos ortogonais.

As amostras consideradas fracas, independente do método ou do tipo de agente gelificante utilizado foram discriminadas do restante das amostras. Foi observado também uma separação definida das amostras de gelatina, nas três concentrações consideradas, do restante das amostras feitas com pectina ou alginato. Esse comportamento era esperado uma vez que os géis de pectina e alginato apresentam mecanismo de formação do gel muito parecidos, porém distintos do mecanismo de formação do gel de gelatina, conforme revisto na revisão bibliográfica.

A análise da Figura 9 (ACP para gel contido, compressão e corte agrupados) mostra que as amostras de baixa concentração de gelatina, pectina e alginato (triângulos 1, 4 e 7 respectivamente) apresentaram-se agrupadas e definidas pelos seguintes atributos: fraturabilidade e aderência à colher. Pode-se ainda observar que esses fatores foram definidos no eixo ortogonal de maior porcentagem de explicação da variância. Amostras de gelatina de concentrações crescentes (triângulos 1, 2 e 3 respectivamente) foram discriminadas das restantes. No menor nível de concentração, ou seja amostra fraca, a identidade foi estabelecida pela fraturabilidade e pela adesividade à colher. Quando a concentração aumentou passando a um nível intermediário de firmeza

instrumental, a amostra passa a ser melhor indentificada pela adesividade à parede do bequer. Amostra de mais alta concentração de gelatina continua a ser identificada pela aderência ao becker, e adicionalmente pela elasticidade e pela firmeza. Adesividade à colher é explicada no eixo de menor porcentagem de variância (17%) enquanto a elasticidade e a firmeza representadas no eixo ortogonal de maior porcentagem da variância (64%). Enquanto a elasticidade apresenta rebatimentos nos dois eixos, a firmeza encontra-se totalmente associada ao eixo de maior representatividade na variância total. O restante das amostras, pectina e alginato de características de firmeza média e forte (triângulos 5, 6, 8 e 9 respectivamente) se encontram agrupadas sendo explicadas principalmente pelo atributo firmeza, percebido tanto na compressão quanto no corte com a colher. O outro atributo que ajuda a identificar a componente de textura relevante sensorialmente para esse tipo de amostras foi a elasticidade, observada na compressão e também no corte com a colher.

O gráfico da Análise de Componente Principal (ACP) obtido pela compressão e corte agrupados do gel livre, representado na Figura 10, não se apresenta tão discriminante na separação das diferentes amostras como foi obtido para o gel contido (Figura 9). Novamente amostras de géis fracos se encontram agrupadas espacialmente em relação as amostras de textura forte e intermediária. O painel sensorial identificou esse tipo de amostras com a fraturabilidade medida na compressão ou no corte. Entre as amostras de gelatina, ocorre um deslocamento dos atributos que as identificam conforme a concentração e consequentemente a firmeza aumenta. A amostra mais fraca é identificada pela fraturabilidade, observada em maior intensidade para a amostra de gelatina de firmeza média, e finalmente a amostra de gelatina mais forte foi identificada pela elasticidade e pela firmeza avaliada pela compressão ou pelo corte. Comportamento semelhante pode ser observado para géis de pectina e de alginato. Amostras fracas foram identificadas pela fraturabilidade e na medida em que aumentou a concentração ocorreu deslocamento para outro quadrante cujos atributos de melhor identidade foram elasticidade e firmeza. A separação

entre diferentes concentrações foi melhor observada para géis de alginato em relação aos de pectina.

Enquanto no estudo envolvendo amostra contida no becker os dois eixos ortogonais foram responsáveis por 64 e 17% (representando 81% da variância total), quando as amostras foram testadas livres, as porcentagens por eixo foram 48 e 26% perfazendo 74% do total dos efeitos que poderiam explicar diferenças ou similaridades na percepção da textura global das amostras.

As avaliações de textura oral são representadas na Figura 11 para o gel contido no bequer e na Figura 12 para o gel livre. Na Figura 11 observa-se que as amostras fracas para os três agentes gelificantes se encontram agrupadas e identificadas pelos seguintes atributos: velocidade de desintegração, espalhabilidade e em menor escala pela fraturabilidade medida através da mordida da amostra. A gelatina fraca foi identificada pela velocidade de desintegração, pela espalhabilidade e em menor grau pela fraturabilidade enquanto a média, além desses indicadores, pareceu mais associada a textura de superfície e a amostra mais concentrada foi mais representada pela firmeza, avaliada pela interação língua-palato ou pós-mastigação. Na Figura 11 também se observou a separação da gelatina nas várias concentrações estudadas dos demais agentes geleificantes. Géis contendo pectina ou alginato de firmeza média e forte foram caracterizados pela arenosidade, granulosidade, mastigabilidade e firmeza. Novamente pode-se observar que ocorreu melhor discriminação para os géis de alginato em relação à pectina, embora ambos fossem de igual firmeza medida instrumentalmente.

Quando os géis foram oferecidos livres para a medida das características de textura oral representada pela Figura 12, a ferramenta ACP empregada conseguiu discriminar e separar totalmente todas as amostras, independente do tipo de gel ou de sua concentração. Amostras fracas de gelatina foram caracterizadas pela espalhabilidade, velocidade de desintegração e

fraturabilidade, o que em menor intensidade também foi observado para géis fracos de pectina e alginato, com a adição para esses últimos da arenosidade e granulosidade. Ainda que caracterizados por diferentes parâmetros, os géis fracos se encontraram separados dos demais. Géis de gelatina também se encontram separados, com o fraco sendo caracterizado pela velocidade de desintegração, espalhabilidade e fraturabilidade, o médio adicionalmente pela textura de superfície e o forte por esses mesmos parâmetros menos acentuadamente. Gel de pectina de dureza média se encontrou localizado no ponto central dos eixos ortogonais e a medida que a concentração aumentou, a identidade passou a ser determinada pela percepção da firmeza. Géis de alginato foram melhor discriminados por granulosidade, arenosidade, mastigabilidade além da firmeza conforme também observado quando os géis foram apresentados contidos.

A avaliação sensorial indicou valores crescentes na atribuição de notas conforme a concentração dos agentes gelificantes aumentou particularmente com relação ao atributo dureza, independente do método utilizado e para todos os agentes gelificantes considerados.

Entre os métodos utilizados pelos provadores, a maioria apresentou diferenças significativas entre diferentes agentes ou concentrações quando cada agente foi analisado separadamente. Quando os géis foram avaliados conjuntamente, considerando os mesmos níveis de dureza instrumental, os provadores tiveram dificuldades em discriminar as amostras situadas no nível intermediário de concentração. Melhor discriminação foi observada entre géis fracos e fortes.

A forma de apresentação das amostras, livre ou contida, apresentou pequenas diferenças de avaliação por parte dos provadores para alguns dos atributos indicados pelos mesmos. O excesso de atributos do ADQ sensorial, pode ter sido um dos fatores negativos a esse respeito. A não utilização de açúcar nas formulações pode também ter contribuído negativamente na avaliação sensorial.

Os resultados sensoriais indicaram que os métodos envolvendo avaliação oral mostraram maior poder de discriminação entre as diferentes concentrações e agentes gelificantes utilizados.

Fig. 9: Análise de Componente Principal (ACP) dos atributos de géis contidos (becker) nos testes de compressão e corte com colher

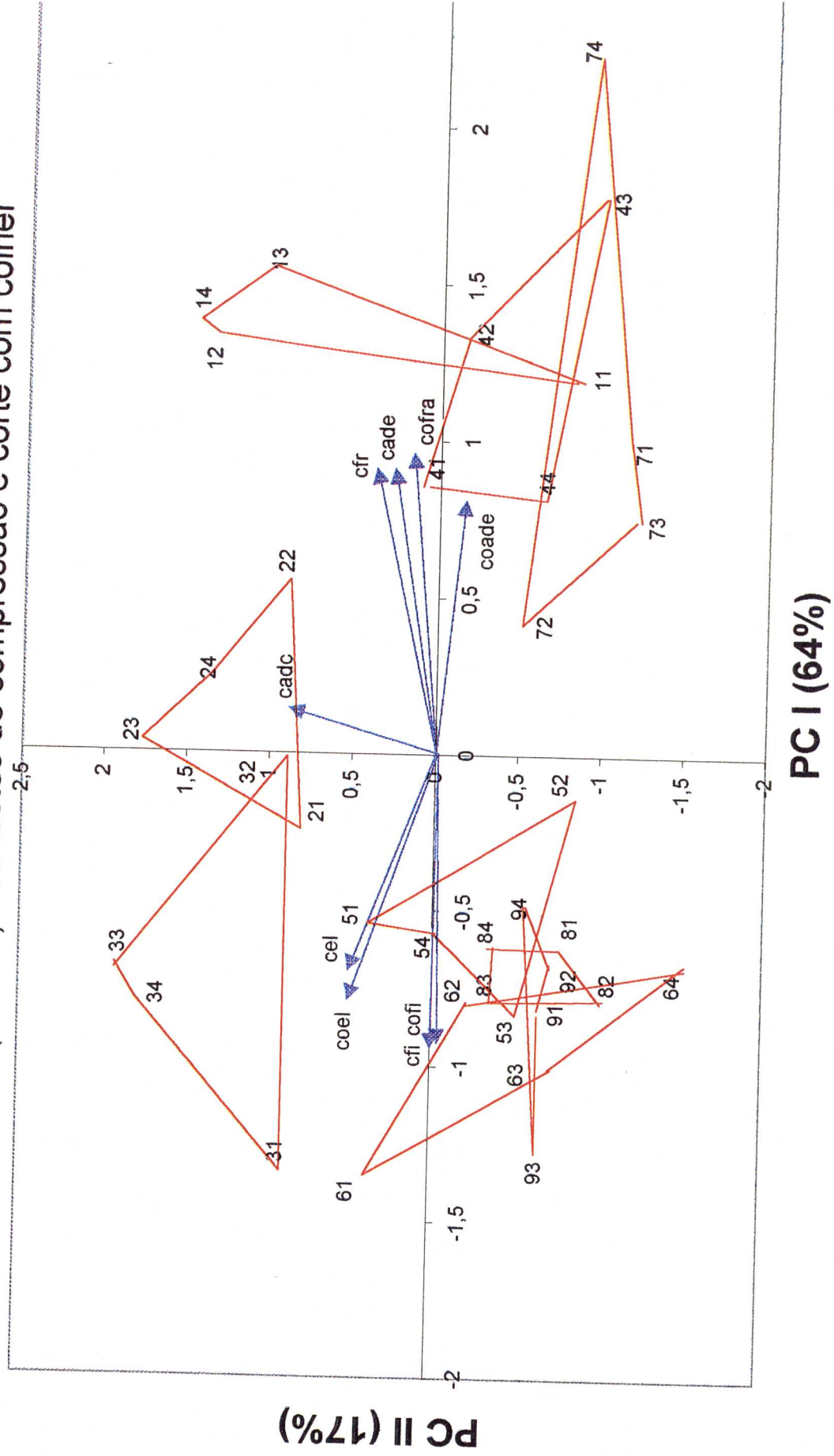


Fig. 10: Análise de Componente Principal (ACP) dos atributos de géis livres nos testes de compressão e corte com colher

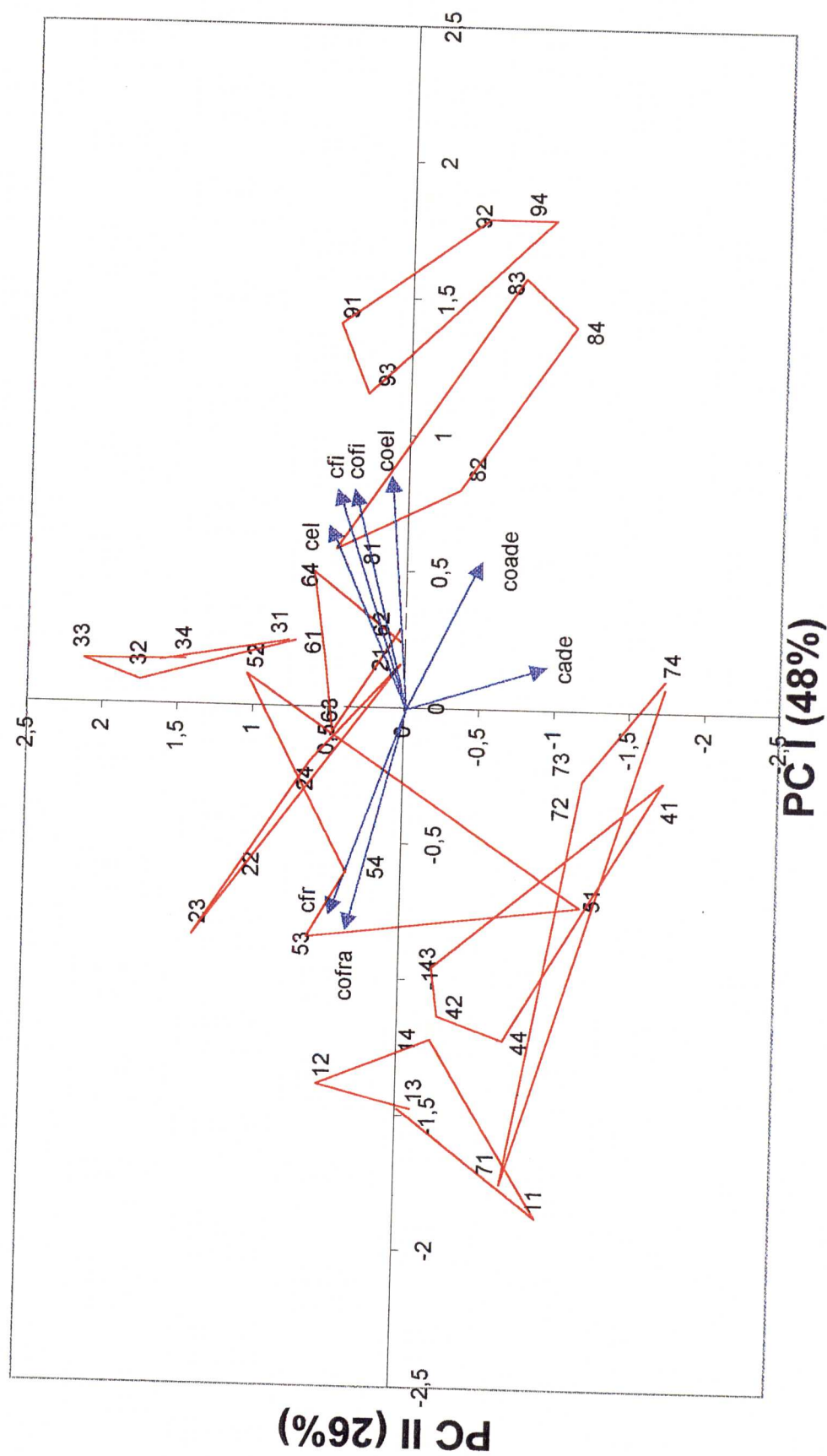


Fig. 11: Análise de Componente Principal (ACP) dos atributos de géis contidos (becker) nos testes de avaliação da textura oral

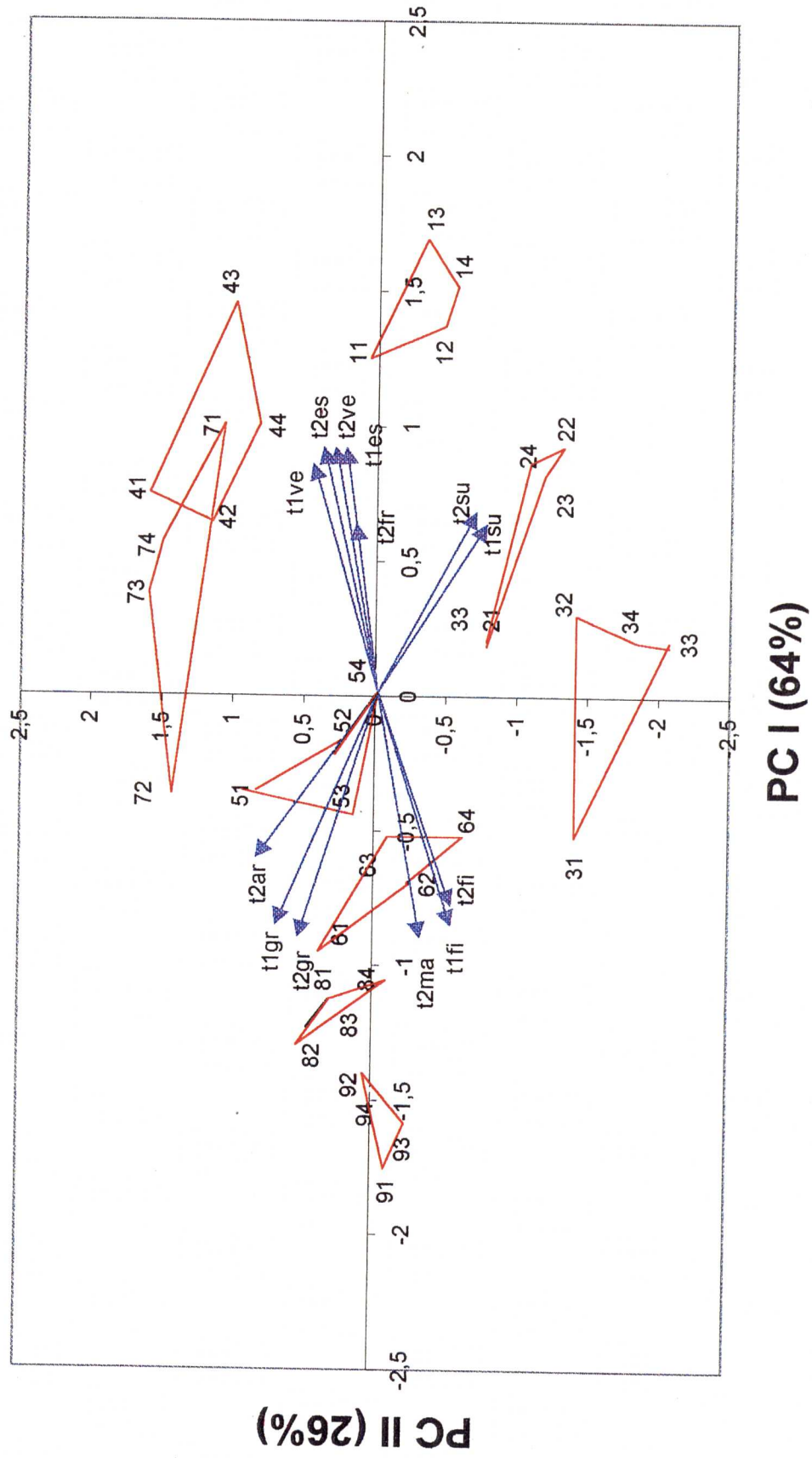
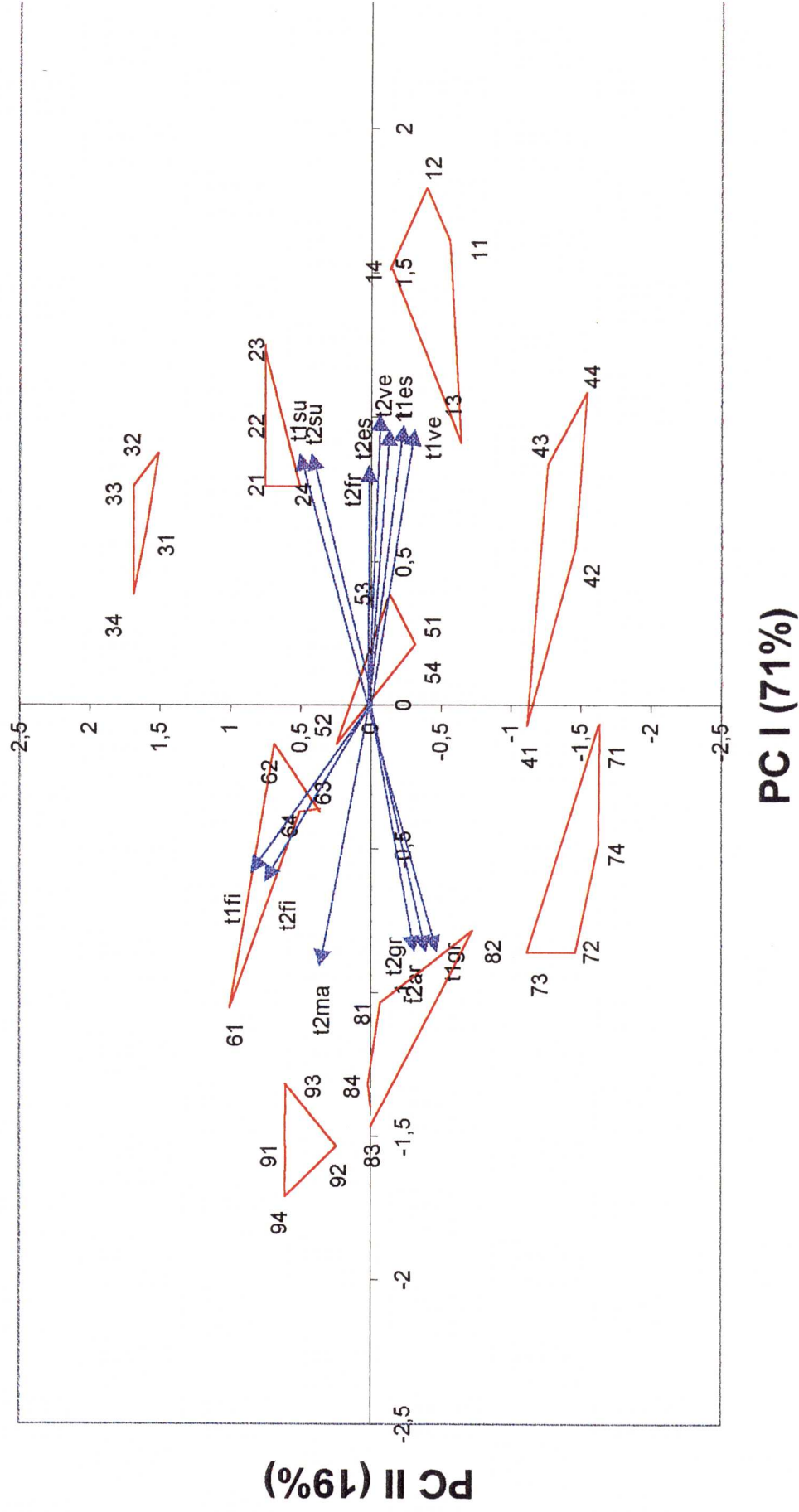


Fig. 12: Análise de Componente Principal (ACP) dos atributos de géis livres nos testes de avaliação da textura oral



7. 2. Avaliação Instrumental da Textura

A medida da textura instrumental através da Análise do Perfil de Textura foi realizada através de compressão ou penetração uniaxial utilizando o texturômetro TA-XT₂ (SMS). Embora o teste de penetração com a amostra contida dentro de um recipiente possa apresentar distorções nas medidas uma vez que as paredes do recipiente podem impedir a deformação integral da amostra, o teste de compressão requer maior tempo e cuidados no preparo e ajuste da amostra para a realização do teste, sendo assim desejável avaliar como essas duas formas de avaliação se comportam para diferentes agentes gelificantes e diferentes concentrações.

A Figura 13 apresenta as curvas da Dureza Instrumental em função da variação de concentração dos agentes gelificantes obtidas por penetração do gel contido e por compressão do gel livre. Géis de pectina e de alginato apresentaram comportamento semelhante, requerendo menores concentrações do agente gelificante em relação à gelatina para se obter valores de dureza instrumental equivalente. De acordo com a Figura 13 géis de pectina em relação aos de alginato, requereram menores concentrações do agente gelificante para propiciar a mesma dureza instrumental, considerando constante a concentração de cálcio em todos os sistemas estudados. O perfil das curvas obtidas é semelhante em ambos os métodos, porém nos testes de compressão parece haver maior separação entre as curvas de pectina e alginato, quando mais baixas concentrações dos agentes gelificantes foram utilizadas. Devido as características diferenciadas dos dois testes incluindo o tipo de dispositivo e a taxa de penetração/compressão, as ordens de grandeza obtidas nos testes de compressão foram de 4 a 5 vezes superiores as obtidas na penetração embora as concentrações nos dois métodos fossem ou iguais ou muito próximas.

Através das curvas de força X tempo foram calculados os valores de Dureza-TPA, Adesividade-TPA, Elasticidade-TPA, Coesividade-TPA, Gomosidade-TPA e Mastigabilidade-TPA. Fraturabilidade-TPA, um parâmetro também fornecido pela curva TPA foi desconsiderado uma vez que a taxa de compressão utilizada não permitiu, em algumas concentrações e para alguns dos agentes gelificantes utilizados, uma diferenciação clara entre a fraturabilidade e a dureza. Como os agentes apresentavam diferentes características de dureza, optou-se por utilizar uma taxa de compressão intermediária que pudesse ser utilizada para os tres agentes gelificantes estudados o que nessas situações acarretou o aparecimento de somente um pico na primeira compressão TPA.

A análise de correlação entre a concentração e os diversos parâmetros fornecidos pelo TPA e os respectivos coeficientes de variação entre as repetições permitem avaliar quais dos parâmetros podem ser os mais ajustados para representar a medida da textura instrumental de um determinado agente gelificante em diferentes faixas de concentração. As Tabelas de 13 a 15 apresentam os resultados obtidos para os testes de penetração para pectina, alginato e gelatina respectivamente, enquanto as Tabelas de 16 a 18 representam os mesmos agentes testados no modo de compressão. Somente as médias globais para cada parâmetro nas diferentes concentrações não foram apresentadas por limitação de espaço. Os valores que originaram essas médias se encontram detalhados nos anexos 1 a 6. Para cada concentração cinco preparações independentes foram efetuadas e pelo menos quatro sub-amostras analisadas. Médias das preparações independentes geraram a média global das tabelas. Essas médias de repetições independentes e o número de concentrações estudadas geraram o N das tabelas. Coeficiente de correlação e valores de p estão também apresentados. Através das médias de repetições independentes foram calculados o desvio e o coeficiente de variação geral.

Através dos resultados apresentados nas Tabelas 13 a 18 observa-se que o parametro Dureza-TPA apresentou os maiores valores do coeficiente de

correlação ($> 0,92$) para todos os agentes gelificantes estudados independente da forma utilizada no teste. Esses resultados estão de acordo com o observado na literatura. GUINARD and MARTY (1995), mostrou em seu trabalho com géis que a medida de firmeza instrumental foi relativamente uniforme para os agentes gelificantes para géis fracos e médios mas não para géis firmes. MUÑOZ et al., (1986), trabalharam com medidas de compressão, corte e perfuração para géis de gelatina observando que a força máxima aumentava com o aumento da concentração da gelatina. Em geral, a maior parte dos experimentos de medida instrumental de textura uniaxial é feita através de compressão de amostra livre, porém os resultados obtidos para a dureza mostraram que os coeficientes de correlação foram maiores quando o teste foi realizado no modo de penetração, embora possa ter havido alguma superposição entre géis de alginato e pectina a concentrações baixas conforme pode ser observado na Figura 13. Esses resultados indicam a possibilidade de uso dos testes de penetração como uma forma mais econômica de tempo e facilidade de preparo na medida da dureza instrumental. Os coeficientes de variação obtidos para Dureza-TPA se encontram em uma faixa de variação pequena quando comparados a valores obtidos para produtos alimentícios. Valores obtidos no modo de penetração foram menores (1,44 - 6,31%) que os observados para compressão (2,49 - 15,99%). Outro aspecto relevante observado, foi com relação a medida da Adesividade-TPA. Embora os coeficientes de variação tenham sido altos mostrando a variabilidade entre as repetições, os valores obtidos para Adesividade-TPA mostraram-se mais consistentes (Tabelas 13 a 18) com o aumento de concentração dos géis para todo os agentes gelificantes estudados quando o modo de penetração foi utilizado. Parece ocorrer nesse modo um maior contacto do “probe” com a amostra em relação ao teste de compressão.

Elasticidade-TPA e Coesividade-TPA foram os parâmetros que apresentaram os piores resultados em relação ao coeficiente de correlação (menores que 0,5 para penetração e compressão, com exceção dos géis de alginato e da elasticidade para gelatina) sugerindo que os mesmos não devam ser empregados na avaliação

da textura instrumental para esses tipos de materiais e concentrações empregadas.

Gomosidade-TPA e Mastigabilidade-TPA apresentaram valores de R superiores para os testes de penetração (0,87-0,97) em relação a compressão (0,65-0,87), entretanto os coeficientes de variação foram excessivamente altos para os testes de compressão (16,29 a 150,12%) quando comparados aos de penetração (2,72 a 24,32%).

Em geral, aumento na concentração do gel diminuiu a dispersão entre as medidas, ou seja melhorou os valores do Coeficiente de Variação (C.V) obtidos, indicando melhor repetitividade entre sub-amostras a medida que a dureza das mesmas aumentou.

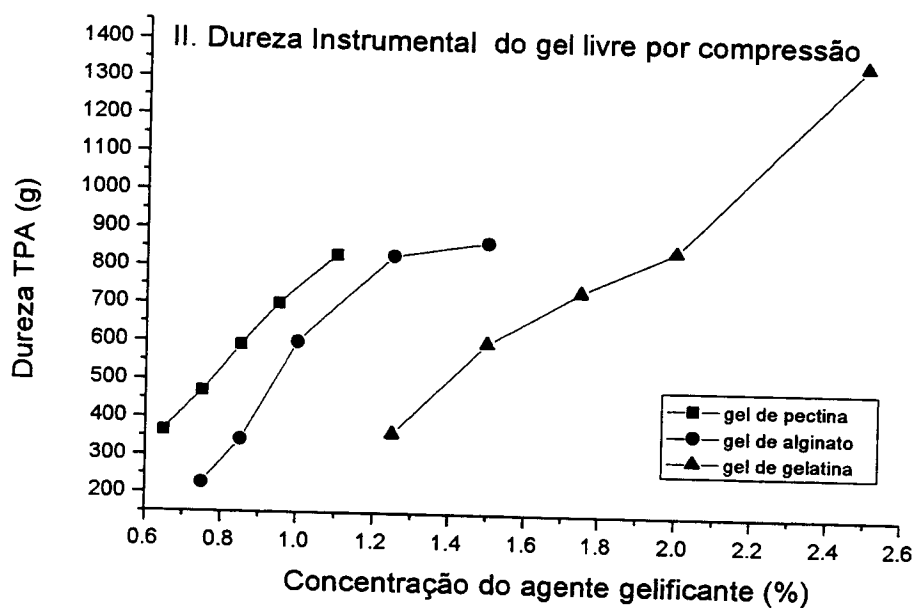
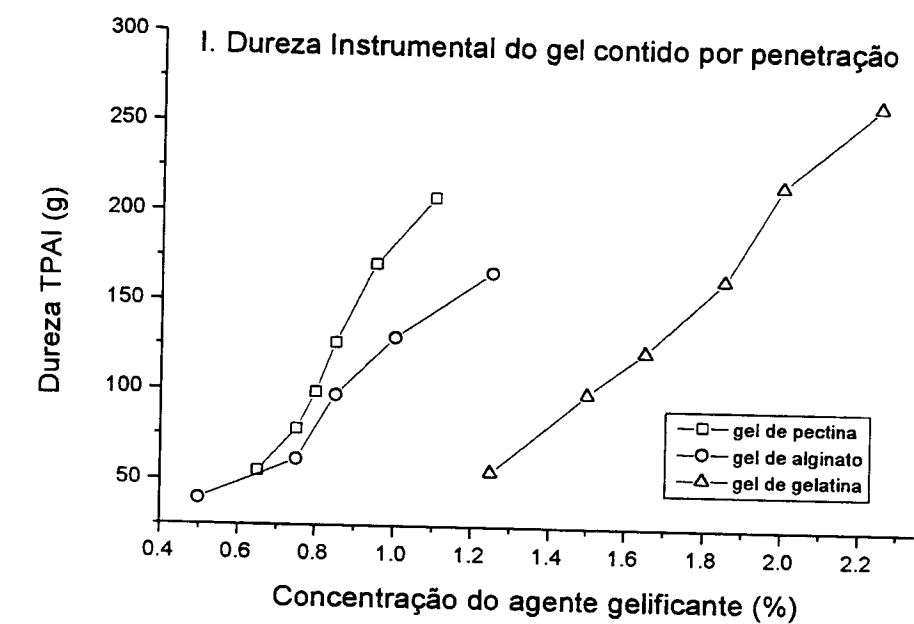


Figura 13. Curvas da dureza instrumental de géis contido por penetração e géis livres por compressão.

Tabela 13: Comparação das Médias ($\bar{X}$) globais dos parâmetros do TPA na avaliação da textura do gel contido (becker) de pectina por penetração.

Concentração (Y) do Gel	Dureza Força (g)	Adesividade Área (g ^s)	Elasticidade Tempo (s)	Coesividade Área ₂ /Área ₁	Gomosidade H°C	Mastigabilidade G*E
0.65%	55.07 C.V=6.27	-13.40 C.V=-61.14	0.90 C.V=1.92	0.34 C.V=9.74	18.83 C.V=11.40	16.94 C.V=10.26
0.75%	78.37 C.V=6.09	-15.27 C.V=-24.75	0.90 C.V=3.35	0.33 C.V=10.47	26.09 C.V=11.53	23.53 C.V=10.87
0.80%	98.67 C.V=3.25	-25.60 C.V=-27.10	0.92 C.V=0.73	0.45 C.V=7.02	43.84 C.V=4.45	40.49 C.V=4.74
0.85%	126.26 C.V=1.84	-31.28 C.V=-43.14	0.88 C.V=5.72	0.42 C.V=7.51	53.20 C.V=7.27	45.45 C.V=12.91
0.95%	170.56 C.V=1.44	-41.31 C.V=-15.41	0.93 C.V=0.89	0.39 C.V=8.87	66.93 C.V=8.84	62.18 C.V=9.46
1.10%	207.65 C.V=4.66	-59.24 C.V=-22.33	0.87 C.V=6.19	0.39 C.V=12.19	82.03 C.V=15.30	72.75 C.V=14.98
N	30	30	30	30	30	30
p	p<0.0001	p<0.0001	0.256	0.113	p<0.0001	p<0.0001
Coef. de Correl.	r=0.986	r=-0.847	r=-0.214	r=0.296	r=0.944	r=0.937

Tabela 14: Comparação das Médias ($\bar{X}$) globais dos parâmetros do TPA na avaliação da textura do gel contido (becker) de alginato por penetração.

Concentração (Y) do Gel	Dureza Força (g)	Adesividade Área (g^s)	Elasticidade Tempo (s)	Coesividade Área ₂ /Área ₁	Gomosidade H°C	Mastigabilidade G*E
0.50%	39.42 C.V=4.17	-6.50 C.V=-5322	0.85 C.V=4.91	0.36 C.V=13.81	14.21 C.V=10.13	12.05 C.V=10.69
0.75%	61.30 C.V=5.24	-12.84 C.V=-9.06	0.88 C.V=2.85	0.33 C.V=5.55	20.22 C.V=3.70	17.98 C.V=5.32
0.85%	96.95 C.V=6.31	-7.76 C.V=-13.16	0.85 C.V=2.30	0.34 C.V=3.52	32.41 C.V=7.67	27.60 C.V=8.58
1.00%	129.17 C.V=5.18	-20.96 C.V=15.80	0.89 C.V=0.63	0.32 C.V=2.72	40.71 C.V=3.44	36.39 C.V=3.81
1.25%	166.23 C.V=2.61	-28.70 C.V=-20.67	0.88 C.V=1.02	0.34 C.V=4.77	55.86 C.V=2.65	49.12 C.V=2.72
N	25	25	25	25	25	25
p	p<0.0001	p<0.0001	0.147	0.137	p<0.0001	p<0.0001
Coef. De Correl.	r=0.977	r=-0.839	r=0.299	r=-0.306	r=0.975	r=0.977

Tabela 15: Comparação das Médias ($\bar{X}$) globais dos parâmetros do TPA na avaliação da textura do gel contido (becker) de gelatina por penetração.

Concentração (Y) do Gel	Dureza Força (g)	Adesividade Área (g ^s)	Elasticidade Tempo (s)	Coesividade Área ₂ /Área ₁	Gomosidade H°C	Mastigabilidade G*E
1.25%	55.18 C.V=3.39	-6.73 C.V=-51.15	0.91 C.V=1.15	0.37 C.V=9.75	20.14 C.V=10.13	18.33 C.V=9.78
1.50%	98.97 C.V=5.47	-9.03 C.V=-21.87	0.92 C.V=0.86	0.39 C.V=16.63	38.68 C.V=20.09	36.02 C.V=20.29
1.65%	124.53 C.V=3.76	-10.24 C.V=-23.14	0.92 C.V=1.39	0.32 C.V=9.70	40.25 C.V=12.52	37.16 C.V=12.00
1.85%	167.42 C.V=2.66	-14.03 C.V=-30.36	0.93 C.V=0.99	0.30 C.V=6.33	49.98 C.V=7.13	46.81 C.V=7.80
2.00%	210.89 C.V=2.46	-20.72 C.V=-12.55	0.93 C.V=0.46	0.28 C.V=7.81	59.41 C.V=5.55	55.52 C.V=5.81
2.25%	267.05 C.V=6.05	-30.43 C.V=-18.57	0.93 C.V=0.97	0.33 C.V=18.61	88.58 C.V=17.97	86.03 C.V=24.32
N	30	30	30	30	30	30
p	p<0.0001	p<0.0001	0.014	0.019	p<0.0001	p<0.0001
Coef. de Correl.	r=0.989	r=-0.864	r=0.446	r=-0.426	r=0.909	r=0.877

Tabela 16: Comparação das Médias ($\bar{X}$) globais dos parâmetros do TPA na avaliação da textura do gel livre de pectina por compressão.

Concentração (Y) do Gel	Dureza Força (g)	Adesividade Área (g ^s)	Elasticidade Tempo (s)	Coesividade Área ₂ /Área ₁	Gomosidade H°C	Mastigabilidade G*E
0.65%	364.15 C.V=5.64	-28.22 C.V=-32.05	0.29 C.V=11.23	0.11 C.V=24.74	41.89 C.V=25.59	12.86 C.V=37.51
0.75%	469.56 C.V=8.22	-37.56 C.V=-36.02	0.40 C.V=26.90	0.11 C.V=33.79	46.12 C.V=23.85	19.28 C.V=31.69
0.85%	591.16 C.V=9.46	-31.43 C.V=-41.73	0.39 C.V=31.11	0.09 C.V=28.79	53.89 C.V=35.73	23.23 C.V=73.00
0.95%	700.99 C.V=10.61	-33.74 C.V=-40.66	0.39 C.V=23.08	0.09 C.V=15.07	64.92 C.V=12.09	26.03 C.V=37.30
1.10%	830.61 C.V=10.18	-33.33 C.V=-49.52	0.45 C.V=16.69	0.10 C.V=9.57	84.86 C.V=12.44	39.96 C.V=29.38
N	25	25	25	25	25	25
p	p<0.0001	0.769	0.037	0.406	p<0.0001	0.00079
Coef. De Correl.	r=0.938	r=-0.062	r=0.420	r=-0.174	r=0.762	r=0.627

Tabela 17: Comparação das Médias ($\bar{X}$) globais dos parâmetros do TPA na avaliação da textura do gel livre de alginato por compressão.

Concentração (Y) do Gel	Dureza Força (g)	Adesividade Área (g ^s)	Elasticidade Tempo (s)	Coesividade Área ₂ /Área ₁	Gomosidade H°C	Mastigabilidade G*E
0.75%	226.16 C.V=2.49	-48.95 C.V=-37.56	0.37 C.V=21.37	0.14 C.V=10.09	31.55 C.V=12.29	11.96 C.V=31.92
0.85%	342.01 C.V=5.17	-55.02 C.V=-14.21	0.45 C.V=10.84	0.15 C.V=4.52	50.87 C.V=7.35	24.28 C.V=16.29
1.00%	600.03 C.V=4.86	-63.38 C.V=-9.15	0.55 C.V=3.13	0.20 C.V=21.16	118.79 C.V=17.66	67.39 C.V=18.13
1.25%	829.47 C.V=5.49	-49.55 C.V=-25.48	0.66 C.V=5.79	0.24 C.V=21.06	198.53 C.V=16.31	132.78 C.V=20.71
1.50%	867.12 C.V=15.99	-46.09 C.V=-31.01	0.65 C.V=8.30	0.26 C.V=19.40	230.21 C.V=34.59	153.81 C.V=41.78
N	25	25	25	25	25	25
p	p<0.0001	0.353	p<0.0001	<p0.0001	p<0.0001	p<0.0001
Coef. de Correl.	r=0.921	r=0.194	r=0.829	r=0.761	r=0.876	r=0.857

Tabela 18: Comparação das Médias ($\bar{X}$) globais dos parâmetros do TPA na avaliação da textura do gel livre de gelatina por compressão.

Concentração (Y) do Gel	Dureza Força (g)	Adesividade Área (g ^s)	Elasticidade Tempo (s)	Coesividade Área ₂ /Área ₁	Gomosidade H*C	Mastigabilidade G*E
1.25%	359.93 C.V=11.83	-14.35 C.V=-52.74	0.33 C.V=61.40	0.08 C.V=90.18	29.11 C.V=94.44	15.19 C.V=150.12
1.50%	599.42 C.V=11.46	-14.88 C.V=-44.45	0.28 C.V=14.46	0.03 C.V=36.80	18.88 C.V=24.11	5.37 C.V=29.40
1.75%	737.61 C.V=9.59	-14.61 C.V=-79.34	0.43 C.V=23.84	0.05 C.V=44.48	40.17 C.V=47.34	19.21 C.V=64.07
2.00%	848.63 C.V=14.25	-12.40 C.V=-64.53	0.45 C.V=19.43	0.05 C.V=29.93	41.89 C.V=24.54	20.31 C.V=35.76
2.50%	1344.03 C.V=5.14	-5.94 C.V=-83.44	0.76 C.V=25.25	0.15 C.V=53.57	200.56 C.V=53.52	172.02 C.V=64.40
N	25	25	25	25	25	25
p	p<0.0001	0.093	p<0.0001	0.030	0.00014	0.00042
Coef. de Correl.	r=0.963	r=0.344	r=0.712	r=0.433	r=0.688	r=0.651

7. 2. 1. Análise de Componente Principal (ACP) da Avaliação Instrumental

Os resultados das análise instrumentais foram avaliados também, através da análise de componente principal (ACP) considerando somente dois eixos ortogonais. A representação gráfica do ACP se encontra na Figura 14 e Figura 15, onde se observa uma porcentagem explicável da variância total de 80% a 85% correspondente a somatória dos dois eixos ortogonais. Nessa análise foi realizada um ACP para penetração instrumental (80%) e um ACP para compressão instrumental (85%) considerando seis parâmetros de textura (Dureza-TPA, Elasticidade-TPA, Adesividade-TPA, Gomosidade-TPA, Coesividade-TPA e Mastigabilidade-TPA).

Na Figura 14 os parâmetros representados por vetores foram Dureza-TPA, Elasticidade-TPA, Adesividade-TPA, Gomosidade-TPA, Coesividade-TPA. Os vetores Dureza-TPA, Mastigabilidade-TPA e Gomosidade-TPA foram vetores longos explicando a maior parte da variabilidade das amostras de géis de pectina, alginato e gelatina. Os parâmetros Elasticidade-TPA e Coesividade-TPA apresentaram-se como vetores curtos, sugerindo que as amostras não diferiram muito com relação a esses dois parâmetros.

Na Figura 14 também foi observado uma separação definida das amostras de gelatina do restante das amostras (alginato e pectina) em concordância com o que já havia sido observado nos ACP's dos resultados sensoriais. As amostras de pectina apresentaram-se mais dispersas que as amostras de alginato.

Também foi observado (Figura 14) que conforme a concentração aumentava as amostras se deslocaram de quadrante, isto é, do primeiro quadrante caracterizado pelo parâmetro Adesividade-TPA para o segundo quadrante identificado pelos

parâmetros Dureza-TPA, Elasticidade-TPA, Gomosidade-TPA, Coesividade-TPA e Mastigabilidade-TPA. Amostras de concentração fraca dos géis foram mais indentificadas pelo parâmetro Adesividade-TPA.

No primeiro quadrante (Figura 14) foi observado que as amostras de géis estavam muito próximas entre si, significando similaridade das mesma com relação ao parâmetro Adesividade-TPA, e no segundo quadrante pode se observar que algumas amostras se encontravam mais distantes umas das outras, sugerindo que elas apresentavam maior dissimilaridade entre si. Os vetores próximos uns dos outros indicam que possivelmente existe uma correlação positiva entre si ($P < 0.05$). Portanto os parâmetros Dureza-TPA, Gomosidade-TPA e Mastigabilidade-TPA apresentaram maior possibilidade de uma correlação positiva significativa entre estes parâmetros.

Na Figura 15 os parâmetros representados por vetores foram Dureza-TPA, Elasticidade-TPA, Adesividade-TPA, Gomosidade-TPA, Coesividade-TPA e Mastigabilidade-TPA. Pode-se observar que a maioria dos parâmetros apresentaram vetores longos sugerindo que os mesmos explicaram a maior parte da indentidade da textura das amostras. A maiorias das amostras estiveram próximas entre si, significando que elas foram bastante similares com relação aos parâmetros que as identificaram (Dureza-TPA, Adesividade-TPA, Coesividade-TPA, Elasticidade-TPA).

Foi também observado no ACP representando a textura instrumental no modo de penetração (Figura 15) uma separação definida das amostras de gelatina em relação as de pectina e alginato. As amostras de alginato apresentaram-se muito mais dispersas do que as de pectina. Conforme a concentração dos géis aumentava as amostras se deslocaram de uma forma crescente passando do primeiro quadrante para o segundo, isto é, do parâmetro Adesividade-TPA para os parâmetros Dureza-TPA, Gomosidade-TPA, Mastigabilidade-TPA, Elasticidade-

TPA e Coesividade-TPA. As amostras de géis de concentração fraca foram indentificadas mais pelo parâmetro Adesividade-TPA.

Os parâmetro Dureza-TPA, Coesividade-TPA, Elasticidade-TPA, Mastigabilidade-TPA e Gomosidade-TPA apresentaram-se próximos uns dos outros, indicando a possibilidade de correlação positiva significativa ($P < 0.05$) entre si.

A comparação dos dois ACP"s para os modo de penetração e compressão para concentrações crescentes dos diversos agentes estudados indicou como parâmetros de identificação comuns a Dureza-TPA, Coesividade-TPA e a Elasticidade-TPA.

Fig. 14: Análise de Componente Principal (ACP) dos géis contidos (becker) na avaliação dos parâmetros instrumentais nos testes de penetração

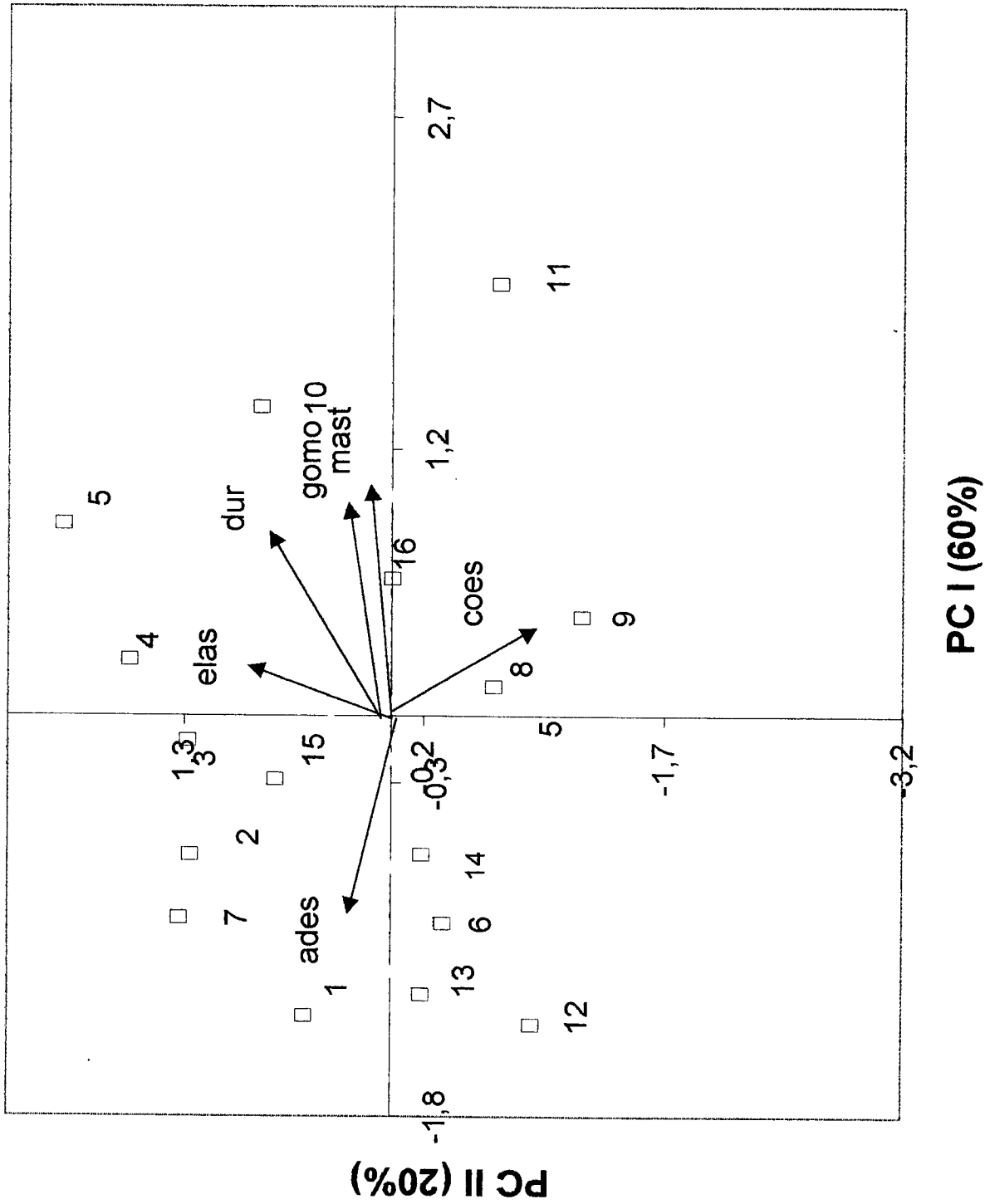
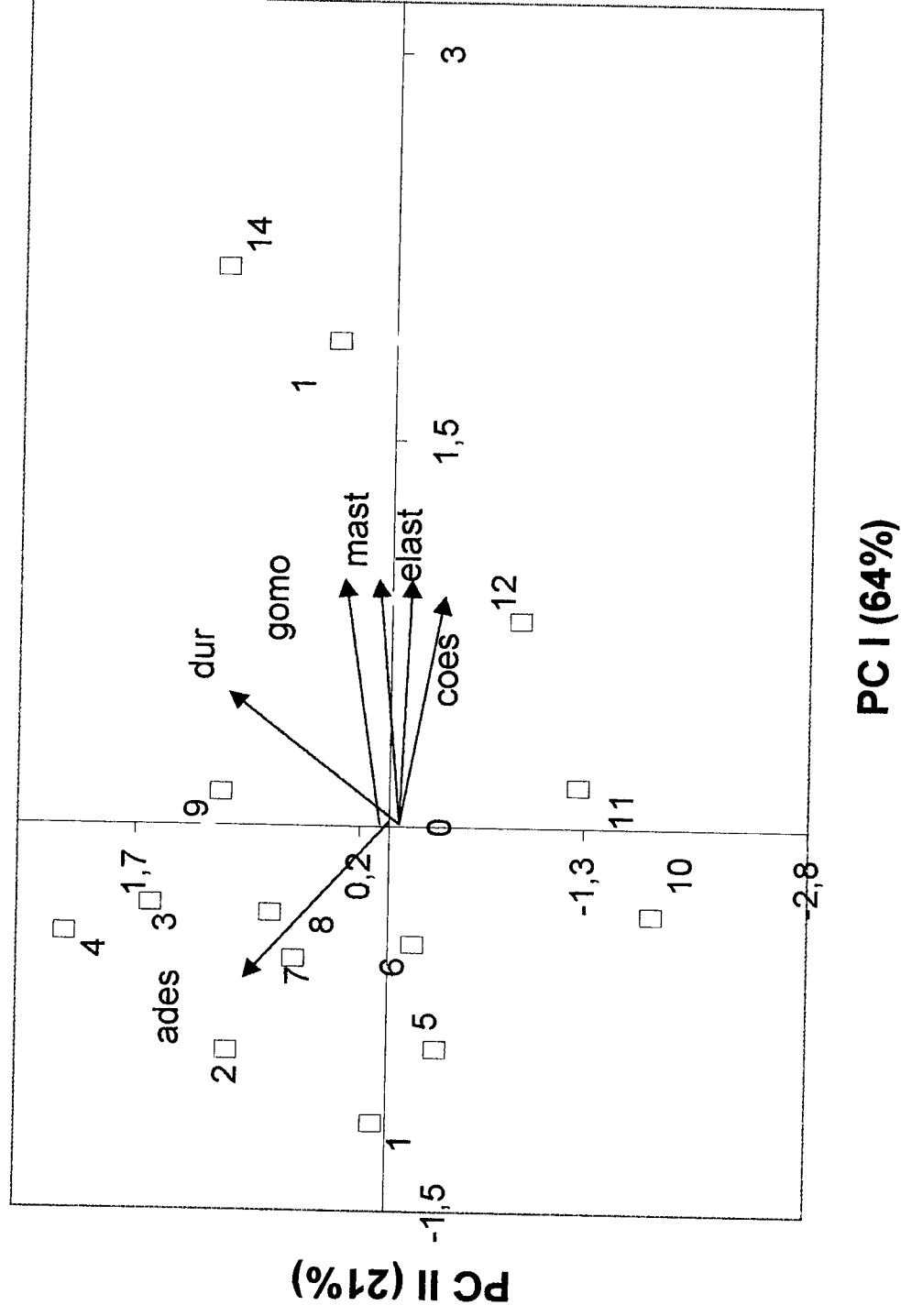


Fig. 15: Análise de Componente Principal (ACP) dos géis livres na avaliação dos parâmetros instrumentais nos testes de compressão



7. 3. Correlação entre avaliação instrumental e sensorial da textura

Para a correlação entre avaliação instrumental e sensorial foram selecionados os resultados da Dureza obtidos instrumentalmente através do TPA (Tabelas 19 e 20), para gel contido e gel livre respectivamente contendo valores médios, e Anexos 7 e 8 contendo todos os valores que geraram as médias, e os da firmeza sensorial (Tabelas 7 a 12), conforme definida pelos provadores como o termo mais adequado equivalente a Dureza-TPA instrumental. A firmeza sensorial foi obtida através de quatro avaliações diferentes: firmeza obtida através do corte com colher (Cfi), firmeza obtida através da compressão (Cofi), firmeza obtida na percepção oral através da compressão língua-palato (T1Fi) e a firmeza oral obtida pós-mastigação (T2Fi). Os resultados individuais sensoriais utilizados para a correlação da Firmeza sensorial X Dureza-TPA instrumental foram apresentados nos Anexos 9 e 10.

A correlação foi feita entre os valores da Dureza-TPA instrumental X valores de Firmeza sensorial obtidos para cada uma das formas de avaliação sensorial. A Tabela 21 contém os resultados obtidos para o teste de penetração com gel contido e a Tabela 22 contém os resultados dos géis livres, avaliados por compressão.

Os valores de R^2 obtidos tanto para géis contidos quanto para os livres foram altos (0,80 - 0,97) e indicaram alta correlação entre as análises instrumental e sensorial. A análise desses valores (R^2) indicou que qualquer das formas de avaliação, gel livre utilizando compressão ou gel contido utilizando penetração poderia ser utilizada. Do ponto de vista operacional, a preparação dos géis contidos é mais rápida e requer menos cuidados até a elaboração do teste instrumental. Segundo MUÑOZ et al., (1996), coeficiente de correlação iguais ou maiores que 0.8 indicam a existência de uma relação linear entre variáveis sensoriais e instrumentais,

enquanto que coeficiente menores que 0.6 indicam baixa relação entre as variáveis. A análise do coeficiente de determinação (R^2) indica a percentagem da variação explicada pela relação entre essas variáveis. Vários trabalhos anteriores obtiveram resultados indicando boa correlação entre Dureza instrumental sensorial para géis. Assim, PANGBORN et al., (1965) encontrou uma alta correlação ($R=0.83$) entre força sensorial de corte utilizando dentes e a força de corte medida instrumentalmente. HAMANN & WEBB (1979) mostraram que a firmeza, coesividade e elasticidade medidas sensorialmente para gel de peixes estavam relacionadas a força máxima instrumental/ IUTM com valores de $R^2>0,80$. MONTEJANO et al., (1985) observou uma correlação significativa ($R=0.74$, $P<0.001$) entre Dureza instrumental e Firmeza sensorial. MEULLENET et al.,(1998) mostrou que a Dureza sensorial foi altamente correlacionada com Dureza instrumental ($R=0.77$, $P<0.001$). MUNÓZ et al., (1986b) observaram uma elevada correlação ($R=0.89$, $P<0.0001$) entre firmeza sensorial e instrumental para géis de força de gelatina, alginato e carragena. NORONHA (1996) utilizou regressão múltipla para os atributos sensoriais de textura obtendo coeficientes bastante elevados na correlação com a Dureza instrumental ($0,85< R^2< 0,98$). MEULLENET (1998) encontrou melhores correlações quando os resultados sensoriais foram avaliados logaritmicamente em relação a utilização de modo linear, embora o autor tenha incluído diversos produtos alimentícios de características de textura variadas. Os resultados aqui obtidos não evidenciaram diferenças marcantes nos valores de R^2 quando os dados foram convertidos aos seus valores logarítmicos e a correlação foi refeita. Somente para os géis de gelatina maiores valores de R^2 para escala logarítmica foram obtidos (Tabelas 21 e 22). Géis de pectina e alginato apresentaram maiores valores de R^2 em geral, quando a correlação foi feita com valores sensoriais lineares.

Foram utilizadas quatro diferentes formas de avaliação sensorial conforme descrito anteriormente (Cfi, Cofi, T1fi e T2fi). Novamente os valores de R obtidos independente do método considerado, foram bons, sem indicação de que uma técnica sensorial pudesse melhor avaliar a dureza. A avaliação desses resultados

indicou por outro lado que a avaliação instrumental parece reproduzir adequadamente as diversas formas de avaliação sensorial na medida da dureza, nas faixas de concentração estudadas.

Tabela 19: Médias($\bar{X}$) globais do parâmetro de dureza instrumental do TPA na avaliação da textura na penetração do gel contido (becker) utilizados para a avaliação sensorial.

Concentração do Gel	Dureza Pectina Força (g)	Dureza Alginato Força (g)	Dureza Gelatina Força (g)
0,65%	57.36 C.V=7.14		
0,75%		55,36 C.V=8.06	-
0,85%	124.70 C.V=5.43		-
0,95%	172.64 C.V=7.43		-
1,00%	-	123.19 C.V=4.05	-
1,25%	-	172,41 C.V=8.47	56,44 C.V=13.22
1,65%	-	-	127,42 C.V=2,97
1,85%	-	-	168.81 C.V=7.56
N	12	12	12
p	p<0.0001	p<0.0001	p<0.0001
Coef. Correl.	r= 0.981	r= 0.981	r= 0.982

Tabela 20: Médias($\bar{X}$) globais do parâmetro de dureza instrumental do TPA na avaliação da textura na compressão do gel livre utilizados para a avaliação sensorial.

Concentração do Gel	Dureza Pectina Força (g)	Dureza Alginato Força (g)	Dureza Gelatina Força (g)
0,65%	325.32 C.V=4.62	-	-
0,85%	588.34 C.V=8.56	339.10 C.V=7.40	-
0,95%	692,64 C.V=3.12	-	-
1,00%	-	578.58 C.V=3.22	-
1,15%	-	732.11 C.V=3.25	-
1,25%	-	-	356.00 C.V=14.78
1,54%	-	-	617.77 C.V=4.31
1,68%	-	-	704.95 C.V=4.19
N	12	12	12
p	p<0.0001 r= 0.976	p<0.0001 r= 0.983	p<0.0001 r= 0.972
Coef. Correl.			

Tabela 21: Correlação entre avaliação instrumental (Dureza- TPA) feita por penetração em gel contido e sensorial (firmeza) para gel contido. Valores de coeficiente de determinação (R^2) para correlação sensorial linear X avaliação instrumental e para o log. da avaliação sensorial X avaliação instrumental. (N=12) e ($p<0,0001$).

Tipo de Agente	Método Sensorial⁽¹⁾	R^2 (Sens. linear)	R^2 (log. Sens.)
PECTINA	CFI	0.948	0.919
	COFI	0.966	0.919
	T1FI	0.966	0.914
	T2FI	0.958	0.896
ALGINATO	CFI	0.989	0.863
	COFI	0.908	0.870
	T1FI	0.891	0.848
	T2FI	0.897	0.844
GELATINA	CFI	0.801	0.895
	COFI	0.848	0.923
	T1FI	0.908	0.943
	T2FI	0.937	0.914

(1)

CFI - Compressão com colher
COFI - Corte com colher
T1FI - Compressão língua-palato
T2F - Pós-mastigação

Tabela 22: Correlação entre avaliação instrumental (Dureza- TPA) feita por compressão do gel cilíndrico livre e sensorial (Firmeza) para gel cilíndrico livre. Coeficiente de Determinação (R^2) para correlação sensorial linear X avaliação instrumental e para log (avaliação sensorial) X avaliação instrumental. (N=12) e ($P<0,0001$).

Tipo de Agente	Método Sensorial⁽¹⁾	R^2 (Sens. linear)	R^2 (log. Sens.)
PECTINA	CFI	0.945	0.951
	COFI	0.946	0.949
	T1FI	0.946	0.943
	T2FI	0.943	0.929
ALGINATO	CFI	0.954	0.916
	COFI	0.958	0.919
	T1FI	0.951	0.906
	T2FI	0.952	0.908
GELATINA	CFI	0.879	0.929
	COFI	0.863	0.876
	T1FI	0.859	0.927
	T2FI	0.874	0.910

(1)

CFI - Compressão com colher
 COFI - Corte com colher
 T1FI - Compressão língua-palato
 T2FI - Pós-mastigação

CONCLUSÕES

A utilização de testes de penetração para avaliar a dureza-TPA instrumental de géis mostrou-se adequada em relação aos testes de compressão, usualmente utilizados. A variabilidade da medida feita no modo de penetração, avaliada pelo coeficiente de variação (CV), foi menor (1,44 – 6,31%) que a obtida no modo de compressão (2,49 – 15,99%). A possibilidade de utilização no modo de penetração para avaliação da dureza-TPA instrumental representa uma significativa economia de tempo e maior facilidade de manuseio.

Entre os parâmetros fornecidos pelo TPA instrumental, dureza-TPA apresentou valores mais altos na correlação entre concentração e dureza para todos os géis estudados, independente se o modo de avaliação foi feito através de compressão ($0,84 < R^2 < 0,92$) ou utilizando o modo de penetração ($0,94 < R^2 < 0,96$).

A avaliação sensorial da textura dos géis utilizando Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) e a Análise dos Componentes Principais (ACP) indicou que entre as diferentes formas de avaliação sensorial utilizadas, a avaliação oral foi mais discriminante na separação de diferentes concentrações e diferentes agentes gelificantes em relação ao corte ou compressão com a colher, independente se as amostras foram apresentadas livres ou contidas.

A correlação linear da dureza-TPA instrumental/ firmeza sensorial resultou em valores de R^2 altos ($0,80 < R^2 < 0,97$), independente do agente gelificante possibilitando assim a utilização da avaliação instrumental em lugar da sensorial com um bom nível de confiabilidade e economia de tempo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANGALET, S. A. Evaluation of the Voland-Stevens LFRA texture analyser for measuring the strength of pectin sugar jellies. **Journal of Texture Studies**, Connecticut, v.17, p. 87-96, 1986.
2. ASPINALL, G. O. Glucuronans. In: ASPINALL, G. O. **Polysaccharides**. Elmsford: Pergamon, 1970. Cap.9. p.116-129.
3. AXELOS, M. A. V.; THIBAUT, J. F. The chemistry of low methoxyl pectin. In: WALTER, R. H. (Ed.) **The chemistry and technology of pectin**. New York: Academic Press, 1991. p.109-118.
4. BEMILLER, J. N.; WHISTHER, R. L. Carbohydrates. In: FENNEMA, O. R. **Food Chemistry**. 3. ed. New York: Marcel Dekker, Inc. 1996. Cap. 4, p.178-185.
5. BERRY, B. W.; BLUMER, T. N. Sensory, physical, and cooking characteristics of bacon processed with varying levels of sodium nitrite and potassium sorbate. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 46, p. 321-327, 1981.
6. BOBBIO, P. A.; BOBBIO, F. **A química de alimentos**. 2. ed., São Paulo: Ed. Varela, 1992. p.66-78.
7. BOURNE, M. C. Texture profile of ripening pears. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 33, p. 223-226, 1968.
8. BOURNE, M. C.; KENNY, J. F.; BARNARD, J. Computer-assisted readout of data from texture profile analysis curves. **Journal of Texture Studies**, Connecticut, v. 9, p. 481-494, 1978.

9. BOURNE, M. C. **Food texture and viscosity: concept and measurement.**
New York: Academic Press Inc. 1982. 325p.
10. BRANDT, M. A.; SKINNER, E. Z.; COLEMAN, J. A. Texture profile method.
Journal of Food Science, Chicago, v. 28, p. 404-409, 1963.
11. BREENE, W. M. Application of texture profile analysis to instrumental food
texture evaluation. **Journal of Texture Studies**, Connecticut, v. 6, p. 53-82,
1975.
12. BRENNAN, J. G. Texture perception and measurement. In: PIGGOTT, J. R.
(Ed.). **Sensory analysis of Foods**. London: Elsevier Applied Sci. Publ.,
1984. p. 59-91.
13. CAIRNCROSS, S. E.; SJOSTROM, L. B. Flavor profile: a new approach to
flavor problems. **Food Technology**, Chicago, v. 4, p. 308-311, 1950.
14. CARDELLO, A. V.; MALLER, O. Sensory texture analysis. An integrated
approach to food engineering. In: . MOSKOWITZ, H. R. MOSKOWITZ /
JACOBS, (Ed.) **Food Texture : instrumental and sensory measurement.**
USA: Valhalla, 1987.
15. CIVILLE, G. V.; LAWLESS, H. T. The importance of language in describing
perceptions. **Journal of Sensory Studies**, Trumbull, v. 1, p. 203-215, 1986.
16. CIVILLE, G. V.; LISKA, I. H. Modifications and applications to foods of the
General Foods sensory texture profile technique. **Journal of Texture
Studies**, Connecticut, v.6, p. 19-31, 1975.

17. CIVILLE, G. V.; SZCZESNIAK, A. S. Guidelines to training a texture profile panel. **Journal of Texture Studies**, Connecticut, v. 4, p. 204-223, 1973.
18. COCHRAN, W. G.; COX, G. M. **Experimental designs**. 2. Ed. New York: John Wiley, 1957. 685p.
19. COTRELL, I. W.; KOVACS, P. Xanthan gum In: DAVIDSON, R. (Ed.) **Handbook of water-soluble gums and resins**. New York: McGraw Hill, 1980. p. 24.
18. CRANDALL, P. G.; WICKER, L. Pectin internal gel strength: theory, measurement and methodology, In: FISHMAN, M. L.; JEN, J. J. (Ed). **Chemistry and Functions of Pectin.**, Washington, D. C.: American Chemical Society, 1986, p.88.
19. CRUZ, C. H. G. **Contribuição do estudo do efeito de hidrocolóides em sistemas carne-água**. Campinas, 1989. p. 107. Tese (Doutorado)- FEA-UNICAMP.
20. DAGET, N.; COLLYER, S. Comparison between quantitative descriptive analysis and physical measurements of gel systems and evaluation of the sensorial method. **Journal of Texture Studies**, Connecticut, v. 15, p. 227-245, 1984.
21. DAMÁSIO, M. H. **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**. Campinas, 1990. p. 263. Tese (Doutorado)- FEA- UNICAMP.

22. DAMÁSIO, M. H.; FISZMAN, S. M.; COSTELL, E.; DURÁN, L. 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**, Oxford, v. 3, p. 457-464, 1990b.
23. DAMÁSIO, M. H.; COSTELL, E. 1991. Análisis sensorial descriptivo: Generación de descriptores Y selección de catadores. **Revista Agroquímica Tecnología Alimentos**, Valencia, v. 31, p. 165-178, 1991.
24. DAMÁSIO, M. H.; COSTELL, E.; IZQUIERDO, L.; DURÁN, L. Correlating instrumental measurement and non-oral sensory evaluation of texture mixed gels. In: PHILLIPS, G. O.; WEDLOCK, D. G.; WILLIAMS, P. A. (Ed.). **Gums and stabilizers for the food industry**. Oxford: IRL Press at Oxford University Press, 1992. p.109-112.
25. DAMÁSIO, M. H.; VIOTTO, W. H.; CHAVES, A. C. S. D.; CORREIA NETO, R. S.; PENTEADO, M. M. C. Correlação entre medidas instrumentais e atributos sensoriais na avaliação de textura de Mussarela. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS 15: 1996, Poços de Caldas. **Anais**. Poços de Caldas: SBCTA, 1996. Seção 87, n.383.
26. DAMÁSIO, M. H.; COSTELL, E.; DURÁN, L. Sensory quality of low-sugar orange gels with gellan xanthan and locust bean gums. **Z. Lebensm. Unters. Forsch. A**, Berlin, v. 204, p. 183-188, 1997.
27. de MAN, J. M., KAMEL, B. S. Evaluation of gelatin gel texture by penetration tests. **Lebensm. Wiss. U Technol.**, London, v. 8, p. 123-127, 1975.

28. DJABOUROV, . A review on gelatin gelation: recente experiments and modern concepts. **Photog. Gelatin Proc.** 5th IAG Conf. (56 TEAA), v. 1, p. 133-146, 1988.
29. DZIEZAK, J. D. A focus on gums. **Food Technology**, Chicago, v. 45, p. 115-132, 1991.
30. FISZMAN, S. M.; COSTELL, E. ; DURÁN, L. Efecto de la concentración y de la adición de iota-carragenato y de goma de garrofin en la resistencia a la compresión de géles de Kappa-carragenato. **Revista Agroquímica Tecnología Alimentos**, Valencia, v. 25, p. 591-598, 1985.
31. FISZMAN, S. M.; BAIDÓN, S.; COSTELL, E. ; DURÁN, L. Propiedades funcionales de la goma de garrofin. Influencia en la resistencia a la compresión de geles de agar y de Kappa-carragenato. **Revista Agroquímica Tecnología Alimentos**, Valencia, v. 27, p. 519-529, 1987.
32. FRIEDMAN, H. H.; WHITNEY, J. E.; SZCZESNIAK, A. S. The texturometer – a New instrument for objective texture measurement. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 28, p. 390-396, 1963.
33. GARNIER, G.; AXELOS, M. A. V.; THIBAUT, J. –F. Dynamic viscoelasticity and thermal behaviou of pectin-calcium gels. **Food Hydrocolloids**, Oxford, v.5, p. 105-108, 1991.
34. GERDES, D. L.;BURNS, E. E.; HARROW, L. S. Some effects of gelling agents and sweeteners on high and low sugar content carbohydrate gels. **Lebens. Wiss. U Technol.**, London, v. 20, p. 282-286, 1987.

35. GENNADIOS, A.; MCHUGH, T. H.; WELLER, C. L.; KROCHTA, J. M. Edible coating and films based on proteins. In: KROCHTA, J. M.; BALDWIN, E. A.; NISPEROS-CARRIEDO, M. O. (Ed.). **Edible coatings and films to improve food quality**. Lancaster: Technomic, 1994. Cap. 9, p. 201-277.
36. GIDLEY, M. J.; MORRIS, E. R.; MURRAY, E. J.; POWELL, D. A.; REES, D. A. Spectroscopic and stoichiometric characterization of the calcium mediated association of pectate chains in gels and in the solid state. **Journal Chemical Society: Chemical Communication**, London, v. (22), p. 990-992, 1979.
37. GIDLEY, M. J.; MORRIS, E. R.; MURRAY, E. J.; POWELL, D. A.; REES, D. A. Characterization of pectin gelation under conditions of low water activity by circular dichroism, comparative inhibition and mechanical properties. **Int. Journal Biol. Macromol.**, Guildford, v. 2, p. 327, 1980.
39. GLICKSMAN, M. Seaweed extracts. In: GLICKSMAN, M. **Gum technology in the food industry**. New York: Academic Press, 1969. Cap. 8. p.199-273.
40. GLICKSMAN, M. Gelling hydrocolloids in product applications. In: BLANSHARD, J. M. V.; MITCHEL, J. R. (Ed.). **Polysaccharides in foods**. London: Butter Words: 1979. 185p.
41. GLICKSMAN, M. Utilização de hidrocolóides marinhos na indústria de alimentos. **Alimentos & Tecnologia**, São Paulo, v. 6, p. 43-46, 1986b.
42. GRANT, G. T.; MORRIS, E. R.; REES, D. A.; SMITH, P. Y.; THOM, D. **Biological interactions between polysaccharides and divalent cations**. Egg-box model. **FEBS Lett.**, Amsterdam, v. 32, p.195-206, 1973.

43. GREENHOFF, K.; MacFIE, H. J. H. Preference mapping in practice. In: MacFIE, H. J. H., THOMSON, D. M. H. (Ed). **Measurement of food preferences**. Blackie Academic and Professional, 1994. Cap. 6, p.137-165.
44. GUINARD, J. -X.; MARTY, C. Time- intensity measurement of flavor release from a model gel system: effect of gelling agent type and concentration. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 60, p. 727-730, 1995.
45. HAMANN, D. D.; WEBB, N. B. Sensory and instrumental evaluation of material properties of fish gels. **Journal of Texture Studies**, Connecticut, v. 10, p. 117-130, 1979.
46. HENRY, W. F.; KATZ, M. H.; PILGRIM, F. J.; MAY, A. T. Texture of semi-solids foods: Sensory and physical correlates. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 36, p. 155-161, 1971.
47. IGOE, R. S. Hydrocolloids interactions useful in food systems. **Food Technology**, Chicago, v. 36, p. 72-74, 1982.
48. JOHNSTON-BANKS, F. A. Gelatin. In: HARRIS, P. **Food gels**. Elsevier Applied Science, 1990. Cap. 7, p. 233-289.
49. JORDAN, R. C.; BRANT, D. A. Investigation of pectin and pectic substances in dilute aqueous solutions. **Biopolymers**, New York, v. 17, p. 2885, 1978.
50. KOHN, R. Ion binding on polyuronates-alginate and pectin. **Pure Appl. Chemistry**, Oxford, v. 42, p. 371-397, 1975.
51. KOHN, R.; STICZAY, T. Circular dichroism and the cation binding to polyuronates. **Coll. Czech. Chem. Commun.**, Praga, v. 42, p. 2372-2378, 1977.

52. KRAMER, A. Food texture- definition, measurement and relation to other food Quality attributes. In: KRAMER, A.; SZCZESNIAK, A. S. (Ed.) **Texture measurements of foods**. Amsterdam: D. Reidel, 1973. Chap.1. p.1-9.
53. LEDWARD, D. A. Functional properties of gelatin. In: PHILLIPS, G. O.; WESLOCK, D. J.; WILLIAMS, P. A. (Ed.). **Gums and stabilisers for the food industry**. Oxford: IRL Press at Oxford University Press, 1990. p. 145-156.
54. LEVITT, D. J. The use of sensory and instrumental assessment of organoleptic characteristics via multivariate statistical methods. **Journal of Texture Studies**, Connecticut, v. 5, p. 183-200, 1974.
55. LIDSTER, P. D.; TUNG, M. A.; GARLAND, M. R.; PORRITTI, S. W. Texture modifications of processed apple slices by a postharvest heat treatment. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 44, p. 998-1000, 1007, 1979.
56. LOPES, R. L. T. **Utilização de tarsos de aves para elaboração de gelatina comestíveis**. Campinas, 1976, p.64. Dissertação (mestrado)- FEA-UNICAMP.
57. LUNDGREN, B.; PANGBORN, R. M.; DAGET, N.; YOSHIDA, M.; LAING, D. G.; MC BRIDE, R. L.; GRIFFITHS, N.; HYVONEN, L.; SAUVAGEOT, F.; PAULUS, K.; BARYRO-RIKIELNA, N. Na Interlaboratory Study of Firmness, aroma and taste of pectin gels. **Lebensm. Wiss. y Technol.**, London, v. 19, p. 87-88, 1986.
58. MAY, C. D. Industrial pectins: sources, production and applications. **Carbohydrate Polymers**, Essex, v. 12, p. 79, 1990.

59. MAY, C. D. Pectins. In: IMESON, A. **Thickening and gelling agents for food**. 2. ed. London: Blackie Academic & Professional. 1997. Chap. 11, p. 230-260.
60. MEILGAARD, M.; CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. **Sensory evaluation techniques**. Boca Raton: CRC Press, 1987. 342p.
61. MEULLENET, J. F. C.; CARPENTER, J. A.; LYON, B. G.; LYON, C. E. Bi-cyclical instrument for assessing texture profile parameters and its relationship to sensory evaluation of texture. **Journal of Texture Studies**, Connecticut, v. 28, p. 101-118, 1997.
62. MEULLENET, J. F. C.; LYON, B. G.; CARPENTER, J. A.; LYON, C. E. Relationship between sensory and instrumental texture profile attributes. **Journal Sensory Studies**, Trumbull, v. 13, p. 77-93, 1998.
63. MONTEJANO, J. G.; HAMANN, D. D.; LANIER, T. C. Comparison of two instrumental methods with sensory texture of protein gels. **Journal of Texture Studies**, Connecticut, v. 16, p. 403-424, 1985.
64. MORRIS, E. R.; REES, D. A.; THOM, D. Characterization of polysaccharide structure and interactions by circular dichroism: order- disorder transition in the calcium alginate sytem. **Journal Chem. Soc. Chem. Commun**, Cambridge, p. 245-246, 1973.
65. MORRIS, V. J. Gelation of Polysaccharides. In: MITCHELL, J. R.; LEDWARD, D. A. **Functional properties of food macromolecules**. London: Elsevier Applied Science, 1986. Chap. 3. p. 121-127.

66. MOSKOWITZ, H. R. **Product testing and sensory evaluation of foods-marketing and R & D approaches**. New York: Food & Nutrition Press, 1983. 586p.
67. MUÑOZ, A. M.; PANGBORN, R. M.; NOBLE, A. C. Sensory and mechanical attributes of gel texture. I. Effect of gelatin concentration. **Journal of Texture Studies**, Connecticut, v. 17, p. 1-16, 1986a.
68. MUÑOZ, A. M.; PANGBORN, R. M.; NOBLE, A. C. Sensory and mechanical attributes of gel texture. II. Gelatin, Sodium alginate and Kappa-carrageenan Gels. **Journal of Texture Studies**, Connecticut, v. 17, p. 17-36, 1986b.
69. MUÑOZ, A.; CHAMBERS IV, E.; HUMMER, S. A Multifaceted category study: how to understand a product category and its consumer responses. **Journal of Sensory Studies**, Trumbull, v.11, p. 261-294, 1996.
70. NORONHA, R. L. F. **Análise sensorial da textura e medidas do comportamento mecânico de géis lácteos mistos de Kappa-carragena e goma locusta**. Campinas, 1996, p. 92. Dissertação (mestrado)- FEA-UNICAMP.
71. OAKENFUL, D. G. Food gels. **CSIRO Food Research Quarterly**, Melbourne, v. 44, p. 49-55, 1984.
72. OAKENFULL, D.; SCOTT, A. Hydrophobic interaction in the gelation of high methoxyl pectins. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 49, p. 1093-1098, 1984.

73. OAKENFUL, D. Gelling agents. **CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Boca Raton, v. 26, p. 1-25, 1987.
74. OAKENFULL, D. G. The chemistry of high methoxyl pectins, In: WALTER, R. H. (Ed.). **The Chemistry and technology of pectin**. New York: Academic Press. 1991. p.87-108.
76. ONSØYEN, S. Alginates. In: IMESON, A. **Thickening and gelling agents for food**. 2. ed. London: Blackie Academic & Professional. 1997, Chap. 2, p. 22-44.
77. OZAWA, K.; NIKI, R.; ARIMA, S. Effects of coexistence of casein on gelation of K-carrageenan. **Agric. Biol. Chem.** Berlin, v. 49, p. 3123-3129, 1985.
78. PANGBORN, R. M.; SHARRAH, N.; LEWIS, H.; BRANT, A. W. Sensory and mechanical measurements of turkey tenderness. **Food Technology**, Chicago, v. 19, p. 1269-1272, 1965.
79. PAPAGEORGIOU, M.; KASAPIS*, S.; GOTHARD, M. G. Structural and textural properties of calcium induced, hot-made alginate gels. **Carbohydrate Polymers**, London, v. 24, p. 199-207, 1994.
80. PERCIVAL, E.; McDOWELL, R. H. **Chemistry and enzymology of marine algal polysaccharides**. London: Academic Press. 1967.
81. POPPE, J. Gelatin. In: IMESON, A. **Thickening and gelling agents for food**. 2. ed. London: Blackie Academic & Professional. 1997, Chap. 7, p. 144-167.

82. RAO, M. A.; COOLEY, H. J.; WALTER, R. H.; DOWNING, D. L. Evaluation of texture of pectin jellies with the Volland- Stevens texture analyser. **Journal of Texture Studies**, Connecticut, v. 20, p. 87-95, 1989.
83. REES, D.A. Struture, conformation and mecanism in the formation of polysaccharide gels and networks. **Adv. Carbohyd. Chem. Biochem.**, v. 24, p. 267-332, 1969.
84. REES, D. A. & WIGHT, A. W. Polysaccharide conformation. VII. model building computations for galacturonan and the kinking function of L-ramnose residues in pectic substances. **Journal Chemistry Society**, London, v. 7, p. 1366-1372, 1971.
85. REES, D. A. Shapely polysaccharides. **Journal of Biochem**, Tokyo, v. 126, p. 257-273, 1972.
86. REES, D. A. Polysaccharide conformation in solutions and gels- recent results on pectins. **Carbohydrate Polymers**, Essex, v. 2, p. 254-263, 1982.
87. ROSE, P. I. Gelatin. In: **Encyclopedia of Polymer Science and Engineering**, 2. ed. London, 1987. p. 488-513.
88. SCOTT BLAIR, G. W. Rheology in food research. **Advances in Food Research.**, New York, v. 8, p. 1-56, 1958.
89. SIME, W. J. The pratical utilization of alginates in food gelling systems. In: PHILLIPS, G. O.; WEDLOCK, D. J.; WILLIAMS, P. A. **Gums and stabilisers for the food industry 2- aplication of hydrocolloids**. London: Pergamon Press. 1983. p.177-188.

90. SIMPSON, B. K.; EGAYANKOR, K. B.; MARTIN, A. M. Extraction, purification and determination of pectin in tropical fruits. **Journal Food Process Preserv.**, Trumbull, v. 2, p. 63, 1984.
91. SMIDSRØD, O. Molecular basis for some physical properties of alginates in the gel state. **Faraday Disc. Soc.**, London, v. 57, p. 263-274, 1972.
92. STONE, H. S.; SIDEL, J. L.; OLIVER, S.; WOOSLEY, A.; SINGLETON, R. C. Sensory evaluation by quantitative descriptive analysis. **Food Technology**, Chicago, v. 28, p. 24-34, 1974.
93. STONE, H. S.; SIDEL, J. L. **Sensory evaluation practices**. Orlando: Academic Press. 1985. 311p.
94. STONE, H. S.; SIDEL, J. L. **Sensory evaluation practices**. 2. ed. San Diego: Academic Press. 1993. 336p.
95. SZCZESNIAK, A. S. Classification of texture characteristics. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 28, p. 385-389, 1963.
96. SZCZESNIAK, A. S.; BRANDT, M. A.; FRIEDMAN, H. H. Development of standard rating scales for mechanical parameters of texture and correlation between the objective and sensory methods of texture evaluation. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 28, p. 397-403, 1963a.
97. SZCZESNIAK, A. S.; SLOMAN, K.; BRANDT, M. A.; SKINNER, E. Z. Objective measurement of texture of fresh and freeze- dehydrated meats. **Proc. 15th Res. Conf. Am. Meat Inst. Foundation**, p. 121-138, 1963b.

98. SZCZESNIAK, A. S. Consumer awareness of texture and of other food attributes, II. **Journal of Texture Studies**, Connecticut, v. 2, p. 196-206, 1971.
99. SZCZESNIAK, A. S. Instrumental methods of texture measurements. In: KRAMER, A. S. **Texture measurements of foods**. Dordrecht: D. Reidel Publishing Company. 1973. Cap. 6. p. 71-108.
100. SZCZESNIAK, A. S. General Foods texture profile revised- ten years perspective. **Journal of Texture Studies**, Connecticut, v. 6, p. 5-17, 1975.
101. SZCZESNIAK, A. S. Sensory texture profile- historical and scientific perspectives. **Food Technology**, Chicago, v.52, p. 54-57, 1998.
102. TOFT, K. Interactions between pectins and alginates. **Prog. Food Nutr. Sci.**, Tarrytown, v. 6, p. 89-96, 1982.
103. VAN VLIET, T. Terminology to be used in cheese rheology. **International Dairy Federation Bulletin**, Bruxelles, n. 268, p. 5-15, 1991.
104. VEIS, A. **The macromolecular chemistry of gelatin**. New York: Academic Press, 1964. 433p.
105. WALTER, R. H. **The chemistry and technology of pectin**. New York: Academic Press. 1991. 276p.
106. WILSON, C. E.; BROWN, W. E. Influence of food matrix structure and oral breakdown during mastication on temporal perception of flavor. **Journal of Sensory Studies**, Trumbull, v. 21, p. 69-86, 1997.

107. WILLIAMS, A. A.; LANGROM, S. P. The use of free-choice profiling for the evaluation of commercial ports. **Journal Sci. Food Agric.**, London, v.35, p. 558-568, 1984.
108. ZOON, P. The relation between instrumental and sensory evaluation of the rheological and fracture properties of cheese. **International Dairy Federation Bulletin**, Bruxelles, n.268, p. 30-35, 1991.

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Dados que geraram a média dos parâmetros do TPA na avaliação..... de textura instrumental do gel contido de pectina por penetração.....	127
Anexo 2. Dados que geraram a média dos parâmetros do TPA na avaliação..... de textura instrumental do gel contido de alginato por penetração.....	129
Anexo 3. Dados que geraram a média dos parâmetros do TPA na avaliação..... de textura instrumental do gel contido de gelatina por penetração.....	131
Anexo 4. Dados que geraram a média dos parâmetros do TPA na avaliação..... de textura instrumental do gel livre de pectina por compressão.....	133
Anexo 5. Dados que geraram a média dos parâmetros do TPA na avaliação..... de textura instrumental do gel livre de alginato por compressão.....	135
Anexo 6. Dados que geraram a média dos parâmetros do TPA na avaliação..... de textura instrumental do gel livre de gelatina por compressão.....	137
Anexo 7. Dados que geraram a média para o parâmetro de dureza instrumental.... na avaliação da textura por penetração do gel contido utilizados na análise sensorial.....	139
Anexo 8. Dados que geraram a média para o parâmetro de dureza instrumental.... na avaliação da textura por compressão do gel livre utilizados na análise sensorial.....	140
Anexo 9. Médias dos 12 provadores para cada repetição de cada amostra por compressão do gel livre na avaliação sensorial e logarítimo da avaliação sensorial.....	141
Anexo 10. Médias dos 12 provadores para cada repetição de cada amostra por..... penetração do gel contido na avaliação sensorial e logarítimo da..... avaliação sensorial.....	145

Anexo 1: Dados que geraram a média dos parâmetros do TPA na avaliação de textura instrumental do gel contido (becker) de pectina por penetração.

Concentração (Y) do Gel	Dureza Força (g)	Adesividade Área (g ^s)	Elasticidade Tempo (s)	Coesividade Área ₂ /Área ₁	Gomosidade H°C	Mastigabilidade G*E
0.65%	53.90	-9.98	0.90	0.40	21.58	19.47
0.65%	53.29	-7.21	0.91	0.31	16.59	15.20
0.65%	54.44	-10.81	0.89	0.31	16.80	15.14
0.65%	61.78	-29.62	0.86	0.34	21.21	18.41
0.65%	51.94	-9.39	0.91	0.34	17.96	16.46
Média	55.07	-13.40	0.90	0.34	18.83	16.94

Concentração (Y) do Gel	Dureza Força (g)	Adesividade Área (g ^s)	Elasticidade Tempo (s)	Coesividade Área ₂ /Área ₁	Gomosidade H°C	Mastigabilidade G*E
0.75%	77.63	-11.73	0.91	0.36	28.07	25.63
0.75%	79.90	-17.72	0.90	0.37	30.08	27.29
0.75%	83.27	-21.53	0.84	0.32	27.09	22.92
0.75%	81.46	-12.23	0.91	0.27	22.50	20.64
0.75%	69.57	-13.14	0.93	0.32	22.69	21.18
Média	78.37	-15.27	0.90	0.33	26.09	23.53

Concentração (Y) do Gel	Dureza Força (g)	Adesividade Área (g ^s)	Elasticidade Tempo (s)	Coesividade Área ₂ /Área ₁	Gomosidade H°C	Mastigabilidade G*E
0.80%	100.46	-35.74	0.92	0.42	42.43	39.33
0.80%	102.12	-32.11	0.92	0.39	40.68	37.35
0.80%	92.78	-21.60	0.91	0.48	45.05	41.34
0.80%	99.84	-19.07	0.93	0.45	45.67	42.74
0.80%	98.12	-19.50	0.92	0.46	45.35	41.69
Média	98.67	-25.60	0.92	0.45	43.84	40.49

Concentração (Y) do Gel	Dureza Força (g)	Adesividade Área (g ^s)	Elasticidade Tempo (s)	Coesividade Área ₂ /Área ₁	Gomosidade H°C	Mastigabilidade G*E
0.85%	126.39	-29.45	0.92	0.37	47.62	43.70
0.85%	130.56	-35.33	0.92	0.44	57.78	53.53
0.85%	123.61	-25.65	0.92	0.44	55.03	50.95
0.85%	125.16	-12.33	0.81	0.44	55.88	40.87
0.85%	125.56	-53.65	0.83	0.38	49.70	38.19
Média	126.26	-31.28	0.88	0.42	53.20	45.45

Concentração (Y) do Gel	Dureza Força (g)	Adesividade Área (g ^s)	Elasticidade Tempo (s)	Coesividade Área ₂ /Área ₁	Gomosidade H°C	Mastigabilidade G*E
0.95%	173.83	-33.55	0.92	0.35	62.46	57.82
0.95%	169.05	-38.00	0.91	0.35	60.38	55.49
0.95%	172.55	-50.56	0.92	0.40	70.33	64.78
0.95%	166.93	-37.51	0.93	0.38	64.75	60.63
0.95%	170.45	-46.93	0.94	0.45	76.74	72.20
Média	170.56	-41.31	0.93	0.39	66.93	62.18

Concentração (Y) do Gel	Dureza Força (g)	Adesividade Área (g ^s)	Elasticidade Tempo (s)	Coesividade Área ₂ /Área ₁	Gomosidade H°C	Mastigabilidade G*E
1.10%	207.55	-66.03	0.81	0.40	84.87	66.82
1.10%	216.22	-81.06	0.92	0.42	93.16	85.90
1.10%	219.59	-42.94	0.88	0.44	96.56	85.43
1.10%	202.16	-55.46	0.79	0.30	63.34	59.07
1.10%	192.70	-50.70	0.92	0.37	72.23	66.53
Média	207.65	-59.24	0.87	0.39	82.03	72.75

Anexo 2: Dados que geraram a média dos parâmetros do TPA na avaliação de textura instrumental do gel contido (becker) de alginato por penetração.

Concentração (Y) do Gel	Dureza Força (g)	Adesividade Área (g ^s)	Elasticidade Tempo (s)	Coesividade Área ₂ /Área ₁	Gomosidade H°C	Mastigabilidade G°E
0.50%	41.38	-3.11	0.86	0.31	13.02	11.23
0.50%	40.94	-3.09	0.85	0.30	12.37	10.61
0.50%	39.15	-4.99	0.86	0.35	13.93	12.09
0.50%	38.80	-10.49	0.89	0.41	16.08	14.41
0.50%	36.78	-10.80	0.77	0.42	15.62	11.91
Média	39.42	-6.50	0.85	0.36	14.21	12.05

Concentração (Y) do Gel	Dureza Força (g)	Adesividade Área (g ^s)	Elasticidade Tempo (s)	Coesividade Área ₂ /Área ₁	Gomosidade H°C	Mastigabilidade G°E
0.75%	59.64	-11.50	0.87	0.31	18.73	16.38
0.75%	57.11	-14.82	0.84	0.36	20.59	17.49
0.75%	59.79	-11.89	0.89	0.34	20.37	18.15
0.75%	65.99	-13.23	0.92	0.31	20.59	18.99
0.75%	63.97	-12.75	0.90	0.32	20.77	18.84
Média	61.30	-12.84	0.88	0.33	20.22	17.98

Concentração (Y) do Gel	Dureza Força (g)	Adesividade Área (g ^s)	Elasticidade Tempo (s)	Coesividade Área ₂ /Área ₁	Gomosidade H°C	Mastigabilidade G°E
0.85%	97.39	-61.64	0.88	0.31	31.04	27.44
0.85%	100.46	-7.06	0.84	0.33	33.74	28.55
0.85%	96.91	-7.57	0.84	0.32	31.34	26.59
0.85%	104.12	-9.61	0.85	0.35	36.53	31.33
0.85%	85.84	-7.95	0.81	0.34	29.39	24.10
Média	96.95	-7.76	0.85	0.34	32.41	27.60

Concentração (Y) do Gel	Dureza Força (g)	Adesividade Área (g ^s)	Elasticidade Tempo (s)	Coesividade Área ₂ /Área ₁	Gomosidade H°C	Mastigabilidade G°E
1.0%	121.22	-14.57	0.89	0.31	38.26	34.12
1.0%	133.16	-22.37	0.89	0.31	41.47	36.93
1.0%	135.43	-21.04	0.89	0.31	42.29	38.07
1.0%	120.60	-23.53	0.88	0.33	40.15	35.58
1.0%	134.87	-23.29	0.90	0.30	41.35	37.23
Média	129.17	-20.96	0.89	0.32	40.71	36.39

Concentração (Y) do Gel	Dureza Força (g)	Adesividade Área (g ^s)	Elasticidade Tempo (s)	Coesividade Área ₂ /Área ₁	Gomosidade H°C	Mastigabilidade G°E
1.25%	161.80	-24.21	0.87	0.34	55.25	48.09
1.25%	165.70	-36.98	0.88	0.34	57.64	51.03
1.25%	162.13	-33.93	0.88	0.35	57.32	49.80
1.25%	167.84	-21.07	0.89	0.33	55.54	49.47
1.25%	173.68	-27.32	0.88	0.30	53.58	47.20
Média	166.23	-28.70	0.88	0.34	55.86	49.12

Anexo 3: Dados que geraram a média dos parâmetros do TPA na avaliação de textura instrumental do gel contido (becker) de gelatina por penetração.

Concentração (Y) do Gel	Dureza Força (g)	Adesividade Área (g ^s)	Elasticidade Tempo (s)	Coesividade Área ₂ /Área ₁	Gomosidade H°C	Mastigabilidade G*E
1.25%	54.49	-11.54	0.90	0.42	23.38	21.24
1.25%	54.84	-10.16	0.89	0.37	20.39	18.17
1.25%	54.24	-2.91	0.91	0.33	18.22	16.73
1.25%	53.53	-4.34	0.92	0.33	17.72	16.28
1.25%	58.83	-4.69	0.91	0.35	21.02	19.23
Média	55.18	-6.73	0.91	0.37	20.14	18.33

Concentração (Y) do Gel	Dureza Força (g)	Adesividade Área (g ^s)	Elasticidade Tempo (s)	Coesividade Área ₂ /Área ₁	Gomosidade H°C	Mastigabilidade G*E
1.50%	100.65	-6.27	0.94	0.29	29.40	27.67
1.50%	100.93	-9.54	0.92	0.45	46.26	43.33
1.50%	105.93	-11.21	0.92	0.45	48.26	44.91
1.50%	97.90	-10.91	0.92	0.39	38.95	36.21
1.50%	89.45	-7.20	0.91	0.34	30.51	27.96
Média	98.97	-9.03	0.92	0.39	38.68	36.02

Concentração (Y) do Gel	Dureza Força (g)	Adesividade Área (g ^s)	Elasticidade Tempo (s)	Coesividade Área ₂ /Área ₁	Gomosidade H°C	Mastigabilidade G*E
1.65%	126.17	-13.32	0.90	0.36	45.41	40.45
1.65%	120.51	-12.92	0.92	0.32	39.74	36.78
1.65%	132.94	-8.74	0.93	0.34	46.49	43.71
1.65%	120.54	-7.86	0.93	0.28	33.77	31.67
1.65%	122.51	-8.37	0.92	0.29	35.85	33.21
Média	124.53	-10.24	0.92	0.32	40.25	37.16

Concentração (Y) do Gel	Dureza Força (g)	Adesividade Área (g ^s)	Elasticidade Tempo (s)	Coesividade Área ₂ /Área ₁	Gomosidade H°C	Mastigabilidade G*E
1.85%	162.42	-20.58	0.91	0.30	49.29	45.25
1.85%	169.41	-9.00	0.94	0.33	55.61	52.57
1.85%	174.63	-17.21	0.93	0.28	49.95	46.64
1.85%	167.49	-10.82	0.93	0.30	50.62	48.19
1.85%	163.11	-12.55	0.93	0.27	44.41	41.40
Média	167.42	-14.03	0.93	0.30	49.98	46.81

Concentração (Y) do Gel	Dureza Força (g)	Adesividade Área (g ^s)	Elasticidade Tempo (s)	Coesividade Área ₂ /Área ₁	Gomosidade H°C	Mastigabilidade G*E
2.0%	217.81	-16.82	0.93	0.25	55.96	52.18
2.0%	206.55	-18.70	0.94	0.28	58.74	55.24
2.0%	204.77	-21.62	0.93	0.30	63.19	59.12
2.0%	209.13	-24.00	0.93	0.30	63.30	59.29
2.0%	216.19	-22.47	0.92	0.25	55.85	51.81
Média	210.89	-20.72	0.93	0.28	59.41	55.52

Concentração (Y) do Gel	Dureza Força (g)	Adesividade Área (g ^s)	Elasticidade Tempo (s)	Coesividade Área ₂ /Área ₁	Gomosidade H°C	Mastigabilidade G*E
2.25%	245.41	-23.86	0.92	0.28	70.96	65.46
2.25%	257.09	-36.95	0.91	0.41	103.78	95.45
2.25%	288.58	-26.99	0.92	0.26	78.03	72.25
2.25%	282.72	-37.47	0.93	0.28	78.79	74.23
2.25%	261.44	-26.87	0.93	0.39	111.36	122.75
Média	267.05	-30.43	0.93	0.33	88.58	86.03

Anexo 4: Dados que geraram a média dos parâmetros do TPA na avaliação de textura instrumental do gel livre de pectina por compressão.

Concentração (Y) do Gel	Dureza Força (g)	Adesividade Área (g ^s)	Elasticidade Tempo (s)	Coesividade Área ₂ /Área ₁	Gomosidade H°C	Mastigabilidade G*E
0.65%	352.02	-21.04	0.32	0.16	60.64	22.04
0.65%	351.11	-27.94	0.29	0.09	33.12	9.58
0.65%	357.17	-45.04	0.33	0.10	36.42	12.35
0.65%	355.44	-19.59	0.25	0.09	32.34	8.33
0.65%	405.01	-27.51	0.25	0.11	46.95	12.03
Média	364.15	-28.22	0.29	0.11	41.89	12.86

Concentração (Y) do Gel	Dureza Força (g)	Adesividade Área (g ^s)	Elasticidade Tempo (s)	Coesividade Área ₂ /Área ₁	Gomosidade H°C	Mastigabilidade G*E
0.75%	446.21	-43.97	0.44	0.10	47.44	23.17
0.75%	522.19	-43.53	0.42	0.08	39.77	19.58
0.75%	427.19	-20.98	0.29	0.07	30.54	9.38
0.75%	509.76	-22.99	0.26	0.12	63.78	16.79
0.75%	442.44	-56.31	0.56	0.11	49.06	27.49
Média	469.56	-37.56	0.40	0.11	46.12	19.28

Concentração (Y) do Gel	Dureza Força (g)	Adesividade Área (g ^s)	Elasticidade Tempo (s)	Coesividade Área ₂ /Área ₁	Gomosidade H°C	Mastigabilidade G*E
0.85%	580.07	-25.06	0.32	0.06	37.54	12.32
0.85%	664.71	-16.59	0.31	0.08	56.68	18.01
0.85%	540.79	-27.75	0.37	0.07	41.99	15.68
0.85%	523.87	-32.10	0.30	0.08	43.03	13.23
0.85%	646.34	-55.63	0.63	0.14	90.22	56.93
Média	591.16	-31.43	0.39	0.09	53.89	23.23

Concentração (Y) do Gel	Dureza Força (g)	Adesividade Área (g ^s)	Elasticidade Tempo (s)	Coesividade Área ₂ /Área ₁	Gomosidade H°C	Mastigabilidade G*E
0.95%	676.32	-58.30	0.55	0.11	78.86	44.82
0.95%	624.98	-20.88	0.30	0.09	59.04	17.86
0.95%	689.22	-32.96	0.40	0.08	57.77	23.35
0.95%	843.31	-35.77	0.31	0.07	60.73	19.51
0.95%	671.09	-20.78	0.36	0.10	68.19	24.59
Média	700.99	-33.74	0.39	0.09	64.92	26.03

Concentração (Y) do Gel	Dureza Força (g)	Adesividade Área (g ^s)	Elasticidade Tempo (s)	Coesividade Área ₂ /Área ₁	Gomosidade H°C	Mastigabilidade G*E
1.10%	702.07	-21.28	0.37	0.09	68.82	26.30
1.10%	802.42	-53.08	0.56	0.12	97.57	57.88
1.10%	933.89	-12.87	0.39	0.09	86.66	34.32
1.10%	913.51	-52.51	0.52	0.10	93.83	49.29
1.10%	801.16	-26.92	0.40	0.09	77.42	32.03
Média	830.61	-33.33	0.45	0.10	84.86	39.96

Anexo 5: Dados que geraram a média dos parâmetros do TPA na avaliação de textura instrumental do gel livre de alginato por compressão.

Concentração (Y) do Gel	Dureza Força (g)	Adesividade Área (g ^s)	Elasticidade Tempo (s)	Coesividade Área ₂ /Área ₁	Gomosidade H°C	Mastigabilidade G*E
0.75%	232.22	-71.55	0.45	0.15	34.86	15.85
0.75%	218.53	-22.92	0.25	0.12	27.71	7.13
0.75%	231.04	-54.25	0.36	0.14	33.41	12.28
0.75%	220.32	-32.64	0.31	0.11	26.12	8.12
0.75%	228.67	-63.39	0.46	0.15	35.61	16.38
Média	226.16	-48.95	0.37	0.14	31.55	11.96

Concentração (Y) do Gel	Dureza Força (g)	Adesividade Área (g ^s)	Elasticidade Tempo (s)	Coesividade Área ₂ /Área ₁	Gomosidade H°C	Mastigabilidade G*E
0.85%	353.45	-55.78	0.41	0.14	52.41	25.33
0.85%	370.53	-62.58	0.54	0.15	56.95	31.06
0.85%	326.24	-42.41	0.41	0.14	48.57	20.33
0.85%	323.61	-65.66	0.47	0.15	50.57	24.34
0.85%	336.20	-54.73	0.42	0.13	45.84	20.33
Média	342.01	-55.02	0.45	0.15	50.87	24.28

Concentração (Y) do Gel	Dureza Força (g)	Adesividade Área (g ^s)	Elasticidade Tempo (s)	Coesividade Área ₂ /Área ₁	Gomosidade H°C	Mastigabilidade G*E
1.0%	588.22	-53.16	0.53	0.20	119.26	63.63
1.0%	612.85	-60.74	0.54	0.17	106.02	58.98
1.0%	622.91	-67.47	0.56	0.16	104.76	60.88
1.0%	627.72	-68.70	0.58	0.16	104.61	61.81
1.0%	548.41	-66.82	0.54	0.27	159.30	91.64
Média	600.03	-63.38	0.55	0.20	118.79	67.39

Concentração (Y) do Gel	Dureza Força (g)	Adesividade Área (g ^s)	Elasticidade Tempo (s)	Coesividade Área ₂ /Área ₁	Gomosidade H°C	Mastigabilidade G*E
1.25%	793.84	-34.22	0.59	0.21	168.63	102.03
1.25%	870.20	-61.34	0.68	0.21	190.80	128.83
1.25%	844.07	-63.97	0.69	0.22	191.10	132.05
1.25%	878.95	-52.92	0.64	0.20	180.95	117.39
1.25%	760.24	-35.27	0.70	0.34	261.20	183.61
Média	829.47	-49.55	0.66	0.24	198.53	132.78

Concentração (Y) do Gel	Dureza Força (g)	Adesividade Área (g ^s)	Elasticidade Tempo (s)	Coesividade Área ₂ /Área ₁	Gomosidade H°C	Mastigabilidade G*E
1.50%	1006.71	-38.65	0.70	0.33	338.52	237.13
1.50%	1058.87	-34.00	0.71	0.29	314.92	226.59
1.50%	793.47	-52.33	0.56	0.20	165.32	93.44
1.50%	713.15	-71.35	0.63	0.21	152.18	96.35
1.50%	763.42	-34.14	0.64	0.23	180.14	115.50
Média	867.12	-46.09	0.65	0.26	230.21	153.81

Anexo 6: Dados que geraram a média dos parâmetros do TPA na avaliação de textura instrumental do gel livre de gelatina por compressão.

Concentração (Y) do Gel	Dureza Força (g)	Adesividade Área (g ²)	Elasticidade Tempo (s)	Coesividade Área ₂ /Área ₁	Gomosidade H°C	Mastigabilidade G*E
1.25%	365.66	-16.11	0.31	0.05	19.88	6.55
1.25%	417.25	-14.93	0.19	0.03	13.37	2.63
1.25%	349.52	-24.28	0.22	0.05	17.60	3.92
1.25%	379.79	-0.83	0.72	0.22	83.74	60.71
1.25%	287.43	-15.59	0.19	0.03	10.94	2.11
Média	359.93	-14.35	0.33	0.08	29.11	15.19

Concentração (Y) do Gel	Dureza Força (g)	Adesividade Área (g ²)	Elasticidade Tempo (s)	Coesividade Área ₂ /Área ₁	Gomosidade H°C	Mastigabilidade G*E
1.50%	605.45	-10.49	0.24	0.02	16.23	4.05
1.50%	675.75	-10.93	0.25	0.01	12.23	3.09
1.50%	600.02	-19.38	0.29	0.03	19.56	5.72
1.50%	642.42	-25.64	0.35	0.03	20.44	7.30
1.50%	473.45	-7.95	0.25	0.05	25.91	6.67
Média	599.42	-14.88	0.28	0.03	18.88	5.37

Concentração (Y) do Gel	Dureza Força (g)	Adesividade Área (g ²)	Elasticidade Tempo (s)	Coesividade Área ₂ /Área ₁	Gomosidade H°C	Mastigabilidade G*E
1.75%	748.11	-7.55	0.35	0.04	34.20	12.63
1.75%	715.39	-5.80	0.29	0.02	19.42	5.77
1.75%	732.12	-4.01	0.41	0.03	23.76	9.97
1.75%	636.02	-34.25	0.57	0.08	53.27	30.64
1.75%	856.42	-21.44	0.52	0.08	70.21	37.06
Média	737.61	-14.61	0.43	0.05	40.17	19.21

Concentração (Y) do Gel	Dureza Força (g)	Adesividade Área (g ^s)	Elasticidade Tempo (s)	Coesividade Área ₂ /Área ₁	Gomosidade H°C	Mastigabilidade G*E
2.0%	836.24	-5.85	0.40	0.04	41.33	16.71
2.0%	718.28	-19.84	0.48	0.06	43.48	20.88
2.0%	716.46	-24.02	0.61	0.06	48.24	30.65
2.0%	967.06	-8.27	0.38	0.02	23.05	9.00
2.0%	1005.11	-4.03	0.37	0.05	53.33	24.29
Média	848.63	-12.40	0.45	0.05	41.89	20.31

Concentração (Y) do Gel	Dureza Força (g)	Adesividade Área (g ^s)	Elasticidade Tempo (s)	Coesividade Área ₂ /Área ₁	Gomosidade H°C	Mastigabilidade G*E
2.50%	1369.96	-1.83	0.92	0.21	291.87	270.33
2.50%	1452.24	-8.84	0.46	0.04	71.42	32.97
2.50%	1354.60	-1.40	0.92	0.21	284.05	262.30
2.50%	1249.51	-14.30	0.59	0.05	66.86	40.02
2.50%	1293.84	-3.31	0.88	0.22	288.62	254.47
Média	1344.03	-5.94	0.76	0.15	200.56	172.02

ANEXO 7: Dados que geraram a média para o parâmetro de dureza instrumental na avaliação da textura por penetração do gel contido (becker) utilizados na análise sensorial.

PECTINA

Concentração (Y) do Gel	Dureza Força (g)	Concentração (Y) do Gel	Dureza Força (g)	Concentração (Y) do Gel	Dureza Força (g)
0.65%	62.21	0.85%	117.65	0.95%	153.54
0.65%	55.15	0.85%	118.25	0.95%	186.83
0.65%	60.24	0.85%	130.67	0.95%	181.49
0.65%	51.84	0.85%	132.24	0.95%	168.72
Média	57.36	Média	124.70	Média	172.64

ALGINATO

Concentração (Y) do Gel	Dureza Força (g)	Concentração (Y) do Gel	Dureza Força (g)	Concentração (Y) do Gel	Dureza Força (g)
0.75%	62.53	1.0%	116.43	1.25%	162.64
0.75%	54.33	1.0%	120.75	1.25%	166.37
0.75%	54.37	1.0%	129.51	1.25%	163.06
0.75%	50.23	1.0%	126.09	1.25%	197.60
Média	55.36	Média	123.19	Média	172.41

GELATINA

Concentração (Y) do Gel	Dureza Força (g)	Concentração (Y) do Gel	Dureza Força (g)	Concentração (Y) do Gel	Dureza Força (g)
1.25%	64.77	1.65%	132.44	1.85%	154.62
1.25%	62.93	1.65%	124.20	1.85%	165.65
1.25%	49.95	1.65%	123.33	1.85%	165.42
1.25%	48.11	1.65%	129.72	1.85%	189.54
Média	56.44	Média	127.42	Média	168.81

ANEXO 8: Dados que geraram a média para o parâmetro de dureza instrumental na avaliação da textura na compressão do gel livre utilizados na análise sensorial.

PECTINA

Concentração (Y) do Gel	Dureza Força (g)	Concentração (Y) do Gel	Dureza Força (g)	Concentração (Y) do Gel	Dureza Força (g)
0.65%	326.35	0.85%	512.76	0.95%	670.36
0.65%	310.71	0.85%	614.25	0.95%	727.82
0.65%	349.40	0.85%	577.53	0.95%	681.03
0.65%	314.82	0.85%	648.84	0.95%	691.38
Média	325.32	Média	588.34	Média	692.64

ALGINATO

Concentração (Y) do Gel	Dureza Força (g)	Concentração (Y) do Gel	Dureza Força (g)	Concentração (Y) do Gel	Dureza Força (g)
0.85%	377.66	1.0%	595.24	1.15%	722.94
0.85%	345.22	1.0%	599.17	1.15%	699.21
0.85%	316.40	1.0%	559.04	1.15%	742.79
0.85%	317.13	1.0%	560.88	1.15%	763.53
Média	339.10	Média	578.58	Média	732.11

GELATINA

Concentração (Y) do Gel	Dureza Força (g)	Concentração (Y) do Gel	Dureza Força (g)	Concentração (Y) do Gel	Dureza Força (g)
1.25%	362.60	1.54%	586.35	1.68%	665.91
1.25%	410.55	1.54%	650.03	1.68%	689.76
1.25%	269.76	1.54%	637.51	1.68%	743.63
1.25%	381.09	1.54%	597.21	1.68%	720.53
Média	356.00	Média	617.77	Média	704.95

ANEXO 9: Médias dos 12 provedores para cada repetição de cada amostra por compressão do gel livre na avaliação sensorial e logarítimo da avaliação sensorial.

CFI COMPRESSÃO/ FIRMEZA

AMOSTRAS	REPETIÇÃO 1	REPETIÇÃO 2	REPETIÇÃO 3	REPETIÇÃO 4
AMOSTRA 1	1.83	1.80	2.03	1.90 ^c
Log. Amostra 1	0.262	0.255	0.307	0.279 ^p
AMOSTRA 2	4.88	4.24	4.45	4.51
Log. Amostra 2	0.688	0.627	0.648	0.654
AMOSTRA 3	6.77	6.35	6.92	6.75
Log. Amostra 3	0.830	0.803	0.840	0.829
AMOSTRA 4	2.17	2.40	2.35	2.03 ^c
Log. Amostra 4	0.336	0.380	0.371	0.307 ^p
AMOSTRA 5	5.46	5.71	5.33	5.62
Log. Amostra 5	0.737	0.757	0.727	0.750
AMOSTRA 6	7.78	7.14	7.28	7.04
Log. Amostra 6	0.891	0.854	0.862	0.847
AMOSTRA 7	2.54	2.11	2.71	2.51 ^c
Log. Amostra 7	0.405	0.324	0.433	0.399 ^p
AMOSTRA 8	5.76	6.04	6.08	6.20
Log. Amostra 8	0.760	0.781	0.784	0.792
AMOSTRA 9	7.48	7.75	7.51	7.33
Log. Amostra 9	0.874	0.889	0.876	0.865

1	GELATINA FRACA	4	PECTINA FRACA	7	ALGINATO FRACO
2	GELATINA MÉDIA	5	PECTINA MÉDIA	8	ALGINATO MÉDIO
3	GELATINA FORTE	6	PECTINA FORTE	9	ALGINATO FORTE

COFI CORTE/ FIRMEZA

AMOSTRAS	REPETIÇÃO 1	REPETIÇÃO 2	REPETIÇÃO 3	REPETIÇÃO 4
AMOSTRA 1	1.41	1.64	1.40	2.25 ^E
Log. Amostra 1	0.149	0.215	0.146	0.352 ^F
AMOSTRA 2	4.37	4.19	4.11	4.57
Log. Amostra 2	0.640	0.622	0.614	0.659
AMOSTRA 3	6.63	6.28	6.82	6.42
Log. Amostra 3	0.821	0.798	0.834	0.807
AMOSTRA 4	1.98	2.09	1.80	1.62 ^E
Log. Amostra 4	0.297	0.320	0.255	0.209 ^F
AMOSTRA 5	5.16	5.17	4.94	5.01
Log. Amostra 5	0.713	0.713	0.694	0.699
AMOSTRA 6	6.96	7.31	6.83	6.77
Log. Amostra 6	0.843	0.864	0.834	0.831
AMOSTRA 7	2.21	2.47	2.09	2.65 ^E
Log. Amostra 7	0.344	0.393	0.320	0.423 ^F
AMOSTRA 8	5.88	5.79	6.30	6.10
Log. Amostra 8	0.769	0.762	0.799	0.785
AMOSTRA 9	7.37	7.66	7.49	7.73
Log. Amostra 9	0.867	0.884	0.874	0.888

1	GELATINA FRACA	4	PECTINA FRACA	7	ALGINATO FRACO
2	GELATINA MÉDIA	5	PECTINA MÉDIA	8	ALGINATO MÉDIO
3	GELATINA FORTE	6	PECTINA FORTE	9	ALGINATO FORTE

T1FI TEXTURA/ FIRMEZA

AMOSTRAS	REPETIÇÃO 1	REPETIÇÃO 2	REPETIÇÃO 3	REPETIÇÃO 4
AMOSTRA 1	1.28	1.17	1.80	1.80 ^g
Log. Amostra 1	0.107	0.068	0.255	0.255 ^H
AMOSTRA 2	4.18	3.94	4.11	4.14
Log. Amostra 2	0.622	0.595	0.614	0.617
AMOSTRA 3	6.70	6.97	6.98	6.77
Log. Amostra 3	0.826	0.843	0.844	0.831
AMOSTRA 4	1.55	1.52	1.70	1.31 ^g
Log. Amostra 4	0.190	0.181	0.230	0.117 ^H
AMOSTRA 5	5.18	5.07	4.90	5.06
Log. Amostra 5	0.714	0.705	0.690	0.704
AMOSTRA 6	7.11	7.24	6.81	6.96
Log. Amostra 6	0.852	0.859	0.833	0.843
AMOSTRA 7	1.69	2.18	2.32	2.18 ^g
Log. Amostra 7	0.228	0.338	0.365	0.338 ^H
AMOSTRA 8	5.13	5.36	6.02	5.54
Log. Amostra 8	0.710	0.729	0.779	0.743
AMOSTRA 9	7.20	7.55	7.40	7.52
Log. Amostra 9	0.857	0.878	0.869	0.876

1	GELATINA FRACA	4	PECTINA FRACA	7	ALGINATO FRACO
2	GELATINA MÉDIA	5	PECTINA MÉDIA	8	ALGINATO MÉDIO
3	GELATINA FORTE	6	PECTINA FORTE	9	ALGINATO FORTE

T2FI TEXTURA/ FIRMEZA

AMOSTRAS	REPETIÇÃO 1	REPETIÇÃO 2	REPETIÇÃO 3	REPETIÇÃO 4
AMOSTRA 1	1.24	1.27	1.38	2.07 ⁱ
Log. Amostra 1	0.093	0.104	0.139	0.316 ^J
AMOSTRA 2	4.27	4.24	4.22	4.13
Log. Amostra 2	0.630	0.627	0.625	0.616
AMOSTRA 3	6.82	6.47	6.82	6.80
Log. Amostra 3	0.834	0.811	0.834	0.832
AMOSTRA 4	1.78	1.53	1.79	1.17
Log. Amostra 4	0.250	0.185	0.253	0.068
AMOSTRA 5	4.92	5.10	4.78	5.05 ⁱ
Log. Amostra 5	0.692	0.707	0.679	0.703 ^J
AMOSTRA 6	7.31	7.32	6.75	6.89
Log. Amostra 6	0.864	0.864	0.829	0.838
AMOSTRA 7	1.86	2.20	2.41	2.30 ⁱ
Log. Amostra 7	0.269	0.342	0.382	0.362 ^J
AMOSTRA 8	5.42	5.78	6.09	5.85
Log. Amostra 8	0.734	0.762	0.785	0.767
AMOSTRA 9	7.45	7.72	7.47	7.39
Log. Amostra 9	0.872	0.888 ⁱ	0.873	0.869

1	GELATINA FRACA	4	PECTINA FRACA	7	ALGINATO FRACO
2	GELATINA MÉDIA	5	PECTINA MÉDIA	8	ALGINATO MÉDIO
3	GELATINA FORTE	6	PECTINA FORTE	9	ALGINATO FORTE

ANEXO 10: Médias dos 12 provadores para cada repetição de cada amostra por penetração do gel contido (becker) na avaliação sensorial e logarítimo da avaliação sensorial.

CFI COMPRESSÃO/ FIRMEZA

AMOSTRAS	REPETIÇÃO 1	REPETIÇÃO 2	REPETIÇÃO 3	REPETIÇÃO 4
AMOSTRA 1	2.08	2.14	1.93	2.36 ^c
Log. Amostra 1	0.318	0.330	0.285	0.373 ^d
AMOSTRA 2	3.45	3.90	3.55	3.86
Log. Amostra 2	0.538	0.591	0.550	0.586
AMOSTRA 3	7.83	6.83	7.27	6.82
Log. Amostra 3	0.893	0.834	0.861	0.834
AMOSTRA 4	2.43	2.0	2.37	2.40 ^c
Log. Amostra 4	0.386	0.301	0.375	0.380 ^d
AMOSTRA 5	5.45	5.23	5.93	5.73
Log. Amostra 5	0.736	0.721	0.773	0.758
AMOSTRA 6	7.43	7.18	6.98	7.32
Log. Amostra 6	0.871	0.856	0.844	0.864
AMOSTRA 7	2.13	2.38	2.03	1.80 ^c
Log. Amostra 7	0.323	0.376	0.307	0.255 ^d
AMOSTRA 8	6.13	6.35	5.64	5.95
Log. Amostra 8	0.787	0.803	0.751	0.774
AMOSTRA 9	6.89	7.39	7.17	6.88
Log. Amostra 9	0.838	0.869	0.855	0.837

1	GELATINA FRACA	4	PECTINA FRACA	7	ALGINATO FRACO
2	GELATINA MÉDIA	5	PECTINA MÉDIA	8	ALGINATO MÉDIO
3	GELATINA FORTE	6	PECTINA FORTE	9	ALGINATO FORTE

COFI CORTE/FIRMEZA

AMOSTRAS	REPETIÇÃO 1	REPETIÇÃO 2	REPETIÇÃO 3	REPETIÇÃO 4
AMOSTRA 1	2.04	1.86	1.99	2.07
Log. Amostra 1	0.309	0.269	0.298	0.316
AMOSTRA 2	3.64	3.70	3.27	3.83
Log. Amostra 2	0.561	0.568	0.514	0.583
AMOSTRA 3	7.09	6.76	6.83	7.00
Log. Amostra 3	0.851	0.829	0.834	0.845
AMOSTRA 4	1.98	1.70	1.63	2.07 ^E
Log. Amostra 4	0.297	0.230	0.212	0.316 ^F
AMOSTRA 5	5.17	4.88	5.51	5.04
Log. Amostra 5	0.713	0.688	0.741	0.702
AMOSTRA 6	6.97	7.34	6.93	6.75
Log. Amostra 6	0.843	0.866	0.840	0.829
AMOSTRA 7	2.03	2.28	2.0	1.80 ^E
Log. Amostra 7	0.307	0.358	0.301	0.255 ^F
AMOSTRA 8	5.90	6.51	5.64	6.05
Log. Amostra 8	0.771	0.813	0.751	0.782
AMOSTRA 9	7.26	7.17	7.45	7.05
Log. Amostra 9	0.861	0.855	0.872	0.848

1	GELATINA FRACA	4	PECTINA FRACA	7	ALGINATO FRACO
2	GELATINA MÉDIA	5	PECTINA MÉDIA	8	ALGINATO MÉDIO
3	GELATINA FORTE	6	PECTINA FORTE	9	ALGINATO FORTE

T1FI TEXTURA/ FIRMEZA

AMOSTRAS	REPETIÇÃO 1	REPETIÇÃO 2	REPETIÇÃO 3	REPETIÇÃO 4
AMOSTRA 1	1.39	1.63	1.61	1.75 ^G
Log. Amostra 1	0.143	0.212	0.207	0.243 ^H
AMOSTRA 2	3.90	4.43	3.87	4.05
Log. Amostra 2	0.591	0.646	0.588	0.607
AMOSTRA 3	7.38	6.90	6.88	7.13
Log. Amostra 3	0.868	0.839	0.838	0.853
AMOSTRA 4	1.54	1.57	1.31	1.84 ^G
Log. Amostra 4	0.187	0.196	0.117	0.265 ^H
AMOSTRA 5	4.95	5.10	5.23	5.12
Log. Amostra 5	0.695	0.708	0.718	0.709
AMOSTRA 6	7.01	7.29	7.08	7.07
Log. Amostra 6	0.846	0.863	0.850	0.849
AMOSTRA 7	1.47	1.92	1.55	1.44
Log. Amostra 7	0.167	0.283	0.190	0.158
AMOSTRA 8	5.90	6.10	5.89	6.30
Log. Amostra 8	0.770	0.785	0.770	0.799
AMOSTRA 9	7.18	7.39	7.22	6.93
Log. Amostra 9	0.856	0.869	0.858	0.841

1	GELATINA FRACA	4	PECTINA FRACA	7	ALGINATO FRACO
2	GELATINA MÉDIA	5	PECTINA MÉDIA	8	ALGINATO MÉDIO
3	GELATINA FORTE	6	PECTINA FORTE	9	ALGINATO FORTE

T2FI TEXTURA/ FIRMEZA

AMOSTRAS	REPETIÇÃO 1	REPETIÇÃO 2	REPETIÇÃO 3	REPETIÇÃO 4
AMOSTRA 1	1.28	1.51	1.08	1.81 ^I
Log. Amostra 1	0.107	0.179	0.033	0.258 ^J
AMOSTRA 2	5.36	4.03	4.68	4.67
Log. Amostra 2	0.729	0.605	0.670	0.669
AMOSTRA 3	7.24	6.85	7.09	7.00
Log. Amostra 3	0.859	0.836	0.851	0.845
AMOSTRA 4	1.62	1.80	1.07	1.71 ^I
Log. Amostra 4	0.209	0.255	0.029	0.233 ^J
AMOSTRA 5	4.66	4.73	5.12	5.03
Log. Amostra 5	0.668	0.675	0.709	0.701
AMOSTRA 6	7.21	7.25	6.87	7.26
Log. Amostra 6	0.858	0.860	0.837	0.861
AMOSTRA 7	1.40	2.05	1.83	1.56 ^I
Log. Amostra 7	0.146	0.312	0.262	0.193 ^J
AMOSTRA 8	5.99	5.37	5.61	6.21
Log. Amostra 8	0.777	0.729	0.749	0.793
AMOSTRA 9	6.88	6.95	7.32	6.98
Log. Amostra 9	0.837	0.842	0.864	0.844

1	GELATINA FRACA	4	PECTINA FRACA	7	ALGINATO FRACO
2	GELATINA MÉDIA	5	PECTINA MÉDIA	8	ALGINATO MÉDIO
3	GELATINA FORTE	6	PECTINA FORTE	9	ALGINATO FORTE