



**ELABORAÇÃO DE GELÉIA UTILIZANDO
RESÍDUO DO PROCESSAMENTO DE GOIABA
(*Psidium guajava* L.)**

PATRÍCIA APARECIDA PIMENTA PEREIRA

2009

PATRÍCIA APARECIDA PIMENTA PEREIRA

**ELABORAÇÃO DE GELÉIA UTILIZANDO RESÍDUO DO
PROCESSAMENTO DE GOIABA (*Psidium guajava* L.)**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos, para obtenção do título de “Mestre”.

Orientadora
Prof.^a Fabiana Queiroz

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL
2009

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da UFLA**

Pereira, Patrícia Aparecida Pimenta.

Elaboração de geléia utilizando resíduo do processamento de
goiaba (*Psidium guajava* L.) / Patrícia Aparecida Pimenta Pereira. –
Lavras : UFLA, 2009.

107p. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2009.

Orientador: Fabiana Queiroz.

Bibliografia.

1. Avaliação sensorial. 2. Avaliação física. 3. Impacto
ambiental. 4. Caracterização físico-química. 5. Otimização. I.
Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 664.804421

664.152

664.25

PATRÍCIA APARECIDA PIMENTA PEREIRA

**ELABORAÇÃO DE GELÉIA UTILIZANDO RESÍDUO DO
PROCESSAMENTO DE GOIABA (*Psidium guajava* L.)**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos, para obtenção do título de “Mestre”.

APROVADA em 16 de setembro de 2009

Prof. Dr. João de Deus Souza Carneiro UFLA

Prof. Dr. Renato Ribeiro de Lima UFLA

Profa. Dra. Ana Carla Marques Pinheiro UFLA

Profa. Dra. Fabiana Queiroz
UFLA
(Orientadora)

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL

A Deus, por estar presente em todos os momentos de minha vida.

OFEREÇO

Aos meus pais, ao meu irmão, ao Ulisses por estarem ao meu lado e por serem razão de minha vida.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus pela força e coragem ao vencer obstáculos.

Aos meus pais, José e Zilda, por todo o apoio e incentivo em todos os momentos de minha vida, pelo amor incondicional, pela vida.

Ao meu irmão, Rafael, pelo carinho, apoio e compreensão.

Ao Ulisses, pelo amor, compreensão, apoio e incentivo em todos os momentos decisivos e importantes para a realização deste trabalho.

À Universidade Federal de Lavras (UFLA) que me proporcionou uma oportunidade de crescimento profissional.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), pela concessão de bolsa de estudos.

À minha orientadora, Fabiana Queiroz, pela amizade, carinho, apoio técnico e aconselhamentos.

À minha co-orientadora, Soraia Vilela Borges, antes de tudo amiga, pela paciência, ensinamentos e apoio.

Ao Professor João de Deus pelo apoio e ensinamentos.

Aos funcionários do DCA: Tina, Cleuza, Sr. Miguel, Lucilene e Cidinha pela amizade e disponibilidade em auxiliar e ensinar.

Às amigas Larissa e Thaís, pelo carinho e apoio nas horas alegres e tristes.

Aos colegas da Planta Piloto de Processamento de Produtos Vegetais, em especial à Mirian, Laís, Tassyana, Marcela, Camila e Gerson pelo grande auxílio na realização do trabalho.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

Muito Obrigada!!!!!!!!!!!!!!!

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	i
ABSTRACT.....	ii
CAPÍTULO 1: Elaboração de geléia utilizando resíduo do processamento de goiaba (<i>Psidium guajava</i> L.).....	1
1 Introdução Geral.....	2
2 Referencial Teórico.....	4
2.1 Goiaba.....	4
2.2 Resíduos agroindustriais.....	5
2.3 Geléia.....	8
2.4 Constituintes da geléia.....	9
2.4.1 Frutas.....	9
2.4.2 Pectina.....	10
2.4.3 Açúcares.....	13
2.4.4 Acidulantes.....	14
2.5 Formação do gel.....	15
3 Referências Bibliográficas.....	19
CAPÍTULO 2: Caracterização do resíduo e do extrato oriundos do processamento de goiaba (<i>Psidium guajava</i> L.).....	26
1 Resumo.....	27
2 Abstract.....	28
3 Introdução.....	29
4 Material e métodos.....	32
4.1 Processamento do resíduo.....	32
4.2 Composição centesimal.....	33
4.3 Análises físico-químicas.....	34

5 Resultados e discussões.....	35
6 Conclusões.....	38
7 Referências bibliográficas.....	39
CAPÍTULO 3: Avaliação das propriedades físicas e físico-químicas de diferentes formulações de geléias elaboradas com o resíduo do processamento de goiaba (<i>Psidium guajava</i> L.).....	43
1 Resumo.....	44
2 Abstract.....	45
3 Introdução.....	46
4 Material e métodos.....	48
4.1 Elaboração das geléias.....	48
4.2 Análises físicas.....	49
4.2.1 Análise colorimétrica.....	50
4.2.2 Perfil de textura.....	50
4.2.3 Rendimento.....	51
4.3 Análises físico-químicas.....	51
4.3.1 Acidez total titulável (ATT).....	51
4.3.2 pH.....	52
4.3.3 Açúcares totais, redutores e não redutores.....	52
4.3.4 Umidade.....	52
4.3.5 Sólidos solúveis totais.....	52
4.4 Delineamento experimental e análise estatística.....	52
5 Resultados e discussões.....	55
5.1 Análise colorimétrica e rendimento.....	55
5.2 Análise do perfil de textura.....	61
5.3 Análises físico-químicas.....	65
6 Conclusão.....	75
7 Referências bibliográficas.....	76

CAPÍTULO 4: Técnicas estatísticas utilizadas na avaliação de formulações de geléia de extrato de resíduo do processamento de goiaba (<i>Psidium guajava</i> L.).....	80
1 Resumo.....	81
2 Abstract.....	82
3 Introdução.....	83
4 Material e métodos.....	85
4.1 Elaboração das geléias.....	85
4.2 Delineamento experimental.....	85
4.3 Análise sensorial.....	86
4.4 Análise estatística dos resultados.....	87
4.4.1 Metodologia de superfície de resposta.....	88
4.4.2 Teste de médias.....	88
4.4.3 Mapa de preferência externo (análise dos componentes principais)...	89
5 Resultados e discussões.....	91
5.1 Avaliação das formulações por superfície de resposta.....	91
5.2 Avaliação das formulações pela ANAVA e teste de médias.....	93
5.3 Avaliação das formulações das geléias por mapa de preferência (análise dos componentes principais).....	98
6 Conclusão.....	103
7 Conclusões finais.....	104
8 Referências bibliográficas.....	105

RESUMO GERAL

PEREIRA, Patrícia Aparecida Pimenta. **Elaboração de geléia utilizando resíduo do processamento de goiaba (*Psidium guajava* L.)**. 2009. 107p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG*.

O Brasil é o terceiro produtor mundial de goiaba. Estima-se que do montante de goiabas processadas cerca de 10 mil toneladas de resíduos são gerados anualmente que, na maioria das vezes, são descartados a céu aberto ou em aterros sanitários. Há vários estudos para o aproveitamento de resíduos agroindustriais, uma vez que, possuem alto valor nutritivo. A geléia de frutas é um produto elaborado com polpa ou extrato, açúcar, pectina e ácido, em quantidades suficientes para a formação do gel. Este trabalho foi realizado com o objetivo de otimizar geléias oriundas do resíduo integral do processamento de doce de goiaba. Na primeira etapa caracterizou-se o resíduo integral do processamento de doce de goiaba e seu extrato em que se avaliou a disponibilidade de nutrientes presentes tanto no resíduo como no extrato. Na etapa de avaliação das formulações, analisou-se o efeito da razão extrato/açúcar e concentração de pectina sobre as características físicas, físico-químicas e sensoriais da geléia de resíduo de goiaba. Os resultados indicaram que, para utilizar o extrato do resíduo de goiaba, deve-se ajustar o pH e adicionar quantidades suficientes de pectina a fim de se obter um produto de consistência adequada. Durante a avaliação das formulações, os resultados indicaram que a relação extrato/açúcar apresentou maior influência sobre as respostas estudadas, com exceção da adesividade, a qual somente foi influenciada pela concentração de pectina e que a maior aceitabilidade das geléias foi com razão extrato/açúcar de 40/60 a 60/40 e concentração de pectina de 0,5% a 1,5%.

Palavras-chave: geléia, resíduo, processamento.

* Comitê Orientador: Dra. Fabiana Queiroz – UFLA – MG (Orientadora);
Dra. Soraia Vilela Borges – UFLA – MG.

GENERAL ABSTRACT

PEREIRA, Patrícia Aparecida Pimenta. **Preparation of jelly using waste processing guava (*Psidium guajava* L.)** 2009. 107p. Dissertation (Master's in Food Science) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG*.

Brazil is the third largest producer of guava. It is estimated that the amount of guava processed about 10 tons of waste are generated annually in most of the time, are discarded in the open or in landfills. Currently, there are several studies for the use of agro-industrial residues, since they have high nutritional value. The peanut butter is a product made with pulp or extract, sugar, pectin and acid, in quantities sufficient for the formation of the gel. This work was carried out to optimize jams coming from the whole residue of processing sweet guava. The first stage consisted of the whole residue of the processing of sweet guava and your statement in which they assessed the availability of nutrients in the waste as much in the extract. In the evaluation stage of the formulations, we analyzed the effect of the ratio of extract / sugar and pectin concentration on the physical, physicochemical and sensory jelly residue guava. The results indicated that to use the extract of guava waste must adjust the pH and add enough pectin in order to obtain a suitable consistency. During the evaluation of formulations, the results indicated that the ratio of extract / sugar had a greater influence on the responses studied, except for adhesiveness, which was only affected by the concentration of pectin and that the greater acceptability of the jellies was right to extract/sugar 40/60 to 60/40 and the concentration of pectin from 0.5% to 1.5%.

Keywords: jelly, waste, processing.

* Guidance Committee: Dra. Fabiana Queiroz – UFLA – MG (Adviser);
Dra. Soraia Vilela Borges – UFLA – MG.

CAPÍTULO 1

ELABORAÇÃO DE GELÉIA UTILIZANDO RESÍDUO DO PROCESSAMENTO DE GOIABA (*Psidium guajava* L.)

1 INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil é um dos países que mais tem desperdiçado recursos naturais, financeiros, oportunidades e alimentos. Estes são literalmente atirados no lixo a cada dia, não possibilitando seu retorno. Como sintoma de desorganização e desestruturação, o desperdício está incorporado à cultura brasileira, ao sistema de produção, à engenharia do país, provocando perdas irrecuperáveis na economia, ajudando o desequilíbrio do abastecimento, diminuindo a disponibilidade de recursos para a população.

No Brasil existem inúmeras agroindústrias processadoras de frutas. Estas agroindústrias acumulam toneladas de resíduos que são, na maioria das vezes, descartados a céu aberto ou em aterros sanitários. Essa grande quantidade de resíduos, segundo alguns autores, constitui 65-70% da massa total dos frutos, com algumas variações, conforme a espécie do fruto.

Uma alternativa para o aproveitamento destes resíduos consiste em produzir alimentos perfeitamente passíveis de serem incluídos na alimentação humana, uma vez que, estes resíduos são formados, principalmente, por cascas e sementes, os quais são constituídos basicamente por carboidratos, proteínas e pectina, o que possibilita seu aproveitamento para a produção de doces e geléias, tornando-se uma escolha viável para resolver o problema da eliminação dos resíduos, além de aumentar seu valor comercial.

A goiaba é um fruto tropical que pertence ao gênero *Psidium* da família *Myrtaceae*, sendo amplamente distribuída pelas regiões tropicais e subtropicais do mundo. Acredita-se que o seu local de origem seja a América Tropical (Xisto, 2002).

O Brasil é um dos maiores produtores mundiais da fruta, junto com outros países como México, Paquistão e Índia (Sato et al., 2004). Constitui uma

das mais importantes matérias-primas para a indústria de sucos, polpas e néctares, tendo grande aceitação no mercado (Brunini et al., 2002).

No processamento da goiaba, após o despolpamento, obtém-se um resíduo composto por polpa e, principalmente sementes, na proporção de 4% a 12% da massa total dos frutos beneficiados (Prasad & Azzemoddi, 1994; Mantovani et al., 2004). Segundo Silva et al. (2009), estima-se que cerca de 202 mil toneladas de goiaba são processadas pelas indústrias brasileiras por ano, o que corresponde à, aproximadamente 12 mil toneladas de resíduos.

Diante desta problemática, com este trabalho objetivou-se utilizar o resíduo do processamento de goiaba na produção de geléia.

Os objetivos específicos foram:

- Caracterizar o resíduo e o extrato do resíduo do processamento da goiaba.
- Avaliar o efeito da relação extrato/açúcar e concentração de pectina sobre as características físicas e físico-químicas da geléia de resíduo do processamento de goiaba.
- Avaliar diferentes formulações de geléia do resíduo de goiaba por meio das respostas sensoriais dos consumidores, obtidas pelo teste de aceitação, utilizando metodologia de superfície de resposta, teste de médias, mapa de preferência externo (análise dos componentes principais).

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Goiaba

A goiaba é um fruto tropical que pertence ao gênero *Psidium* da família *Myrtaceae*, sendo amplamente distribuída pelas regiões tropicais e subtropicais do mundo. Acredita-se que o seu local de origem seja a América Tropical (Xisto, 2002).

O Brasil é um dos maiores produtores mundiais de goiaba, junto com outros países como México, Paquistão e Índia (Sato et al., 2004). O Estado de São Paulo é o maior produtor de goiaba no país, com 6 mil hectares plantados, o que totaliza cerca de 70% da produção nacional (Leite et al., 2006).

No mundo há mais de 400 cultivares de goiaba, apesar de apenas algumas poucas dezenas serem, de fato, plantadas em escala comercial. As principais cultivares de polpa vermelha são ‘Paluma’, ‘Pedro Sato’, ‘Sassaoka’ e ‘Rica’ e, entre as de polpa branca, as de maior importância econômica são ‘Kumagai’ e ‘Ogawa’ (Pommer et al., 2006).

O fruto é do tipo baga, apresentando formato predominante ovulado, piriforme e arredondado, com diâmetro médio de 5 a 7 cm e peso médio de 80 gramas. A cor da polpa dos frutos pode apresentar diversas tonalidades: branca, creme, amarelada, amarelo-ouro, rósea e vermelho-escuro. A polpa é sucosa e doce, com numerosas sementes reniformes, duras, com tamanho de 2 a 3 mm (Zambão & Bellintani Neto, 1998).

A época normal de produção da goiaba encontra-se entre janeiro e março, mas por meio de práticas culturais como a poda e a irrigação, é possível realizar a colheita durante o ano todo. O índice de maturidade ideal para a colheita é reconhecido pelos produtores observando o tamanho, a consistência e a cor do fruto (Siddiqui et al., 1991).

Destaca-se não só pelo seu aroma e sabor agradável, como também pela sua rica composição nutricional, que apresenta teores elevados de vitamina C, minerais, fibras, beta-caroteno e licopeno (Queiroz et al., 2007).

A goiaba constitui uma das mais importantes matérias-primas para a indústria de sucos, polpas e néctares, tendo grande aceitação no mercado (Brunini et al., 2002).

É uma fruta que apresenta intensa atividade metabólica, tornando-se altamente perecível, entrando em senescência rapidamente após o amadurecimento, o que impede seu armazenamento por longos períodos (Vila et al., 2007).

Os principais fatores que depreciam a qualidade pós-colheita da goiaba são a perda rápida da cor verde, a maciez excessiva, a incidência elevada de podridão e a perda de turgidez (Jacomino et al., 2001).

De acordo com Jackix (1988), a goiaba é classificada como um fruto rico em pectina e de acidez média. Tais características têm grande importância prática para a obtenção de doce de frutas, uma vez que, a pectina é o principal componente para a formação do gel e a presença de ácido é atribuída à menor dissociação das carbonilas livres nas moléculas de pectina, o que diminui a repulsão intermolecular e favorece a formação de ligações cruzadas, essenciais para a geleificação (Löfgren & Hermansson, 2007; Menezes, 2008; Lutz et al., 2009).

2.2 Resíduos agroindustriais

Resíduos agroindustriais são os elementos considerados não diretamente produtivos, que são gerados ao se cultivar, criar e elaborar produtos agrícolas não manufaturados, como frutas, vegetais e grãos (Lira, 2008).

Além do consumo *in natura*, produtos industrializados como doce em massa (goiabada), geléia e suco, são as principais formas de consumo de frutas no Brasil. No processamento da goiaba, após o despulpamento, obtém-se um resíduo composto principalmente por polpa e sementes, na proporção de 4% a 12% da massa total dos frutos beneficiados, os quais têm sido descartados pelas indústrias a céu aberto ou, raramente, em aterros sanitários (Prasad & Azzemoddi, 1994; Mantovani et al., 2004). Segundo Silva et al. (2009), estima-se que 202 mil toneladas de goiaba são processadas pelas indústrias brasileiras por ano, o que corresponde à, aproximadamente, 12 mil toneladas de resíduos.

Nos últimos anos, vários pesquisadores brasileiros vêm estudando o aproveitamento de resíduos, como as cascas de frutas acumuladas pelas agroindústrias para a produção de alimentos ou ingredientes. Estas cascas podem ser incluídas na dieta humana, como por exemplo, as cascas de maracujá, de laranja, de limão, de maçã e de outras frutas. A utilização econômica de resíduos de frutas, oriundos do mercado *in natura* ou das agroindústrias, aliada ao desenvolvimento de tecnologias para minimizar as perdas nos processos produtivos, pode contribuir de forma significativa para a economia do país e para a diminuição dos impactos ambientais (Oliveira et al., 2002).

Os resíduos podem conter muitas substâncias de alto valor nutricional. Se for empregada uma tecnologia adequada, este material pode ser convertido em produtos comerciais ou matérias-primas para processos secundários (Laufenberg, 2003).

Ferrari et al. (2004) realizaram um estudo para caracterizar e verificar um melhor aproveitamento das sementes do processamento do suco do maracujá na alimentação humana. Segundo os autores, cascas e sementes de maracujá, provenientes do processo de corte e extração da fruta, para obtenção do suco, são ainda, atualmente, em grande parte descartadas. Como este descarte

representa inúmeras toneladas, agregar valor a estes subprodutos é de interesse econômico, científico e tecnológico. Esses autores ainda afirmam que o óleo extraído das sementes de maracujá pode ser utilizado na alimentação humana e animal e, também, usado pela indústria de cosméticos.

Borges et al. (2004) desenvolveram um estudo sobre a viabilidade da utilização de resíduos das indústrias de conserva de abacaxi da região de Pelotas-RS para produção de suco. O aproveitamento do suco-base foi feito considerando-se a obtenção das cascas, centros e aparas da fruta e consistiu das etapas de branqueamento, prensagem e filtragem. Conclui-se que é viável a elaboração de suco de abacaxi com resíduos de sua industrialização, baseado em sua elevada aceitação sensorial.

Kobori & Jorge (2005) realizaram um estudo cuja finalidade foi caracterizar os óleos extraídos das sementes de laranja, maracujá, tomate e goiaba, como aproveitamento de resíduos industriais. As análises realizadas indicaram que esses óleos possuem características físico-químicas semelhantes a alguns óleos comestíveis, podendo ser uma fonte de óleos para o consumo humano.

Reda et al. (2005) fizeram a caracterização dos óleos de sementes de limão e de limão siciliano, considerados resíduos industriais e concluíram que têm propriedades semelhantes aos dos óleos vegetais com boa perspectiva de utilização na produção de alimentos.

Silva & Zambiasi (2008) verificaram a viabilidade de elaboração de geléias com resíduos de polpa e de casca de abacaxi, visando ao aproveitamento parcial dos resíduos de abacaxi gerados pela agroindústria.

Dias et al. (2009) estudaram a utilização da casca do maracujá na elaboração de doces em massa.

2.3 Geléia

As geléias constituem-se numa importante alternativa para o processamento, aproveitamento e consumo de frutas.

Os primeiros padrões de geléias surgiram com a Resolução CNNPA nº12, de 24 de julho de 1978 da ANVISA (Brasil, 1978), a qual define “geléia de frutas como o produto obtido pela cocção de frutas inteiras ou em pedaços, polpa ou suco de frutas, com açúcar e concentrado até consistência gelatinosa. Pode ser adicionado glicose ou açúcar invertido para conferir brilho ao produto e tolerada a adição de acidulantes e pectina para compensar qualquer deficiência no conteúdo natural de pectina ou de acidez da fruta. O produto deve ser concentrado até que o °Brix atinja valor suficiente para que ocorra a geleificação durante o resfriamento”.

Complementando a legislação acima, a Resolução CTA nº5 de 08 de outubro de 1979 (Brasil, 1979) determina novas características às geléias, como apresentar sob aspecto de bases gelatinosas, de consistência tal que, quando extraídas de seus recipientes, sejam capazes de se manter no estado semi-sólido. As geléias transparentes sem pedaços de frutas devem apresentar elasticidade ao toque, retornando a sua forma primitiva após ligeira pressão. A cor e o odor devem ser próprios da fruta de origem. O sabor deve ser doce, semi-ácido, de acordo com a fruta de origem (Brasil, 1979).

Com o surgimento da Resolução de Diretoria Colegiada ANVISA (RDC nº272, de 22 de setembro de 2005), as resoluções CNPPA de 12/78 e CTA 05/79 foram revogadas. Nesta legislação as geléias passam a ser contempladas na categoria de “produtos oriundos de frutas, inteira(s), ou em parte(s) e ou semente(s), obtidas por secagem e ou desidratação, e ou laminação e ou fermentação, e ou concentração e ou congelamento, e ou outros processos tecnológicos considerados seguros para a produção de alimentos. Devem ser

designadas por denominações consagradas pelo uso, seguidas de expressões relativa(s) ao(s) ingredientes que caracteriza(m) o produto. A designação pode ser seguida de expressões relativas ao processo de obtenção e ou forma de apresentação e ou característica específica” (Brasil, 2005).

Segundo García-Martínez et al. (2002), geléias são produtos formulados com, no mínimo, 40% de frutas (30% para cítricos) e sólidos.

Geléias de frutas são comumente usadas para acompanhar pão, bolacha e derivados, ou empregadas em recheio de bolo e artigos de confeitaria. Podem ser consideradas como segundo produto em importância comercial para a indústria de conservas de frutas brasileiras. Em outros países, principalmente os europeus, assumem papel de destaque, tanto no consumo quanto na qualidade (Mélo et al., 1999).

A elaboração de geléia implica no controle do tempo de cozimento e temperatura e uma concentração de açúcar suficiente para ocorrer a geleificação sem comprometer o sabor, a cor e a textura das geléias. O tempo médio de cozimento é de 10 a 35 min à temperatura de 120°C, aproximadamente. Entretanto estes valores podem variar, pois dependem do tipo e da variedade da fruta. Outros fatores importantes para a geleificação são o pH e a pectina. O pH pode variar entre 2,8 e 3,5 (Royer et al., 2006).

2.4 Constituintes das geléias

As geléias são constituídas por frutas, açúcares, pectina e ácido, em quantidades suficientes para a formação do gel.

2.4.1 Frutas

A matéria-prima para o processamento da geléia pode apresentar-se sob diversas formas, variando de acordo com o produto acabado que se deseja, por

exemplo, com ou sem pedaços de frutas, frutas congeladas, polpas ou sucos (Licodiedoff, 2008).

As frutas devem estar suficientemente maduras (mas não em demasia) e devem ter bom aroma. Frutas levemente verdes têm maior rendimento de pectina que as supermaduras, porque, conforme a fruta amadurece, a pectina decompõe-se em ácido péctico, não formando gel (Jackix, 1988; Tavares et al., 2003). Por outro lado, frutas verdes não apresentam aroma e sabor característico da fruta.

A quantidade de pectina extraída depende do grau de desintegração da protopectina durante o processo de aquecimento. Na prática, usa-se uma mistura de frutas maduras, que tem melhor aroma, cor e sabor, com frutas mais verdes, com maior teor de pectina. Muitas frutas são ricas em pectina e ácido e são as mais indicadas para geléias e doces em massa. Outras são ricas em pectina ou em ácido, ou deficiente em ambos, conforme o caso a complementação é feita com ácido e/ou pectina comercial. Os frutos como ingredientes de geléia possuem poder adoçante, acidificante, conservante, corante e flavorizante. Oferecem uma imagem saudável e combinam açúcares naturais, fibras, vitaminas e minerais (Masmoudi et al., 2008).

Na produção de doces e geléias podem ser usados frutos in natura ou polpas de frutas congeladas durante a safra, garantindo, assim, a disponibilidade deste produto para consumo o ano todo (Freitas et al., 2008).

2.4.2 Pectina

As pectinas formam um grupo complexo de polissacarídeos estruturais que são encontrados na parede celular primária e nas camadas intercelulares de plantas terrestres (Milos et al., 2007). Elas estão associadas à celulose e hemicelulose e são mais abundantes em frutos e tecidos jovens, tais como casca

de frutas cítricas (30%), dentre as quais o limão é a fonte mais abundante (Morris et al., 2002).

O maior constituinte da estrutura da pectina é o ácido galacturônico, formado por ligações α -1,4 tipo glicosídicas. As zonas galacturônicas que representam de 80% a 90% da pectina podem ser particularmente esterificadas com grau de esterificação (DE) variados (Tsoga et al., 2004).

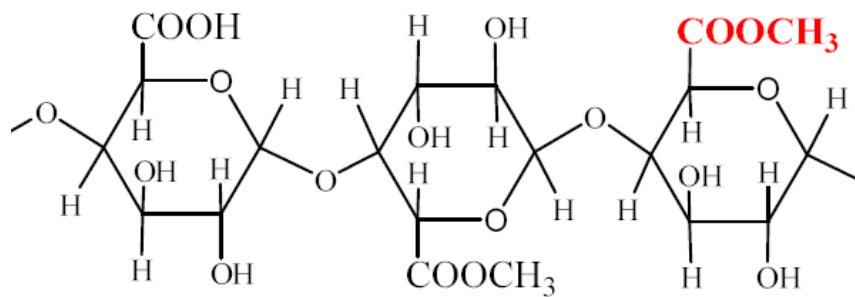
Observa-se na Figura 1 a estrutura da pectina de alto e baixo teor de metoxilação e da pectina amidada.

As pectinas comumente encontradas na natureza apresentam-se sob diversas formas, dentre as quais podemos citar as protopectinas, ácidos pectínicos e ácidos pécticos (Chitarra, 1994).

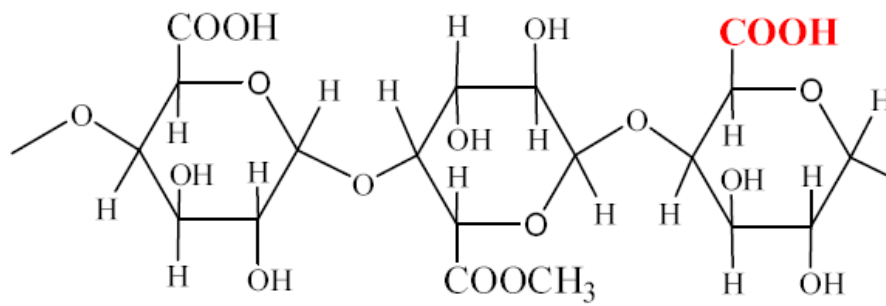
A protopectina é abundante em frutas verdes que já tenham atingido o pleno desenvolvimento. Encontram-se ligadas ao cálcio das paredes celulares, formando o pectato de cálcio, o qual é insolúvel em água e tem a maior parte dos seus grupos carboxílicos esterificados. Durante o subsequente amadurecimento, ela é hidrolisada para pectina por ação enzimática e, durante o apodrecimento ou amadurecimento demasiado, a pectina pode ser decomposta e formar o álcool metílico e o ácido péctico (Chitarra, 1994).

Os ácidos pectínicos são considerados substâncias coloidais, não necessariamente solúveis em água e contêm uma proporção variável de grupos metoxilas na forma de ésteres. São obtidos da hidrólise da protopectina pela ação das enzimas poligalacturonases (PG) à medida que a planta avança sua maturação (Bobbio & Bobbio, 2003).

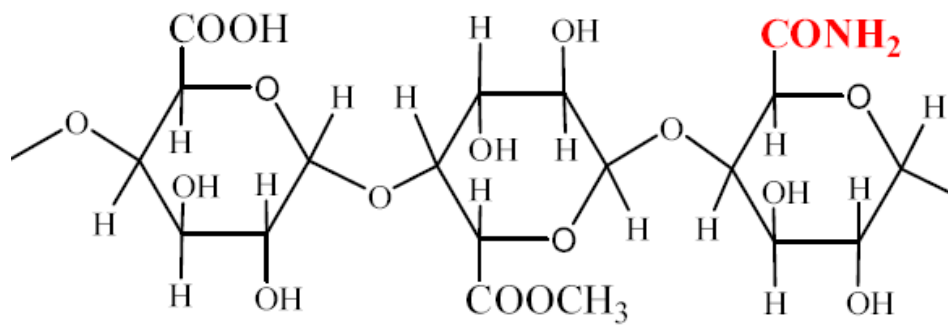
Os ácidos pécticos são oriundos da ação das enzimas pectinametilsterase (PME), durante o processo de amadurecimento, promovendo a remoção dos grupos metílicos dos polímeros, originando as substâncias pécticas que não formam gel (Chitarra, 1994).



(a)



(b)



(c)

FIGURA 1 Estruturas das pectinas de (a) alto teor de metoxilação, (b) baixo teor de metoxilação, (c) pectina amidada.

Fonte: Licodiedoff (2008).

As pectinas comerciais classificam-se no Brasil como aditivos, para os quais o Ministério da Saúde aprova a inclusão nos alimentos com a função de estabilizante, espessante, geleificante; além de ser utilizada em gelatos comestíveis. A quantidade a ser utilizada condiz com o percentual necessário para se obter o efeito desejado (Brasil, 2007).

Uma característica de fundamental importância nas pectinas comerciais é o seu grau de metoxilação cujo grau relaciona-se com a quantidade de ácidos galacturônicos esterificados com grupamentos metílicos CH_3 e as pectinas classificadas como as de baixa e de alta metoxilação. As pectinas com alto grau de metoxilação (HMP) apresentam teores na faixa 55% a 75% de grupos metoxílicos na forma esterificada. Já nas de baixo grau de metoxilação (LMP) esses teores variam na faixa 15% a 45%. Quando amidadas, as pectinas de baixo teor em grupamentos metoxílicos apresentam composição em grupamentos amida na faixa 10% a 25%. As HMP possuem considerável poder geleificante e são amplamente usadas na geleificação de sucos de frutas para a obtenção de geléias (Brandão & Andrade, 1999).

Em geral a geléia acabada deve conter de 0,5% a 1,5% em massa de pectina (Licodiedoff, 2008).

2.4.3 Açúcares

O açúcar é um dos componentes utilizados na elaboração da geléia juntamente com a pectina e o ácido. Quando usado em proporções determinadas, contribui para a formação do gel com teor de sólidos solúveis variando de 64 a 71°Brix (Figura 2).

O tipo de açúcar apresenta importância na elaboração de geléias. Na prática, geralmente, adiciona-se sacarose que é parcialmente hidrolisada durante o processo de cocção. A baixa inversão da sacarose poderá provocar

cristalização, enquanto que a alta inversão poderá resultar numa granulação de dextrose (glucose) no gel (Gava, 1998).

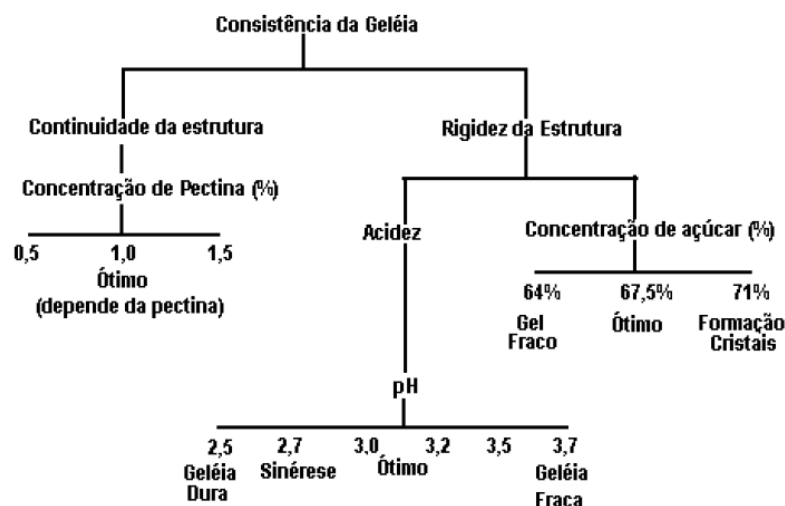


FIGURA 2 Diagrama de Raich para a consistência das geléias
Fonte: Jackix (1988).

Além de contribuir para a formação do gel, o açúcar age como um conservante, inibindo o crescimento de microrganismos, pelo fato de aumentar a pressão osmótica com a consequente redução da atividade de água (Licodiedoff, 2008).

2.4.4 Acidulantes

A adição de acidulantes tem por finalidade abaixar o pH, para se obter geleificação adequada e realçar o aroma natural da fruta, além de inibir o desenvolvimento de microrganismos (Ferreira et al., 2004). Quando a fruta a ser utilizada apresenta quantidades insuficientes ou a ausência destes acidulantes, torna-se necessária a adição do mesmo, obedecendo aos limites

permitidos pela legislação vigente (Morais, 2000). Observa-se na Tabela 1 as características de algumas frutas quanto ao teor de pH e pectina.

TABELA 1 Características de algumas frutas quanto ao teor de pH e pectina.

	pH	PECTINA
ABACAXI	3,7-4,1	Pobre
ACEROLA	2,8-3,5	Pobre
BANANA	5,0	Média
CACAU	3,2-3,4	Rica
CAJU	3,2-4,6	Pobre
GOIABA	3,7-4,7	Média
MANGA	3,2-4,3	Rica
MARACUJÁ	2,5-3,2	Pobre
MORANGO	3,4-4,4	Pobre

Fonte: Morais (2000).

De acordo com Jackix (1988), em geléias convencionais, o valor do pH deve estar situado entre 3,0 e 3,4. Abaixo destes valores a formação do gel não ocorre, pois, o excesso de ácido enfraquece as fibras da rede.

Recomenda-se a adição do ácido ao final do processo, se possível, porque a pectina em meio ácido e sob aquecimento, sofre hidrólise perdendo totalmente o poder geleificante (Jackix, 1988).

2.5 Formação do gel

A geleificação de polissacarídeos é crítica para a formação da textura desejada em muitos produtos alimentícios (Silva et al., 1995).

O estado “gel” é considerado como sendo um estado próximo ao estado sólido, que se caracteriza como um sólido “soft” em consequência de suas propriedades físicas, ou seja, exibe uma deformação elástica quando submetido a uma tensão (Collares et al., 2002).

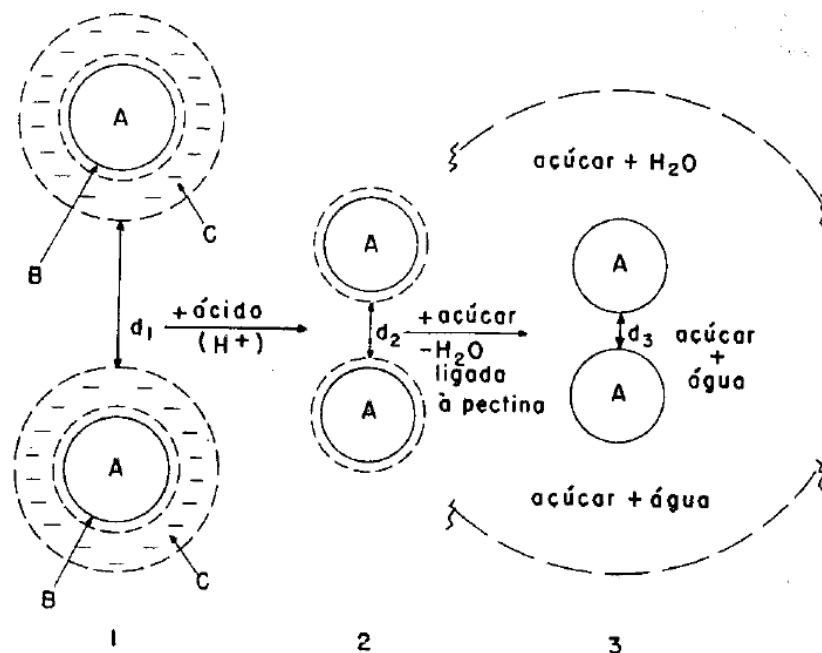
Segundo Oakenfull (1987), os géis de pectina são descritos como um estado intermediário entre o estado sólido e o estado líquido, constituído por uma rede tridimensional de pectina imobilizada em um componente aquoso. A água, pH e cosoluto (geralmente a sacarose) influenciam nas forças intermoleculares, contribuindo para a estrutura do gel que, inversamente, impede a separação da fase aquosa.

O mecanismo de geleificação das pectinas é governado pelo seu grau de esterificação (DE). Para pectina de baixo grau de metoxilação (LMP, DE<50%), a geleificação é resultante de interações iônicas não-covalentes específicas entre grupos de resíduos de ácidos galacturônicos da rede de pectina e cátions divalentes, como o cálcio (Cardoso et al., 2003). Nota-se que a afinidade das cadeias de pectina em direção ao cálcio aumenta com o decréscimo do grau de esterificação ou força iônica e com o aumento da concentração do polímero (Garnier et al., 1994). A estrutura tridimensional do gel de pectina BTM envolve sequências de dois ácidos galacturônicos, dispostos paralelamente, formando a ponte íons Ca^{+2} e carboxilas livres, entrelaçando-as, estando suplementadas por pontes de hidrogênio. Zonas de junção secundárias podem surgir das pontes de hidrogênio com moléculas de água e açúcar (Fizman, 1989), esta junção é chamada de “modelo de caixa de ovos”. No entanto, altas concentrações do íon cálcio podem causar formação de forças repulsivas nas zonas de junção ou ligações excessivas entre as moléculas, causando contração e gerando a sinérese, que consiste na expulsão espontânea da fase aquosa da rede do gel (Chim et al., 2006).

Já para pectinas de alto grau de metoxilação (HMP, DE>50%), formam géis principalmente pela interação hidrofóbica e pontes de hidrogênio a pH menor que 3,5 e na presença de grande concentração de açúcar (Löfgren & Hermansson, 2007).

O controle do pH é essencial para o sucesso na formação do gel de pectina com alto teor de metoxilação. Baixos valores de pH aumentam a porcentagem de uniformidade dos grupos carboxílicos, reduzindo a repulsão eletrostática entre as redes de pectinas adjacentes (Crandall & Wicker, 1986).

Observa-se na Figura 3 a formação do gel de pectina com alto grau de metoxilação.



- A = micela de pectina dispersa em água;
- B = camada de água de hidratação;
- C = campo elétrico com cargas negativas;
- 1- (d_1) = distância A-A é muito grande e há repulsão eletrostática;
- 2- (d_2) = distância A-A é grande pela presença de água de hidratação. Não há mais repulsão eletrostática;
- 3- (d_3) = distância A-A é suficientemente pequena para permitir ligações de hidrogênio entre moléculas da micela.

FIGURA 3 Formação do gel.
 Fonte: Bobbio & Bobbio (2003).

A solução coloidal de pectina de alta metoxilação contém micelas (A) altamente hidratadas e com cargas negativas em virtude dos grupos COO^- (C). Estas cargas causam a repulsão (d_1) entre as micelas de pectina obrigando a molécula a adotar uma configuração linear, que não forma gel (Bobbio & Bobbio, 2003).

Para a passagem de 'sol' a 'gel' é necessário que ocorra a aproximação das micelas (A), que só ocorre mediante a redução do campo negativo ao redor dessas estruturas. Para isso usam-se ácidos, os quais liberam íons H^+ que fazem a protonação dos grupos carboxílicos ionizados negativamente (C) deixando as micelas mais próximas. Geralmente este processo se dá com a redução do pH para valores na faixa de 2,8 a 3,5. Com a protonação dos grupos carboxílicos, as micelas situam-se a uma distância menor (d_2), no entanto, ainda não é suficiente para o estabelecimento de ligações do gel graças à presença de moléculas de água ao redor das micelas. Nesta fase da geleificação os açúcares livres têm fundamental importância. Ao se ligarem na água, deixam menor quantidade de água (H_2O) disponível para as micelas, reduzindo ainda mais a distância entre elas (d_3) (Bobbio & Bobbio, 2003). É por meio das interações hidrofóbicas e das pontes de hidrogênio que o gel é formado (Löfgren & Hermansson, 2007).

3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BOBBIO, F. O.; BOBBIO, P. A. **Introdução à química de alimentos**. 3. ed. São Paulo: Livraria Varela, 2003. 238 p.

BORGES, C. D.; CHIM, J. F.; LEITÃO, A. M.; PEREIRA, E.; LUVIELMO, M. M. Produção de suco de abacaxi obtido a partir dos resíduos da indústria conserveira. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, Curitiba, v. 22, n. 1, p. 23-34, jan./jun. 2004.

BRANDÃO, E. M.; ANDRADE, C. T. Influência de fatores estruturais no processo de gelificação de pectinas de alto grau de metoxilação. **Polímeros: Ciência e Tecnologia**, São Carlos, v. 9, n. 3, p. 38-44, jul./set. 1999.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução CTA n. 5, de 1979. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, p. 1-2, 7 out. 1979. Seção 1. Disponível em: < <http://www.anvisa.gov.br/e-legis/>>. Acesso em: 15 jul. 2009.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução de Diretoria Colegiada-RDC n. 272, de 22 de setembro de 2005. Regulamento técnico para produtos de vegetais, produtos de frutas e cogumelos comestíveis. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 22 set. 2005. Disponível em: < <http://www.anvisa.gov.br/e-legis/>>. Acesso em: 15 jul. 2009.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução-RDC ANVISA/MS n. 65, de 04 de outubro de 2007. Atribuição de aditivos alimentares, suas funções e seus limites máximos para geléias de frutas, vegetais, baixa caloria e mocotó. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 4 out. 2007. Seção 1. Disponível em: < <http://www.anvisa.gov.br/e-legis/>>. Acesso em: 15 jul. 2009.

BRASIL. Ministério da Saúde. Resolução de Diretoria Colegiada n. 12, de 24 de julho de 1978. Normas Técnicas Relativas a Alimentação e Bebidas. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, p. 1-75, 24 dez. 1978. Seção 1. Disponível em: < <http://www.anvisa.gov.br/e-legis/>>. Acesso em: 15 jul. 2009.

BRUNINI, M. A.; OLIVEIRA, A. L.; VARANDA, D. B. Avaliação da qualidade de polpa de goiaba 'Paluma' armazenada a -20°C. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 3, p. 201-207, dez. 2002.

CARDOSO, S. M.; COIMBRA, M. A.; SILVA, J. A. L. Temperature dependence of the formation and melting of pectin-Ca²⁺ networks: a rheological study. **Food Hydrocolloids**, Oxford, v. 17, n. 6, p. 801-807, nov. 2003.

CHIM, J. F.; ZAMBIAZI, R. C.; BRUSCATTO, M. H. Doces em massa *light* de morango: caracterização físico-química e sensorial. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 17, n. 3, p. 295-301, jul./set. 2006.

CHITARRA, M. I. F. Colheita e qualidade pós-colheita de frutos. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 7, n. 179, p. 8-18, jan./fev. 1994.

COLLARES, F. P.; KIECKBUSCH, T. G.; FINZER, J. R. D. A transição vítrea em produtos alimentícios. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 5, n. 5, p. 117-130, 2002.

CRANDALL, P. G.; WICKER, L. Pectin internal gel strength: theory, measurement and methodology. In: MARSHALL, L.; FISHMAN, J. J. J. **Chemistry and function of pectins**. Oxford: American Chemical Society, 1986. chap. 8, p. 88-102.

DIAS, M. V.; FIGUEIREDO, L. P.; VALENTE, W. A.; FERRUA, F. Q.; PEREIRA, P. A. P.; PEREIRA, A. G. T.; BORGES, S. V.; CLEMENTE, P. R. Estudo de variáveis de processamento para produção de doce em massa da casca de maracujá (*Passiflora edulis f. flavicarpa*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 29, 2009. No prelo.

FERRARI, R. A.; COLUSSI, F.; AYUB, R. A. Caracterização de subprodutos da industrialização do maracujá-aproveitamento das sementes. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 1, p.101-102, abr. 2004.

FERREIRA, I. M. P. L. V. O.; PESTANA, N.; ALVES, M. R.; MOTA, F. J. M.; REU, C.; CUNHA, S.; OLIVEIRA, M. B. P. P. Quince jam quality: microbiological, physicochemical and sensory evaluation. **Food Control**, Guildford, v. 15, n. 4, p. 291-295, June 2004.

FISZMAN, S. M. Propiedades funcionales de los hidrocoloides polisacáridos-mecanismos de gelificación. **Revista de Agroquímica y Tecnología de Alimentos**, Valencia, v. 29, n. 4, p. 415-429, 1989.

FREITAS, J. B.; CÂNDIDO, T. L. N.; SILVA, M. R. Geléia de gabirola: avaliação da aceitabilidade e características físicas e químicas. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 38, n. 2, p. 87-94, jun. 2008.

GÁRCIA-MATÍNEZ, E.; RUIZ-DIAZ, G.; MARTÍNEZ-MONZÓ, J.; CAMACHO, M. M.; MARTÍNEZ-NAVARRETE, N.; CHIRALT, A. Jam manufacture with osmodehydrated fruit. **Food Research International**, Barking, v. 35, n. 2/3, p. 301-306, 2002.

GARNIER, C.; AXELOS, M. A. V.; THIBAUT, J. F. Selectivity and cooperativity in the binding of calcium ions by pectins. **Carbohydrate Research**, Amsterdam, v. 256, n. 1, p. 71-81, Mar. 1994.

GAVA, A. J. **Princípios de tecnologia de alimentos**. 2. ed. São Paulo: Nobel, 1998. 284 p.

JACKIX, M. H. **Doces, geléias e frutas em calda**. São Paulo: Ícone, 1988. 158 p.

JACOMINO, A. P.; SARANTÓPOULOS, C. I. G. L.; SIGRIST, J. M. M.; KLUGE, R. A.; MINAMI, K. Sensorial characteristics of 'Kumagai' guavas submitted to passive modified atmosphere in plastic packages. **Journal of Plastic Films & Sheeting**, London, v. 17, n. 1, p. 6-21, Jan. 2001.

KOBORI, C. N.; JORGE, N. Caracterização dos óleos de algumas sementes de frutas como aproveitamento de resíduos industriais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 5, p. 1008-1014, out. 2005.

LAUFENBERG, G. Transformation of vegetable waste into added products: (A) the upgrading concept; (B) practical implementations. **Bioresource Technology**, Essex, v. 87, n. 2, p. 167-198, Apr. 2003.

LEITE, K. M. S. C.; TADIOTTI, A. C.; BALDOCHI, D.; OLIVEIRA, O. M. M. F. Partial purification, heat stability and kinetic characterization of the pectinmethylesterase from Brazilian guava, Paluma cultivars. **Food Chemistry**, London, v. 94, n. 4, p. 565-572, Apr. 2006.

LICODIEDOFF, S. **Influência do teor de pectinas comerciais nas características físico-químicas e sensoriais da geléia de abacaxi (*Ananas comosus* (L.) Merrill).** 2008. 119 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

LIRA, R. C. **Valor nutricional e utilização do resíduo da goiaba (*Psidium guajava* L.) e do tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) na alimentação de frangos de corte.** 2008. 92 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

LÖFGREN, C.; HERMANSSON, A. M. Synergistic rheological behavior of mixed HM/LM pectin gels. **Food Hydrocolloids**, Oxford, v. 21, n. 3, p. 480-486, May 2007.

LUTZ, R.; ASERIN, A.; WICKER, L.; GARTI, N. Structure and physical properties of pectins with block-wise distribution of carboxylic acid groups. **Food Hydrocolloids**, Oxford, v. 23, n. 3, p. 786-794, May 2009.

MANTOVANI, J. R.; CORRÊA, M. C. M.; CRUZ, M. C. P. da; FERREIRA, M. E.; NATALE, W. Uso de fertilizante de resíduo da indústria processadora de goiaba. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 2, p. 339-342, ago. 2004.

MASMOUDI, M.; BESBES, S.; CHAABOUNI, M.; ROBERT, C.; PAQUOT, M.; BLECKER, C.; ATTIA, H. Optimization of pectin extraction from lemon by-product with acidified date juice response surface methodology. **Carbohydrate Polymers**, Barking, v. 74, n. 2, p. 185-192, Oct. 2008.

MÉLO, E. A.; LIMA, V. L. A. G.; NASCIMENTO, P. P. Formulação e avaliação físico-química e sensorial de geléia mista de pitanga (*Eugenia uniflora* L.) e acerola (*Malpighia* sp). **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, Curitiba, v. 17, n. 1, p. 33-44, jan./jun. 1999.

MENEZES, C. C. **Otimização e avaliação da presença do sorbato de potássio e das embalagens sobre o doce de goiaba durante o armazenamento.** 2008. 145 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

MILOS, V.; NIKOLIC, A.; MOJOVIC, B. L. Hydrolysis of apple pectin by the coordinated activity of pectin enzymes. **Food Chemistry**, London, v. 101, n. 1, p. 1-9, 2007.

MORAIS, J. A. **Como montar e operar uma pequena fábrica de doces e geléias**. Viçosa, MG: Centro de Produções Técnicas, 2000. 101 p. (Manual, n. 207).

MORRIS, G. A.; FOSTER, T. J.; HARDING, S. E. A hydrodynamic study of the depolymerisation of a high methoxy pectin at elevated temperatures. **Carbohydrate Polymers**, Barking, v. 48, n. 3, p. 361-367, Nov. 2002.

OAKENFULL, D. Gelling agents. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Boca Raton, v. 26, n. 1, p. 1-25, 1987.

OLIVEIRA, L. F.; NASCIMENTO, M. R. F.; BORGES, S. V.; RIBEIRO, P. C. N.; RUBACK, V. R. Aproveitamento alternativo da casca do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) para a produção de doce em calda. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 22, n. 3, p. 259-262, dez. 2002.

POMMER, C. V.; MURAKAMI, K. R. N.; WATLINGTON, F. Goiaba no mundo. **O Agrônomo**, Campinas, v. 58, n. 1/2, p. 22-26, 2006.

PRASSAD, N. B. L.; AZEEMODDIN, G. Characteristics and composition of guava (*Psidium guajava* L.) seed and oil. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, Chicago, v. 71, n. 4, p. 457-458, Apr. 1994.

QUEIROZ, V. A. V.; BERBERT, P. A.; MOLINA, A. B. de; GRAVINA, G. A.; QUEIROZ, L. R.; DELIZA, R. Desidratação por imersão-impregnação e secagem por convecção de goiaba. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 10, p. 1479-1486, out. 2007.

REDA, S. Y.; LEAL, E. S.; BATISTA, E. A. C.; BARANA, A. C.; SCHNITZEL, E.; CARNEIRO, P. I. B. Caracterização dos óleos das sementes de limão rosa (*Citrus limonia* Osbeck) e limão siciliano (*Citrus limon*), um resíduo agroindustrial. **Ciência Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 4, p. 672-676, out./dez. 2005.

ROYER, G.; MADIETA, E.; SYMONEAUX, R.; JOURJON, F. Preliminary study of the production of apple pomace and quince jelly. **Food Science and Technology**, London, v. 39, n. 9, p. 1022-1025, Nov. 2006.

SATO, A. C. K.; SANJINEZ-ARGANDOÑA, E. J.; CUNHA, R. L. Avaliação das propriedades físicas, químicas e sensorial de preferência de goiabas em calda industrializadas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 24, n. 4, p.550-555, out./dez. 2004.

SIDDIQUI, S.; SHARMA, R. K.; GUPTA, O. P. Physiological and quality response of guava fruits to posture during storage. **HortScience**, Alexandria, v. 26, n. 10, p. 1295-1297, Oct. 1991.

SILVA, A. F. R.; ZAMBIAZI, R. C. Aceitabilidade de geléias convencional e light de abacaxi obtidas de resíduos da agroindústria. **Boletim do Centro de Pesquisa em Processamento de Alimentos**, Curitiba, v. 26, n. 1, p.1-8, jan./jun. 2008.

SILVA, E. P.; SILVA, D. A. T. da; RABELLO, C. B. V.; LIMA, R. B.; LIMA, M. B.; LUDKE, J. V. Composição físico-química e valores energéticos dos resíduos de goiaba e tomate para frangos de corte de crescimento lento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 38, n. 6, p. 1051-1058, jun. 2009.

SILVA, J. A. L.; GONÇALVES, M. P.; RAO, M. A. Kinetics and thermal behaviour of the structure formation process in HMP/sucrose gelation. **International Journal of Biological Macromolecules**, Guildford, v. 17, n. 1, p. 25-32, 1995.

TAVARES, L. B. B.; MACHADO, R.; BLEMER, R.; CARNEIRO, A. Avaliação das informações nos rótulos das embalagens de geléias e doces sabores morango e tutti-fruti. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 14, n. 1, p.27-33, 2003.

TSOGA, A.; RICHARDSON, R. K.; MORRIS, E. R. Role of cosolute in gelation of high-methoxy pectin. Part 1. Comparison of sugar and polyols. **Food Hydrocolloids**, Oxford, v. 18, n. 6, p. 907-919, Nov. 2004.

VILA, M. T. R.; LIMA, L. C. de O.; VILAS BOAS, E. V. de B.; HOJO, E. T. D.; RODRIGUES, L. J.; PAULA, N. R. F. de. Caracterização química e bioquímica de goiabas armazenadas sob refrigeração e atmosfera modificada. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 5, p. 1435-1442, set./out. 2007.

XISTO, A. L. R. P. **Conservação pós-colheita de goiaba 'Pedro Sato' com aplicação de cloreto de cálcio em condições ambiente.** 2002. 49 p. Dissertação (Mestrado em Agroquímica e Agrobioquímica) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

ZAMBÃO, J. C.; BELLINTANI NETO, A. M. **Cultura da goiaba.** Campinas: CATI, 1998. 23 p.

CAPÍTULO 2

CARACTERIZAÇÃO DO RESÍDUO E DO EXTRATO ORIUNDOS DO PROCESSAMENTO DE GOIABA (*Psidium guajava* L.)

1 RESUMO

No despulpamento de goiaba obtêm-se 4% a 12% de resíduo que são, na maioria das vezes, descartados a céu aberto. Estes resíduos possuem valor nutricional e podem ser aproveitados na elaboração de muitos produtos como geléias. A caracterização do resíduo é importante para verificar a viabilidade do emprego como matéria-prima na elaboração da geléia e necessidade de correções de ingredientes como ácido e pectina. Este trabalho foi realizado com o objetivo de caracterizar tanto o resíduo oriundo do processamento de goiaba como seu extrato. As análises foram: composição centesimal (umidade, extrato etéreo, proteína, cinzas e carboidratos) e análises físico-químicas (pH, acidez total titulável, pectina total e pectina solúvel). Com os resultados obtidos observou-se que o extrato do resíduo apresentou teor de extrato etéreo superior ao do resíduo, em decorrência à quebra das sementes durante a etapa de moagem, e uma quantidade de proteína e fibras inferior a do resíduo integral. Para a utilização do extrato na elaboração de geléias deve-se fazer o ajuste de pH e adicionar quantidades suficientes de pectina a fim de se obter um produto de consistência adequada.

Palavras-chave: resíduo, extrato, composição centesimal, análise físico-química

2 ABSTRACT

In pulping guava obtained by 4% to 12% of waste that are most often discarded in the open. These wastes have nutritional value and can be utilized in the development of many products such as jellies. The characterization of waste is important to check the viability of the job as raw material in the preparation of jam and need for corrections of ingredients such as acid and pectin. The objective of this study was to characterize both the waste coming from the processing of guava as your statement. It was analyzed chemical composition (moisture, lipids, protein, ash and carbohydrates) and physico-chemical (pH, total acidity, total pectin and soluble pectin). The results indicated that the extract obtained from the residue showed ether extract content than the residue, due to the breakdown of the seeds during the grinding step, and a quantity of protein and fiber than the residue. To use the extract in the preparation of jams due to the pH adjustment and add enough pectin in order to obtain a suitable consistency.

Keywords: waste, extract, composition, physical-chemical analysis

3 INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos maiores produtores mundiais de goiaba (*Psidium guajava* L.), junto com outros países como México, Paquistão e Índia (Sato et al., 2004). O Estado de São Paulo é o maior produtor de goiaba no país, com 6 mil hectares plantados, que totalizam cerca de 70% da produção nacional (Leite et al., 2006).

A goiaba destaca-se não só pelo seu aroma e sabor agradável, como também pela sua rica composição nutricional, que apresenta teores elevados de vitamina C, minerais, fibras, beta-caroteno e licopeno (Queiroz, et al., 2007).

No processamento da goiaba, após o despulpamento, obtém-se um resíduo composto por polpa e, principalmente sementes, na proporção de 4% a 12% da massa total dos frutos beneficiados, os quais têm sido descartados pelas indústrias a céu aberto ou, raramente, em aterros sanitários (Prasad & Azzemoddi, 1994; Mantovani et al., 2004). Segundo Silva et al. (2009), estima-se que 202 mil toneladas de goiaba são processadas pelas indústrias brasileiras por ano, o correspondente à, aproximadamente, 12 mil toneladas de resíduos.

Nos últimos anos, vários pesquisadores brasileiros vêm estudando o aproveitamento de resíduos, como as cascas de frutas, gerados pelas agroindústrias para a produção de alimentos ou ingredientes. Estas podem ser incluídas na dieta humana, como são os casos das cascas de maracujá, de laranja, de limão, de maçã e de outras frutas. A utilização econômica de resíduos de frutas oriundos do mercado *in natura* ou das agroindústrias, aliada ao desenvolvimento de tecnologias, para minimizar as perdas nos processos produtivos, podem contribuir de forma significativa para a economia do país e para a diminuição dos impactos ambientais (Oliveira et al., 2002).

Catarelli et al. (1989) estudando sementes de tomate, verificaram que essas sementes possuem alto valor nutritivo, uma vez que são compostas por um rico perfil de aminoácidos. Catarelli et al. (1993) e Squires et al. (1992) também estudaram sementes de tomate e concluíram que estas possuem alto teor de lipídeos e conteúdo fibroso, respectivamente. Kobori & Jorge (2005) realizaram um estudo, cuja finalidade foi caracterizar os óleos extraídos das sementes de laranja, maracujá, tomate e goiaba, como aproveitamento de resíduos industriais. Com as análises realizadas a indicação foi de que esses óleos possuem características físico-químicas semelhantes a alguns óleos comestíveis, podendo ser uma fonte de óleos para o consumo humano.

A goiaba é classificada como um fruto rico em pectina e de acidez média (Jackix, 1988). Tais características têm grande importância prática na elaboração de doce e geléias de frutas (Löfgren & Hermansson, 2007; Menezes, 2008; Lutz et al., 2009). O mecanismo de geleificação das pectinas é governado pelo seu grau de esterificação (DE). Para pectina de baixo grau de metoxilação (LMP, DE<50%), a geleificação é resultante de interações iônicas não-covalentes específicas entre grupos de resíduos de ácidos galacturônicos da rede de pectina e cátions divalentes, como o cálcio (Cardoso et al., 2003). Já para pectinas de alto grau de metoxilação (HMP, DE>50%), formam géis principalmente pela interação hidrofóbica e pontes de hidrogênio a pH menor que 3,5 e na presença de grande concentração de açúcar (Löfgren & Hermansson, 2007). O pH baixo faz com que diminua a dissociação das carbonilas livres nas moléculas de pectina, reduzindo a repulsão intermolecular e favorecendo a formação de ligações cruzadas entre as redes de pectina, essenciais para a geleificação (Lutz et al., 2009).

Na elaboração da geléia, conforme a composição da matéria-prima, talvez seja necessária a adição de pectina e ácido (para alcançar pH entre 2,8 a

3,4) e obter uma consistência adequada. Deste modo, é importante determinar a composição do resíduo e seu extrato com a finalidade de aproveitá-lo no processamento de geléia.

Este trabalho foi efetivado com o objetivo de caracterizar o resíduo integral do processamento de goiaba e seu extrato por meio da composição centesimal e análises físico-químicas, visando aproveitá-lo na produção de geléia.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Processamento do resíduo

Os resíduos, provenientes da indústria de processamento de doce de goiaba do município de Lavras – MG, foram recebidos na Planta Piloto de Produtos Vegetais-DCA/Ufla, no período entre fevereiro/março de 2008 e branqueados imediatamente após o recebimento. O processo de branqueamento foi realizado em água fervente (100°C), por cinco minutos, para inativar as enzimas polifenoloxidasas, responsáveis pelo escurecimento dos frutos. De acordo com a literatura, este tempo é suficiente para a inativação das polifenoloxidasas (Brunini et al., 2002). Foram retiradas três amostras do resíduo *in natura* para análise. Posteriormente, foram armazenadas em sacos plásticos de polietileno na temperatura de -20°C em freezer. Segundo Brunini et al. (2002), esta temperatura não interfere na qualidade da matéria-prima, não observando variações durante 18 semanas.

Os resíduos de goiaba descongelados foram submetidos a uma cocção por 20 minutos em água fervente na proporção 1/1 (m/m), para a extração máxima de pectina solúvel, moagem em liquidificador e prensados em prensa manual para separação do extrato límpido e claro utilizando também um pano fino (organza) (Figura 1). Retirou-se uma alíquota para análise deste extrato. O extrato foi armazenado em potes de polipropileno a -20°C em freezer por duas semanas.

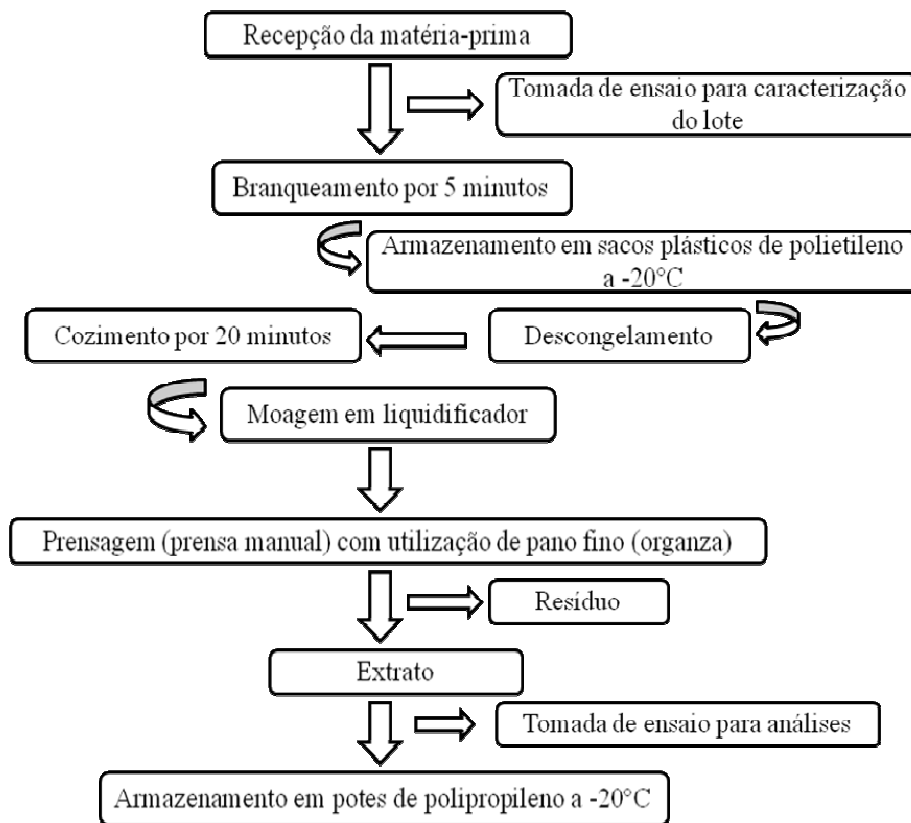


FIGURA 1 Fluxograma de processamento do resíduo.

4.2 Composição centesimal

Foi determinada a composição centesimal do resíduo e do extrato, de acordo com metodologia proposta pela Association of Official Analytical Chemistry, AOAC (1992) e os resultados foram apresentados em base seca, à exceção da umidade.

Umidade: determinada pelo método gravimétrico, com emprego de calor, baseando-se na perda de peso do material, submetido ao aquecimento de 65°C, até peso constante.

Extrato etéreo: utilizou-se o método de “Soxhlet” (gravimétrico), baseado na perda de peso do material, submetido à extração com éter ou na quantidade do material solubilizada pelo solvente.

Fração proteína: determinada pelo método de “Kjeldahl” por meio da determinação da porcentagem total de nitrogênio e multiplicado por fator médio de 6,25.

Resíduo mineral fixo (cinzas): pela calcinação da amostra em mufla, a 550°C, até a obtenção de cinzas claras ou ligeiramente acinzentadas.

Carboidratos: calcularam-se os carboidratos por diferença, considerando fibra bruta determinada por método enzimático-gravimétrico.

4.3 Análises físico-químicas

Foram realizadas análises de pH, de acidez total titulável e de pectina (total e solúvel) tanto do resíduo como do extrato, de acordo com as metodologias da AOAC (1992).

A determinação do pH foi realizada utilizando um pHmetro calibrado com solução tampão (padrão comercial) pH 4,0 e 7,0, em temperatura de 25°C.

As análises de acidez total titulável foram quantificadas por titulação com uma solução padronizada de hidróxido de sódio (NaOH - 0,1 N) utilizando solução alcoólica de fenolftaleína a 1,0% como indicador. Os resultados foram expressos em porcentagem de ácido cítrico por 100 g da amostra em base úmida.

Para a determinação de pectina (total e solúvel) foi utilizado a técnica de McCready & McColomb (1952) para a extração, e determinadas, espectrofotometricamente, a 520 nm, segundo técnica de Blumenkrantz & Asboe-Hansen (1973).

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

As respostas para a composição centesimal do resíduo e do extrato, com base na matéria seca, encontram-se na Tabela 1.

TABELA 1 Médias \pm erro padrão da composição centesimal do resíduo e do extrato do resíduo do processamento de goiaba.

Composição Centesimal	Resíduo	Extrato
Umidade (%)	43,06 \pm 1,03	96,20 \pm 0,05
Extrato Etéreo (%)*	11,96 \pm 0,33	17,37 \pm 0,11
Proteína (%)*	6,70 \pm 0,36	2,63 \pm 0,08
Cinza (%)*	0,38 \pm 0,07	0,26 \pm 0,11
Fibra (%)*	36,86 \pm 2,05	nd
ENN (%)*	44,1 \pm 2,40	79,74 \pm 0,10

*base seca

nd- não detectado

O extrato do resíduo de goiaba apresentou maior porcentagem de umidade em virtude da adição de água durante a cocção e com uma maior quantidade de extrato etéreo, em decorrência da quebra da semente durante a moagem, porque as sementes apresentam grande quantidade de óleos em sua composição (Fernandes et al., 2002).

Silva et al. (2009) estudaram a composição físico-química e valores energéticos dos resíduos de goiaba e tomate e observaram valores na ordem de 11,71% de extrato etéreo para o farelo de goiaba em base seca. Esse valor é um pouco abaixo do que o obtido no presente trabalho. Prasad & Azeemoddin

(1994) encontraram valores similares para o extrato etéreo (16,0% em base seca) em seus estudos com semente e óleo de goiaba.

Para os teores de proteínas e de fibras, observa-se grande diminuição dos valores do extrato em relação ao resíduo, considerando-se o processo de prensagem, uma vez que, foi utilizado um pano muito fino (organza), fazendo com que maiores quantidades de proteína e fibras ficassem retidos.

Gerhardt et al. (1997) estudaram a composição físico-química da polpa de goiaba com umidade de 79,64% (bu) e encontraram valores de 7,8% e 54,8% para proteína e fibras, respectivamente, com base na matéria seca. Esses valores estão um pouco acima do encontrado para os resíduos do presente trabalho, mas indicam que os resíduos de goiaba apresentam valor nutricional se comparados com a polpa.

Observa-se na Tabela 2 os valores de pH, acidez total titulável (ATT), pectina total e pectina solúvel para o resíduo e para o extrato do resíduo de goiaba.

TABELA 2 Médias \pm erro padrão dos valores de pH, de acidez total titulável, pectina total e pectina solúvel do resíduo e do extrato de goiaba*.

Análises físico-químicas	Resíduo	Extrato
pH	4,86 \pm 0,03	4,20 \pm 0,02
ATT (g ác. cítrico.100g⁻¹)	0,07 \pm 0	0,09 \pm 0
Pectina Total (g.100g⁻¹)	0,85 \pm 0,06	0,73 \pm 0,02
Pectina solúvel (g.100g⁻¹)	0,18 \pm 0,03	0,20 \pm 0,07

*matéria integral

Observa-se que tanto o resíduo como o extrato apresentam valores de pH superiores a 3,4. De acordo com Jackix (1988), o valor do pH de geléias

deve estar situado entre 3,0 e 3,4. Acima destes valores a formação do gel não irá ocorrer em virtude da falta de ácido para a adequada geleificação.

Evangelista & Vieites (2006) encontraram valores de pH entre 3,5 a 4,5 para polpa de goiaba. No presente estudo o pH do resíduo apresentou-se maior que o pH encontrado por estes autores, já o pH do extrato foi similar à polpa de goiaba.

A acidez total titulável apresentou valores iguais a 0,07% e 0,09% para o resíduo e extrato, respectivamente. Na fabricação de geléia, a acidez total não deve exceder a 0,8%, e o mínimo indicado é de 0,3% (Jackix, 1988). Quando este valor for menor, deve-se adicionar ácido com a finalidade de ajuste dos valores. Em relação à polpa, Salgado et al. (1999) obtiveram 0,55% de acidez total titulável de polpa de goiaba, com base na matéria integral, o que indica uma menor acidez no resíduo e no extrato comparados à polpa de goiaba.

Os valores de pectina total foram 0,85% e 0,73% e os de pectina solúvel foram 0,18% e 0,20% para o resíduo e extrato, respectivamente.

Carvalho et al. (2001), em suas pesquisas sobre componentes da parede celular de goiaba, encontraram valores de 0,99% para pectina total e 0,8% para pectina solúvel.

A legislação vigente não especifica a quantidade máxima de pectina a ser adicionada na elaboração de geléias (Brasil, 2007). De acordo com a literatura, adicionam-se pectinas de alto teor de metoxilação entre 0,5 a 2% para se obter uma boa geleificação (Mélo et al., 1999; Zotarelli et al., 2008).

6 CONCLUSÕES

Os resultados indicaram que o extrato obtido do resíduo apresentou teor de extrato etéreo superior ao do resíduo, em decorrência da quebra das sementes durante a etapa de moagem, e uma quantidade de proteína e fibras inferior a do resíduo integral.

Para a utilização do extrato na elaboração de geléias deve-se fazer o ajuste de pH e adicionar quantidades suficientes de pectina a fim de se obter um produto de consistência adequada.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. **Official methods of analysis of the association of analytical chemistry**. 11. ed. Washington, 1992. 115 p.
- BLUMENKRANTZ, N.; ASBOE-HANSEN, G. New method for quantitative determination of uronic acids. **Analytical Biochemistry**, New York, v. 54, n. 2, p. 484-489, Aug. 1973.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução-RDC ANVISA/MS n. 65, de 04 de outubro de 2007. Atribuição de aditivos alimentares, suas funções e seus limites máximos para geléias de frutas, vegetais, baixa caloria e mocotó. **Diário Oficial [da] Republica Federativa do Brasil**, Brasília, 4 out. 2007. Seção 1. Disponível em: < <http://www.anvisa.gov.br/e-legis/>>. Acesso em: 15 jul. 2009.
- BRUNINI, M. A.; OLIVEIRA, A. L.; VARANDA, D. B. Avaliação da qualidade de polpa de goiaba 'Paluma' armazenada a -20°C. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 3, p. 201-207, dez. 2002.
- CARDOSO, S. M.; COIMBRA, M. A.; SILVA, J. A. L. Temperature dependence of the formation and melting of pectin-Ca²⁺ networks: a rheological study. **Food Hydrocolloids**, Oxford, v. 17, n. 6, p. 801-807, Nov. 2003.
- CARVALHO, H. A.; CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B.; CARVALHO, H. S. Efeito da atmosfera modificada sobre componentes da parede celular da goiaba. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 25, n. 3, p. 605-615, maio/jun. 2001.
- CATARELLI, P. R.; PALMA, E. R.; CARUSO, J. G. B. Composition and amino acid profiles of tomato seeds from canning wastes. **Acta Alimentaria**, Budapest, v. 18, n. 1, p. 13-18, 1989.
- CATARELLI, P. R.; REGITANO-D'ARCE, M. A. B.; PALMA, E. R. Physicochemical characteristics and fatty acid composition of tomato seed oils from processing wastes. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 50, n. 1, p. 117-120, fev./maio 1993.

EVANGELISTA, R. M.; VIEITES, R. L. Avaliação da qualidade de polpa de goiaba congelada, comercializada na cidade de São Paulo. **Segurança Alimentar e Nutricional**, Campinas, v. 13, n. 2, p. 76-81, 2006.

FERNANDES, J. B.; DAVID, V.; FACCHINI, P. H.; SILVA, M. F. G. F.; RODRIGUES FILHO, E.; VIEIRA, P. C. Extrações de óleos de sementes de citros e suas atividades sobre a formiga cortadeira *Atta sexdens* e seu fungo simbionte. **Química Nova**, São Paulo, v. 25, n. 6B, p. 1091-1095, nov./dez. 2002.

GERHARDT, L. B. A.; MANICA, I.; KIST, H.; SIELER, R. L. Características físico-químicas dos frutos de quarto cultivares e três clones de goiabeira em Porto Lucena, RS. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 32, n. 2, p. 185-192, fev. 1997.

JACKIX, M. H. **Doces, geléias e frutas em calda**. São Paulo: Icone, 1988. 158 p.

KOBORI, C. N.; JORGE, N. Caracterização dos óleos de algumas sementes de frutas como aproveitamento de resíduos industriais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 5, p. 1008-1014, out. 2005.

LEITE, K. M. S. C.; TADIOTTI, A. C.; BALDOCHI, D.; OLIVEIRA, O. M. M. F. Partial purification, heat stability and kinetic characterization of the pectinmethylesterase from Brazilian guava, Paluma cultivars. **Food Chemistry**, London, v. 94, n. 4, p. 565-572, Apr. 2006.

LÖFGREN, C.; HERMANSSON, A. M. Synergistic rheological behavior of mixed HM/LM pectin gels. **Food Hydrocolloids**, Oxford, v. 21, n. 3, p. 480-486, May 2007.

LUTZ, R.; ASERIN, A.; WICKER, L.; GARTI, N. Structure and physical properties of pectins with block-wise distribution of carboxylic acid groups. **Food Hydrocolloids**, Oxford, v. 23, n. 3, p. 786-794, May 2009.

MANTOVANI, J. R.; CORRÊA, M. C. M.; CRUZ, M. C. P. da; FERREIRA, M. E.; NATALE, W. Uso de fertilizante de resíduo da indústria processadora de goiaba. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 2, p. 339-342, ago. 2004.

MC CREADY, P. M.; MC COLOMB, E. A. Extraction and determination of total pectin material fruits. **Analytical Chemistry**, Washington, v. 24, n. 12, p. 1986-1988, Dec. 1952.

MÉLO, E. A.; LIMA, V. L. A. G.; NASCIMENTO, P. P. Formulação e avaliação físico-química e sensorial de geléia mista de pitanga (*Eugenia uniflora* L.) e acerola (*Malpighia* sp). **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, Curitiba, v. 17, n. 1, p. 33-44, jan./jun. 1999.

MENEZES, C. C. **Otimização e avaliação da presença do sorbato de potássio e das embalagens sobre o doce de goiaba durante o armazenamento**. 2008. 145 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

OLIVEIRA, L. F.; NASCIMENTO, M. R. F.; BORGES, S. V.; RIBEIRO, P. C. N.; RUBACK, V. R. Aproveitamento alternativo da casca do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) para a produção de doce em calda. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 22, n. 3, p. 259-262, dez. 2002.

PRASSAD, N. B. L.; AZEEMODDIN, G. Characteristics and composition of guava (*Psidium guajava* L.) seed and oil. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, Chicago, v. 71, n. 4, p. 457-458, Apr. 1994.

QUEIROZ, V. A. V.; BERBERT, P. A.; MOLINA, A. B. de; GRAVINA, G. A.; QUEIROZ, L. R.; DELIZA, R. Desidratação por imersão-impregnação e secagem por convecção de goiaba. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 10, p. 1479-1486, out. 2007.

SALGADO, S. M.; GUERRA, N. B.; MELO FILHO, A. B. Polpa de fruta congelada: efeito do processamento sobre o conteúdo de fibra alimentar. **Revista Nutricional**, Campinas, v. 12, n. 3, p. 303-308, set./dez. 1999.

SATO, A. C. K.; SANJINEZ-ARGANDOÑA, E. J.; CUNHA, R. L. Avaliação das propriedades físicas, químicas e sensorial de preferência de goiabas em calda industrializadas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 24, n. 4, p.550-555, out./dez. 2004.

SILVA, E. P.; SILVA, D. A. T. da; RABELLO, C. B. V.; LIMA, R. B.; LIMA, M. B.; LUDKE, J. V. Composição físico-química e valores energéticos dos resíduos de goiaba e tomate para frangos de corte de crescimento lento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 38, n. 6, p. 1051-1058, jun. 2009.

SQUIRES, M. W.; NABER, E. C.; TOELLE, V. D. The effects of heat, water, acid and alkali treatment of tomato cannery wates on growth, metabolizable energy value, and nitrogen utilization of boiler chicks. **Poultry Science**, Champaing, v.71, n. 3, p. 522-529, 1992.

ZOTARELLI, M. F.; ZANATTA, C. L.; CLEMENTE, E. Avaliação de geléias mistas de goiaba e maracujá. **Revista Ceres**, Maringá, v.55, n. 6, p. 562-567, nov./dez. 2008.

CAPÍTULO 3

**AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES FÍSICAS E FÍSICO-QUÍMICAS
DE DIFERENTES FORMULAÇÕES DE GELÉIAS ELABORADAS COM
RESÍDUO DO PROCESSAMENTO DE GOIABA (*Psidium guajava* L.)**

1 RESUMO

Neste trabalho avaliaram-se diferentes formulações de geléias empregando-se resíduo do processamento de goiaba. Estudou-se o efeito da relação extrato/açúcar e da concentração de pectina na formulação de geléia, empregando-se um delineamento composto central rotacional (DCCR) 2^2 com 4 pontos axiais e 3 repetições no ponto central. Foram avaliados os efeitos dos tratamentos sobre as características físicas e físico-químicas da geléia do resíduo do processamento de goiaba. Com os resultados observou-se que a relação extrato/açúcar apresentou maior influência sobre as respostas estudadas, com exceção da elasticidade, a qual somente foi influenciada pela concentração de pectina. A razão extrato/açúcar aumentou a adesividade, acidez total titulável, pH, umidade e sólidos solúveis totais; e diminuiu a cor a*, cor b*, rendimento, açúcar total, açúcar redutor e açúcar não redutor. Já a concentração de pectina aumentou a cor a*, pH e sólidos solúveis totais; e diminuiu a elasticidade.

Palavras-chave: geléia, análises físicas, análises físico-químicas.

2 ABSTRACT

This study evaluated whether different formulations of jams employing waste processing guava. We studied the effect of the extract / sugar and the concentration of pectin in jelly making and employing a central composite rotational design (DCCR) 2^2 with 4 axial points and 3 replications at the central point. The effects of treatments on the physical and physico-chemical properties of the jelly-processing waste guava. The results indicated that the ratio of extract/sugar had a greater influence on the responses studied, except for the elasticity, which was only affected by the concentration of pectin. The ratio of extract / sugar increased adhesiveness, total acidity, pH, moisture and soluble solids, and reduced the color a^* , b^* color, yield, total sugar, reducing sugar and non-reducing sugar. Since the concentration of pectin increased the a^* color, pH and total soluble solids, and decreased elasticity.

Keywords: jelly, physical analysis, physical-chemical analysis

3 INTRODUÇÃO

A goiaba (*Psidium guajava* L.) é originária da região tropical das Américas. Esta fruta foi disseminada para diferentes regiões do mundo (Lemos et al., 1995) e constitui-se em uma das mais importantes matérias-primas para a indústria de sucos, polpa e néctares. Tem grande aceitação no mercado e é considerada uma das melhores fontes de vitamina C, apresentando conteúdo de ácido ascórbico variando de 55 a 1044mg de ácido ascórbico por 100g de polpa, de acordo com a cultivar, local e manejo (Rathore, 1976; Menzel, 1985).

Nos últimos anos, especial atenção vem sendo dada para minimização ou reaproveitamento de resíduos sólidos gerados nos diferentes processos industriais. Os resíduos provenientes da indústria de alimentos envolvem quantidades apreciáveis de casca, caroço e outros (Coelho et al., 2001). Estima-se que a indústria processadora de goiaba processe cerca de 200 mil toneladas de goiabas por ano e que desta quantidade 6% são resíduos, que correspondem a 12 mil toneladas por ano que, na maioria das vezes, são descartados a céu aberto, ou raramente, em aterros sanitários (Santos et al., 2009; Silva et al., 2009).

As geléias constituem-se numa importante alternativa para o processamento, aproveitamento e consumo de frutas (Zotarelli et al., 2008). Trata-se de um produto obtido pela concentração de polpa, suco ou extrato de frutas, com quantidades suficientes de açúcar, pectina e ácido, até o grau brix adequado para a geleificação por ocasião do resfriamento (Melo et al., 1999).

A geleificação ocorre por causa da desidratação parcial da molécula de pectina a um grau intermediário entre a solução e a precipitação (May, 1990). As características físicas do gel são consequências da formação de contínuas redes tridimensionais com ligações cruzadas entre as moléculas (Thakur et al., 1997). O controle do pH é essencial para o sucesso na formação do gel de pectina com

alto teor de metoxilação. Baixos valores de pH aumentam a porcentagem de uniformidade dos grupos carboxílicos, reduzindo a repulsão eletrostática entre as redes de pectinas adjacentes (Crandall & Wicker, 1986).

Com este trabalho objetivou-se avaliar o efeito da razão extrato/açúcar e da concentração de pectina sobre as características físicas e físico-químicas da geléia do resíduo do processamento de goiaba.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Elaboração das geléias

Para a elaboração das geléias foi utilizado o extrato obtido da prensagem manual do resíduo do processamento de goiaba, descrito no item 4.1 do capítulo 2.

O processamento foi realizado na Planta Piloto de Produtos Vegetais-DCA/UFLA. O fluxograma de produção das geléias é mostrado na Figura 1.

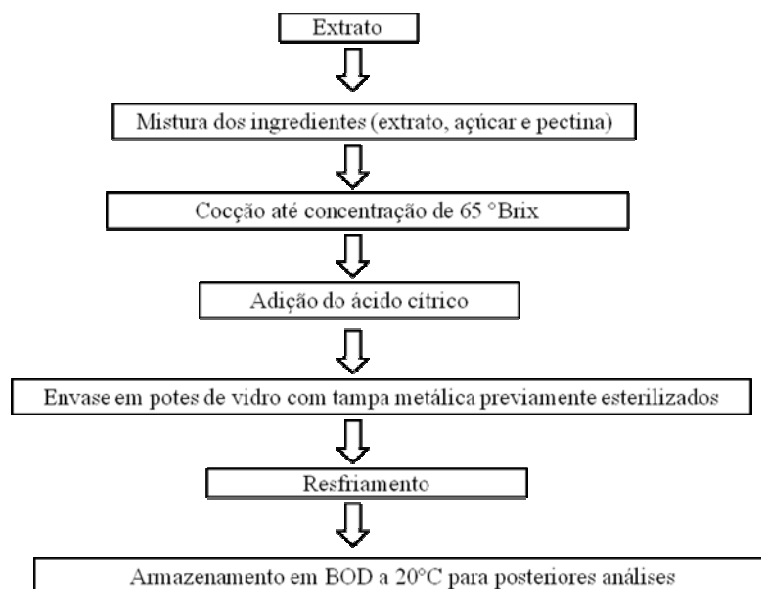


FIGURA 1 Fluxograma de produção das geléias.

Os ingredientes utilizados na elaboração das geléias foram: açúcar tipo refinado (comercial), ácido cítrico monoidratado (grau comercial NUCLEAR) e pectina cítrica de alto grau de metoxilação (grau comercial VETEC). As geléias foram processadas em tacho aberto de aço inoxidável, após a adição do extrato e

do açúcar. A porcentagem de pectina (calculada em relação ao extrato) foi dissolvida em 5 partes de açúcar e em 100mL de água sob alta rotação e adicionada ao sistema (polpa + açúcar), quando este atingiu a temperatura de 70°C, conforme recomendado por Lopes (2007). Essa temperatura é a recomendada, uma vez que, em temperaturas maiores, o açúcar pode dissolver-se antes da pectina, prejudicando a sua dissolução com formação de grumos difíceis de serem eliminados mesmo sob agitação. O ácido foi adicionado ao final do processo com a finalidade de se evitar a degradação da pectina. A quantidade de ácido adicionada foi determinada por meio de testes prévios, em que foram misturadas quantidades de extrato e açúcar (várias concentrações) com solução de ácido cítrico 5% até obtenção de pH 3,1 (valor fixado para a elaboração das geléias). Para relações extrato/açúcar 60/40 adicionaram-se 10mL de ácido cítrico; para razões extrato/açúcar 40/60, 11mL; para razões extrato/açúcar 35,9/64,1, 12mL; para relação extrato/açúcar, 64,1/35,9, 9mL e para razões extrato/açúcar 50/50, 9,5mL.

As diferentes formulações de geléias permaneceram sob cocção até atingirem um teor de sólidos solúveis igual a 65°Brix. Após o término do processo, as geléias foram envasadas à quente em potes de vidro previamente esterilizados, fechados com tampa de rosca esterilizadas, resfriados em temperatura ambiente e armazenados em BOD (câmara com controle de temperatura) a 20°C para posteriores análises.

4.2 Análises físicas

A utilização de análises físicas no controle de qualidade vem crescendo em razão da facilidade, precisão e seu baixo custo. Estas análises foram realizadas em quintuplicata.

4.2.1 Análise colorimétrica

Foram utilizadas técnicas instrumentais por espectrofotômetros, para obter avaliações objetivas da cor, por meio dos sistemas de cores (Musell, Hunter, CIE, CIELab), definido o espaço cromático em coordenadas retangulares (L^* , a^* , b^*).

A cor das geléias foi determinada de acordo com a metodologia proposta por Lau et al. (2000). Os valores de L^* , a^* e b^* foram determinados com aparelho colorímetro Minolta modelo CR 400, trabalhando com D_{65} (luz do dia) e usando-se os padrões CIELab: em que L^* varia de 0 (preto) a 100 (branco), a^* varia do verde (-) ao vermelho (+), b^* varia de azul (-) ao amarelo (+).

4.2.2 Perfil de textura

A análise do perfil de textura foi realizada, segundo Friedman et al. (1963), utilizando texturômetro TA-XT2, com probe cilíndrica de aço inoxidável de fundo chato de 20mm de diâmetro e os resultados obtidos da curva força x tempo foram calculados pelo programa Texture Expert Versão 1.22 para TPA (Texture Profile Analysis).

As condições de medidas foram padronizadas em: velocidade de pré-teste de 2,0 mm/s; velocidade de teste de 1,0 mm/s; velocidade de pós-teste de 10,0 mm/s, distância de compressão de 10,0 mm e tempo entre duas compressões de 5 s. No perfil de textura foram utilizadas cinco características de interesse: dureza, adesividade, coesividade, elasticidade e mastigabilidade.

As análises foram realizadas nas geléias dentro dos potes de vidro contendo 250g de geléia.

4.2.3 Rendimento

O rendimento das geléias em relação ao extrato foi calculado pela equação 1:

$$\%rendimento = \frac{Pf * 100}{Pi}, \quad (1)$$

em que:

Pi = massa do extrato

Pf = massa da geléia após o processamento

A determinação da massa da geléia após o processamento se deu pela diferença da massa da embalagem vazia (com a tampa) e a embalagem cheia de todo o lote produzido.

4.3 Análises físico-químicas

A composição química e físico-químicas dos alimentos é de grande importância não apenas do ponto de vista nutricional como também da qualidade sensorial e econômica.

Estas análises foram feitas em triplicata.

4.3.1 Acidez total titulável (ATT)

A análise mede a porcentagem de ácidos orgânicos presentes na amostra e está relacionada com o parâmetro do gosto ácido ou azedo.

No cálculo da acidez total titulável, utilizou-se o método da Association of Official Analytical Chemistry, AOAC (1992), expressa em equivalente de ácido cítrico por 100g da amostra.

4.3.2 pH

O pH mede a concentração de íons hidrogênio. Este foi determinado em potenciômetro digital, segundo Instituto Adolfo Lutz, IAL (1985).

4.3.3 Açúcares totais, redutores e não redutores

Os teores de açúcares totais, redutores e não redutores foram analisados pelo método de Somogy, adaptado por Nelson (AOAC, 1992). Este é um método redutométrico, em que se utiliza uma solução alcalina de sulfato de cobre em tampão de tartarato duplo de sódio e potássio.

As leituras de absorvância foram feitas a 510 nm em espectrofotômetro e os valores expressos em g glicose/100g do produto.

4.3.4 Umidade

Neste trabalho foi utilizado o método gravimétrico, baseando-se na perda de peso do material submetido ao aquecimento de 65°C, até peso constante, segundo IAL (1985).

4.3.5 Sólidos solúveis totais

Os teores de sólidos solúveis totais foram determinados por leitura em refratômetro manual, com °Brix entre 0-90%, segundo AOAC (1992), à temperatura ambiente.

4.4 Delineamento experimental e análise estatística

Neste trabalho foram avaliados os efeitos de dois fatores (relação extrato/açúcar e concentração de pectina), considerando delineamento composto central rotacional (DCCR) $2^2 + 4$ pontos axiais + 3 pontos centrais. Os valores

codificados e reais dos fatores estão especificados na Tabela 1. O pH foi fixado em 3,1.

TABELA 1 Níveis e valores das variáveis, independentes do delineamento composto central rotacional (DCCR), para a otimização das geléias.

Ensaio	Variáveis Codificadas		Variáveis Reais	
	x_1	x_2	X_1 (m/m)	X_2 (%)
1	-1	-1	40/60	0,5
2	1	-1	60/40	0,5
3	-1	1	40/60	1,5
4	1	1	60/40	1,5
5	-1,41	0	35,9/64,1	1
6	1,41	0	64,1/35,9	1
7	0	-1,41	50/50	0,3
8	0	1,41	50/50	1,7
9	0	0	50/50	1
10	0	0	50/50	1
11	0	0	50/50	1

X_1 -relação extrato/açúcar

X_2 - concentração de pectina

Com o objetivo de possibilitar o ajuste de um modelo de segunda ordem, descrito pela equação (2), adicionaram-se os pontos axiais para tornar o número de pontos maior que o número de parâmetros. Esse artifício é extremamente útil para esse propósito e é denominado de Delineamento Central Composto Rotacional (DCCR). Existem várias possibilidades para a escolha dos níveis nos

pontos axiais e optou-se pelo tipo $\pm \alpha$, onde $\alpha = (2^k)^{1/4}$, que k é o número das variáveis independentes.

Os resultados de todas as análises realizadas foram avaliados pela metodologia de superfície de resposta empregando o *software* Statistica 5.0. O polinômio considerado no ajuste do modelo foi:

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_{12} x_1 x_2 + \beta_{11} x_1^2 + \beta_{22} x_2^2 + e, \quad (2)$$

Onde β_0 , β_1 , β_2 , β_{12} , β_{11} e β_{22} são os coeficientes de regressão, y é a resposta em questão, x_1 e x_2 são as variáveis independentes (razão extrato/açúcar e concentração de pectina, respectivamente) e e o erro experimental.

O critério utilizado para aceitar o modelo proposto foi dado pelo alto valor do coeficiente de determinação (R^2) e pela análise de variância.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Análise colorimétrica e rendimento

Os resultados das análises de cor e rendimento das geléias se encontram na Tabela 2.

TABELA 2 Médias e erro padrão das análises de cor e de rendimento das geléias de resíduo de goiaba.

Ensaio	Cor L*	Cor a*	Cor b*	Rendimento (%)
1	33,52±0,14	8,71±0,29	2,62±1,10	156,25±0
2	22,0±1,18	7,33±0,41	1,58±0,26	72,92±0
3	19,97±0,68	8,61±0,36	1,7±1,20	156,25±0
4	24,92±2,37	7,74±0,46	2,09±0,05	83,33±0
5	21,86±0,70	8,91±0,17	2,58±0,91	191,5±0
6	20,4±0,51	7,89±0,21	1,19±0,16	68,25±0
7	21,78±0,45	7,68±0,13	2,45±0,27	94,34±0
8	20,19±1,52	7,61±0,30	1,73±0,15	98,04±0
9	22,62±0,59	7,31±0,11	1,63±0,20	100,001±0
10	20,87±0,40	7,27±0,14	1,62±0,12	100,001±0
11	21,12±0,20	7,04±0,03	2,06±0,11	100,001±0

Na análise estatística do planejamento DCCR foram estimados os efeitos dos fatores (razão extrato/açúcar e concentração de pectina) lineares, quadráticos e de interação, de acordo com o modelo descrito na equação 2 e os coeficientes de regressão, para as variáveis respostas em estudo. Os resultados da análise estatística são apresentados na Tabela 3.

TABELA 3 Estimativa dos efeitos para as análises de cor e rendimento das variáveis codificadas.

Parâmetro	Fator	Efeito	Erro Padrão	t (5)	p	R ²
L*	β_0	21,52	1,74	12,33	0*	0,70
	β_1	-2,16	2,14	-1,01	0,36	
	β_{11}	1,64	2,55	0,64	0,55	
	β_2	-3,23	2,14	-1,51	0,19	
	β_{22}	1,50	2,55	0,59	0,58	
	β_{12}	8,23	3,02	2,72	0,04*	
a*	β_0	7,21	0,10	71,23	0*	0,96
	β_1	-0,92	0,12	-7,45	0*	
	β_{11}	1,23	0,15	8,35	0*	
	β_2	0,05	0,12	0,43	0,69	
	β_{22}	0,47	0,15	3,22	0,02*	
	β_{12}	0,26	0,18	1,46	0,21	
b*	β_0	1,77	0,16	10,97	0*	0,82
	β_1	-0,65	0,10	-3,31	0,02*	
	β_{11}	0,12	0,12	0,51	0,63	
	β_2	-0,36	0,10	-1,81	0,13	
	β_{22}	0,33	0,12	1,38	0,23	
	β_{12}	0,72	0,14	2,56	0,06	
Rendimento (%)	β_0	99,99	2,30	43,47	0*	0,99
	β_1	-82,75	2,82	-29,33	0*	
	β_{11}	31,15	3,37	9,54	0*	
	β_2	2,61	2,82	1,39	0,36	
	β_{22}	1,09	3,37	-0,52	0,74	
	β_{12}	5,21	3,98	1,31	0,21	

* 5% de significância; t (5): teste t-student; p: p-valor

A adequabilidade dos modelos completos pode ser verificada pelos coeficientes de determinação (R²), que explicam entre 70% a 99% da variância total das respostas e pela análise de variância (Tabela 4).

Observa-se na Tabela 4 a análise de variância para os parâmetros significativos de cor e rendimento.

TABELA 4 Análise de variância para os parâmetros de cor e rendimento a 95% de confiança.

Respostas	Fontes de					
	Varição	SQ	GL	QM	Fcal	Ftab
L*	regressão	103,2269	5	20,64537	2,259824	5,05
	resíduos	45,67915	5	9,13583		
	total	148,906	10			
a*	regressão	3,936301	5	0,78726	25,64085	5,05
	resíduos	0,153517	5	0,030703		
	total	4,089818	10			
b*	regressão	1,769958	5	0,353992	4,531318	5,05
	resíduos	0,390606	5	0,078121		
	total	2,160564	10			
Rendimento (%)	regressão	15347,75	5	3069,55	193,407	5,05
	resíduos	79,35467	5	15,87093		
	total	15427,1	10			

Nota-se que tanto para os parâmetros L* e b* o $F_{\text{calculado}}$ foi menor que o F_{tabelado} , significando que os dados não se ajustam adequadamente ao modelo, não sendo geradas as superfícies para estas respostas.

Na Tabela 5 encontram-se as equações de regressão com as variáveis codificadas dos modelos completos para aqueles parâmetros em que o coeficiente de determinação (R^2) foi maior que 70% e o $F_{\text{calculado}} > F_{\text{tabelado}}$ (valor a* e rendimento). Optou-se por apresentar o modelo completo (com todos os

fatores) quando este apresentou $R^2 > 0,70$, mas a eliminação dos fatores não-significativos reduziu este valor abaixo deste limite.

TABELA 5 Equações de regressão com variáveis codificadas e coeficientes de determinação para os parâmetros significativos.

Respostas	Modelo Estimador	R²
a*	$7,21 - 0,46x_1 + 0,62 x_1^2 + 0,03x_2 + 0,24x_2^2 + 0,13x_1x_2$	0,96
Rendimento(%)	$99,98 - 41,38x_1 + 16,06x_1^2 + 1,96x_2^2 - 0,88x_2^2 + 2,60x_1x_2$	0,99

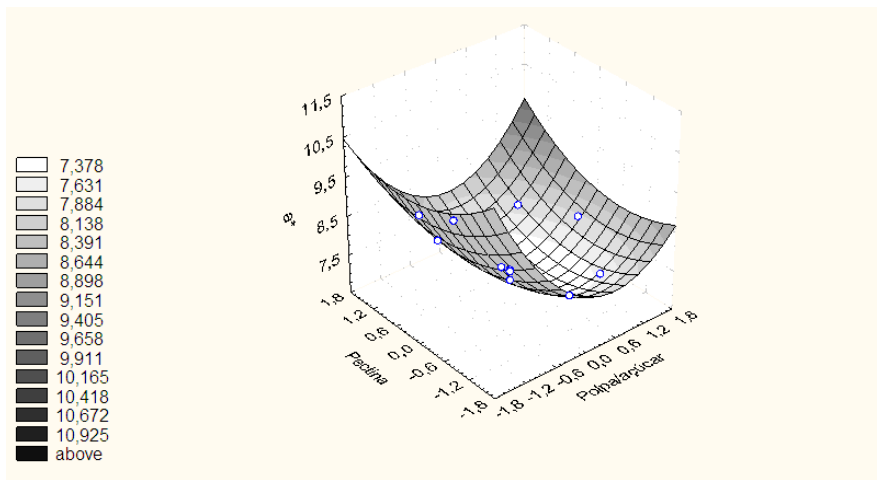
Para o parâmetro L*, o fator interação (β_{12}) apresentou efeito significativo positivo (Tabela 3). Nota-se que o aumento da razão extrato/açúcar e o aumento da concentração de pectina fizeram com que a luminosidade diminuísse, obtendo-se geléias mais escuras. A diminuição da luminosidade dos produtos, provavelmente, foi em decorrência do maior tempo de cocção em implicação da maior quantidade de extrato, provocando a caramelização. Caramelização é um tipo de "escurecimento não enzimático", assim como a reação de Maillard, que ocorre pela degradação de açúcares em ausência de aminoácidos ou proteínas e pode ocorrer tanto em meio ácido quanto em meio básico. Envolve temperaturas elevadas acima de 120°C (Maltini et al., 2003). Resultados contrários foram encontrados por Damiani et al. (2008), quando estudaram geléias de manga formuladas com diferentes níveis de casca em substituição à polpa. Esses autores obtiveram um incremento na variável L* com a adição de até 75% de casca em substituição à polpa.

Em relação ao parâmetro a*, as análises mostraram um efeito linear negativo da razão extrato/açúcar, um efeito quadrático positivo da relação extrato/açúcar e um efeito quadrático positivo da concentração de pectina (Tabela 3 e Figura 2a). Isso porque com o aumento da relação extrato/açúcar

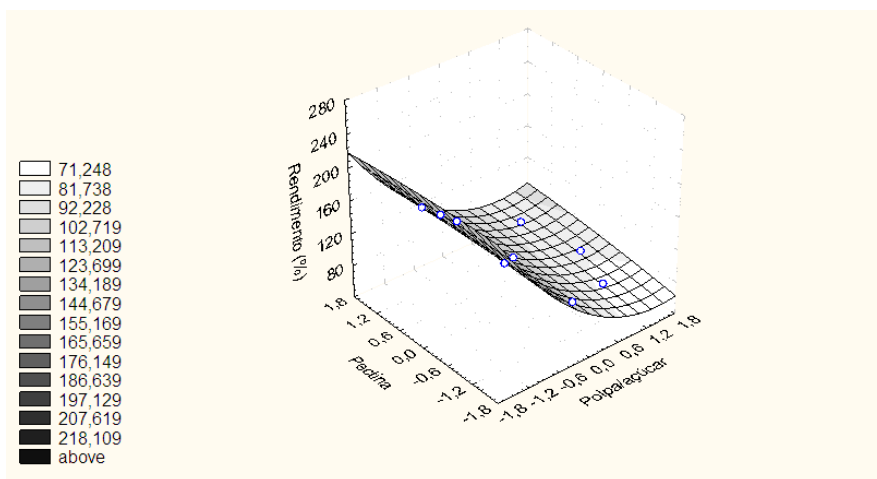
aumenta-se o tempo de cocção, que pode fazer com que se tenha uma degradação do licopeno, o qual é responsável pela coloração vermelha de goiabas. Viguera et al. (1999), estudando a influência do processamento sobre a cor de geléia de morango, determinaram que há uma relação direta entre o aumento do tempo e a temperatura de cocção sobre a degradação da antocianina (pigmento do morango responsável pela cor vermelha). Quando se aumenta a concentração de pectina, a curvatura do modelo tem sentido crescente para o parâmetro a^* . Resultados similares foram encontrados por Policarpo et al. (2007), que reportaram que a adição de pectina alterou o parâmetro a^* , quando estudaram a estabilidade da cor de doce em massa de polpa de umbu. Outros trabalhos citam que a adição de pectina diminui a intensidade de cor das geléias (Dervisi et al., 2001; Kirca et al., 2007), sugerindo uma possível reação dos pigmentos de coloração com a pectina.

Para o parâmetro de cor b^* , as análises mostram que há um efeito linear negativo na relação extrato/açúcar, sugerindo que o aumento da razão extrato/açúcar faz com que o parâmetro b^* diminua (Tabela 3).

As geléias que apresentaram menor relação extrato/açúcar resultaram em maior rendimento (Figura 2b), em consequência da maior concentração de açúcar presente na formulação. A concentração de açúcar é um dos fatores que interfere na determinação do teor de sólidos solúveis estabelecido para indicar o término do processo de cocção. Com isso, geléias com maiores teores de açúcares permaneceram por menos tempo no processamento, alcançando maior rendimento. Resultados similares foram obtidos por Albuquerque (1997) quando estudou os fatores que influenciam no processamento de geléias e geleizadas de frutas. Este autor observou que o tempo de geleificação é inversamente proporcional à concentração de açúcar.



(a)



(b)

FIGURA 2 Superfície de resposta para: (a) o parâmetro de cor a^* ; (b) o rendimento (%), das geléias de resíduo de goiaba.

5.2 Análise do perfil de textura

Na Tabela 6 estão as médias e erro padrão dos parâmetros de Perfil de Textura (dureza, coesividade, adesividade, elasticidade e mastigabilidade).

TABELA 6 Médias e erro padrão dos parâmetros de Perfil de Textura (TPA)- dureza, coesividade, adesividade, elasticidade e mastigabilidade.

Ensaio	<i>Respostas</i>				
	Dureza (g)	Coesividade	Adesividade (g.s)	Elasticidade	Mastigabilidade
1	0,03±0,02	1,00±0	-0,58±0,25	1,00±0	0,03±0,01
2	0,03±0	1,00±0	-74,77±0	1,00±0	0,03±0
3	304,26±68,05	0,42±0,13	-14,41±2,23	0,99±0	90,50±23,69
4	1703,90±86,84	0,30±0	-79,40±22,36	0,98±0	500,38±77,42
5	122,23±5,20	0,26±0	-0,48±0,24	1,17±0	37,51±2,00
6	231,31±13,64	0,36±0,02	-74,74±18,54	0,95±0,02	78,10±4,41
7	54,26±16,70	0,09±0,06	-0,36±0,21	0,60±0,21	8,85±6,13
8	333,07±216,96	0,10±0,07	-58,07±6,76	0,65±0,12	96,83±67,10
9	506,16±323,70	0,26±0	-7,68±2,29	1,03±0,02	133,35±43,41
10	574,28±48,68	0,28±0,02	-18,39±6,60	0,96±0	150,57±7,08
11	438,04±20,10	0,27±0	-29,10±2,78	0,97±0	116,12±5,67

Na Tabela 7 têm-se as estimativas dos efeitos e os coeficientes de regressão do modelo completo (equação 2) para os parâmetros de TPA. A adesividade é uma grandeza negativa, por isso, neste trabalho, será utilizado seu valor absoluto, para melhor entendimento dos efeitos das variáveis independentes sobre este parâmetro.

TABELA 7 Estimativa dos efeitos para os parâmetros de TPA.

Análises de textura	Fator	Efeito	Erro	t (5)	p	R ²
Dureza	β_0	504,9	220,49	2,29	0,07	0,68
	β_1	389,52	270,45	1,44	0,21	
	β_{11}	-170,15	322,72	-0,53	0,62	
	β_2	601,04	270,45	2,22	0,08	
	β_{22}	-151,64	322,72	-0,47	0,66	
	β_{12}	699,82	381,91	1,83	0,13	
Adesividade	β_0	18,36	8,27	-2,22	0,08	0,90
	β_1	61,15	10,15	-6,03	0*	
	β_{11}	23,79	12,11	-1,96	0,11	
	β_2	25,03	10,15	-2,47	0,06	
	β_{22}	15,34	12,11	-1,27	0,26	
	β_{12}	-4,6	14,33	0,32	0,76	
Coesividade	β_0	0,27	0,21	1,27	0,26	0,32
	β_1	0	0,26	0,02	0,98	
	β_{11}	0,28	0,31	0,91	0,40	
	β_2	-0,32	0,26	-1,22	0,28	
	β_{22}	0,07	0,31	0,21	0,84	
	β_{12}	-0,06	0,37	-0,16	0,88	
Elasticidade	β_0	0,99	0,06	15,49	0*	0,78
	β_1	-0,08	0,08	-1,03	0,35	
	β_{11}	0,15	0,09	1,61	0,17	
	β_2	0,01	0,08	0,13	0,90	
	β_{22}	-0,29	0,09	-3,08	0,03*	
	β_{12}	-0,01	0,11	-0,05	0,97	
Mastigabilidade	β_0	132,98	63,39	2,10	0,09*	0,69
	β_1	117,13	77,75	1,51	0,19	
	β_{11}	-28,91	92,78	-0,31	0,77	
	β_2	179,25	77,75	2,31	0,07	
	β_{22}	-33,9	92,78	-0,37	0,73	
	β_{12}	204,94	109,80	1,87	0,12	

* 5% de significância; t (5): teste t-student; p: p-valor

Observa-se que somente os parâmetros adesividade e elasticidade apresentaram efeitos significativos ($p \leq 0,05$), em β_1 e β_{22} , respectivamente. Para saber se o modelo se ajusta aos dados experimentais realizou-se uma análise de variância por meio do teste F (Tabela 8).

TABELA 8 Análise de variância para os parâmetros de adesividade e elasticidade*.

Parâmetros	Fonte de Variação	SQ	GL	QM	Fcal	Ftab
Adesividade	regressão	9628,848	5	1925,77	9,379221	5,05
	resíduos	1026,615	5	205,323		
	total	10655,46	10			
Elasticidade	regressão	0,212501	5	0,0425	3,497773	5,05
	resíduos	0,060753	5	0,012151		
	total	0,273255	10			

*95% de confiança

A análise de variância mostrou que somente a adesividade apresentou $F_{\text{calculado}} > F_{\text{tabelado}}$, por isso estimou-se o modelo somente para este parâmetro (Equação 3).

$$\text{Adesividade} = 18,36 + 30,58x_1 + 11,90x_1^2 + 12,52x_2 + 7,67x_2^2 - 2,3x_1x_2, \quad (3)$$

A adesividade é mais que uma característica de superfície, ela depende do efeito combinado das forças de adesão e coesão (Adhikari et al., 2001; Huang et al., 2007; Besbes et al., 2009). O aumento da razão extrato/açúcar aumenta o valor absoluto da adesividade (Tabela 7 e Figura 3), uma vez que, o aumento de extrato no sistema faz com que o tempo de cocção seja maior, tornando o

produto mais firme e, conseqüentemente, mais adesivo. Um gel com maior adesividade é mais difícil de desmanchar na boca. (Menezes, 2008).

A elasticidade é uma percepção de “borracha” no gel na boca. Este parâmetro é medido quando a estrutura do gel é quebrada pela compressão inicial. Alta elasticidade mostra que a estrutura do gel é quebrada em poucos pedaços grandes, entretanto baixa elasticidade resulta em um gel quebradiço em muitos pedaços pequenos (Huang et al., 2007).

No presente trabalho, o aumento da concentração de pectina provoca um efeito quadrático negativo na elasticidade. Soares Junior et al. (2003), em seus estudos com doce de manga, concluíram que o aumento do teor de pectina resulta no aumento da dureza e que a melhor formação do gel foi em concentração de pectina 1%.

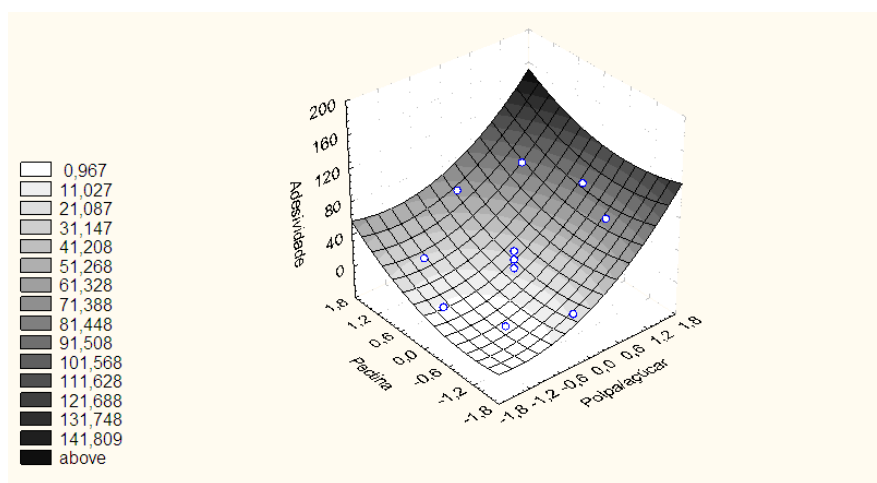


FIGURA 3 Superfície de resposta para a adesividade.

5.3 Análises físico-químicas

Nas Tabelas 9 e 10 têm-se as médias e erro padrão das análises físico-químicas para cada ensaio.

TABELA 9 Média e erro padrão para as análises físico-químicas (pH, acidez total titulável, umidade) de geléias de resíduo de goiaba.

Ensaio	pH	Acidez total titulável (g ac. cit. 100g ⁻¹)	Umidade (%)
1	3,32 ± 0	0,55 ± 0	26,18±0,69
2	3,42 ± 0	0,99 ± 0	30,25±0,32
3	3,33 ± 0	0,55 ± 0	24,73±0,31
4	3,47 ± 0	1,15 ± 0,02	26,68±0,73
5	3,24 ± 0	0,55 ± 0	25,26±0,51
6	3,46 ± 0	1,09 ± 0	26,36±0,73
7	3,36 ± 0	0,7 ± 0,02	23,43 ± 0,07
8	3,48 ± 0	0,7 ± 0,04	22,61 ± 0,50
9	3,48 ± 0	0,64 ± 0	22,64 ± 0,06
10	3,47 ± 0	0,74 ± 0	21,33 ± 0,40
11	3,47 ± 0	0,67 ± 0	23,94 ± 1,90

TABELA 10 Média e erro padrão para as análises físico-químicas (açúcar total, açúcar redutor, açúcar não-redutor e sólidos solúveis totais) de geléias de resíduo de goiaba.

Ensaio	Açúcar total (g.100g⁻¹)	Açúcar redutor (g.100g⁻¹)	Açúcar não redutor (g.100g⁻¹)	Sólidos solúveis totais (°Brix)
1	62,76±0,92	21,07±0,02	39,71±0,31	61,43±0
2	31,41±1,95	12,98±0,56	17,23±0,74	62,35±0
3	64,32±1,58	14,82±0,68	48,36±0,56	63,73±0
4	75,88±3,85	28,57±0,09	44,95±1,74	68,00±0
5	74,41±3,32	22,94±1,11	48,92±0,55	63,45±0
6	29,44±1,42	9,20±0,68	19,23±1,22	67,45±0
7	72,93±1,96	27,31±0,63	44,66±0,31	63,25±0
8	70,88±1,87	27,07±0,57	41,97±1,99	68,88±0
9	71,47±0,69	26,66±0,79	42,57±1,99	65,47±0
10	69,14±4,72	27,50±0,95	43,64±0,50	66,73±0
11	70,37±1,02	23,03±1,28	44,97±1,56	65,75±0

Na Tabela 11 têm-se as estimativas dos efeitos lineares, quadráticos e da interação e os coeficientes de regressão do modelo completo (equação 2) para as análises físico-químicas.

TABELA 11 Estimativa dos efeitos para as análises físico-químicas.

Análises físico-químicas	Fator	Efeito	Erro	t (5)	p	R ²
ATT	β_0	0,68	0,04	17,56	0*	0,95
	β_1	0,45	0,05	9,47	0*	
	β_{11}	0,16	0,06	2,86	0,04*	
	β_2	0,04	0,05	0,84	0,44	
	β_{22}	0,04	0,06	0,74	0,49	
	β_{12}	0,08	0,07	1,19	0,29	
pH	β_0	3,47	0,01	284,99	0*	0,97
	β_1	0,14	0,01	9,23	0*	
	β_{11}	-0,12	0,02	-6,94	0*	
	β_2	0,06	0,01	3,84	0,01*	
	β_{22}	-0,05	0,02	-2,99	0,03*	
	β_{12}	0,02	0,02	0,95	0,39	
Umidade	β_0	22,63	1,17	19,35	0*	0,67
	β_1	1,90	1,43	1,32	0,24	
	β_{11}	4,48	1,71	2,62	0,04*	
	β_2	-1,55	1,43	-1,08	0,33	
	β_{22}	1,67	1,71	0,98	0,37	
	β_{12}	-1,06	2,03	-0,52	0,62	
AT	β_0	70,36	5,39	13,06	0*	0,87
	β_1	-20,86	6,61	-3,16	0,02*	
	β_{11}	-22,25	7,88	-2,82	0,04*	
	β_2	16,58	6,61	2,51	0,06	
	β_{22}	6,05	7,88	0,77	0,48	
	β_{12}	21,46	9,33	2,30	0,07	

(...continua...)

“TABELA 11 Cont.”

AR	β_0	25,74	2,73	9,43	0*	0,75
	β_1	-3,44	3,35	-1,03	0,35	
	β_{11}	-10,86	4,00	-2,72	0,04*	
	β_2	2,26	3,35	0,67	0,53	
	β_{22}	0,33	4,00	0,08	0,94	
	β_{12}	10,92	4,73	2,31	0,07	
ANR	β_0	43,73	3,99	10,95	0*	0,80
	β_1	-16,99	4,90	-3,47	0,02*	
	β_{11}	-10,27	5,85	-1,76	0,14	
	β_2	8,17	4,90	1,67	0,16	
	β_{22}	-0,97	5,85	-0,17	0,87	
	β_{12}	9,54	6,92	1,38	0,23	
SST	β_0	65,99	0,73	90,81	0*	0,87
	β_1	2,72	0,89	3,05	0,03*	
	β_{11}	-1,49	1,06	-1,40	0,22	
	β_2	3,98	0,89	4,47	0,01*	
	β_{22}	-0,87	1,06	-0,82	0,45	
	β_{12}	1,68	1,26	1,33	0,24	

ATT = acidez total titulável; U = umidade; AT = açúcares totais; AR = açúcares redutores; ANR = açúcares não redutores; SST = sólidos solúveis totais

*5% de significância

Observa-se que houve efeito significativo da relação extrato/açúcar e/ou pectina para todas as respostas analisadas. Com a finalidade de verificar a adequabilidade do modelo de regressão, fez-se uma análise de variância com os dados das Tabelas 9 e 10 (Tabela 12). Para a umidade não se realizou a análise, uma vez que seu coeficiente de determinação foi menor que 70%.

TABELA 12 Análise de variância para as análises físico-químicas

Respostas	Fontes de Variação	SQ	GL	QM	Fcal	Ftab
ATT	regressão	0,453522	5	0,090704	19,9827	5,05
	resíduos	0,022696	5	0,004539		
	total	0,476218	10			
pH	regressão	0,066863	5	0,013373	30,00842	5,05
	resíduos	0,002228	5	0,000446		
	total	0,069091	10			
AT	regressão	2810,347	5	562,0693	6,459928	5,05
	resíduos	435,043	5	87,00861		
	total	3245,39	10			
AR	regressão	336,7122	5	67,34244	3,011311	5,05
	resíduos	111,8158	5	22,36316		
	total	448,528	10			
ANR	regressão	953,3873	5	190,6775	3,982949	5,05
	resíduos	239,3672	5	47,87344		
	total	1192,754	10			
SST	regressão	52,55553	5	10,51111	6,634844	5,05
	resíduos	7,92114	5	1,584228		
	total	60,47667	10			

ATT = acidez total titulável; AT = açúcares totais; AR = açúcares redutores; ANR = açúcares não redutores; SST = sólidos solúveis totais

Nota-se que apenas os açúcares redutores e os açúcares não-redutores apresentaram $F_{\text{calculado}} < F_{\text{tabelado}}$, por isso não se obtiveram seus modelos.

Para os demais parâmetros obtiveram-se os modelos estimador, com a finalidade de descrevê-los, conforme mostrado na Tabela 13.

TABELA 13 Equações de regressão com variáveis codificadas e coeficientes de determinação para as análises físico-químicas.

Respostas	Modelo Estimador	R²
ATT	$0,68 + 0,23 x_1 + 0,08 x_1^2 + 0,02x_2 + 0,02x_2^2 + 0,04x_1x_2$	0,95
pH	$3,47 + 0,07 x_1 - 0,06 x_1^2 + 0,03 x_2 - 0,03 x_2^2 + 0,01x_1x_2$	0,97
AT	$70,36 - 10,43 x_1 - 11,12 x_1^2 + 8,29x_2 + 3,03x_2^2 + 10,73x_1x_2$	0,87
SST	$65,99 + 1,36x_1 - 0,74x_1^2 + 1,99x_2 - 0,43x_2^2 + 0,84x_1x_2$	0,87

ATT = acidez total titulável; AT = açúcares totais; SST = sólidos solúveis totais

Como a quantidade de ácido cítrico adicionada é proporcional à quantidade de açúcar do sistema, o pH das formulações com maiores quantidades de açúcares (menores valores de x_1) apresentou valores menores, em uma faixa de 3,24 a 3,33 (ver Tabela 9). A faixa de pH, para todos os ensaios (pH de 3,24 a 3,48), é adequada para a produção de geléia, uma vez que, de acordo com Jackix (1988), o valor do pH de geléias deve estar situado entre 3,0 e 3,4. Freitas et al. (2008), em seus estudos com geléias de gabirola, encontraram valores de pH na ordem de 3,87, obtendo um produto com rigidez do gel e presença de sinérese. Granada et al. (2005) na elaboração de geléia *light* de abacaxi, obtiveram valores de pH entre 3,50 a 3,58, apresentando geleificação adequada, uma vez que, na elaboração de geléias *light*, utiliza-se pectina de baixo teor de metoxilação. Para esse tipo de pectina, o pH não é um fator tão importante como em pectinas com alto teor de metoxilação e, sim, a presença de íons Ca^{+2} .

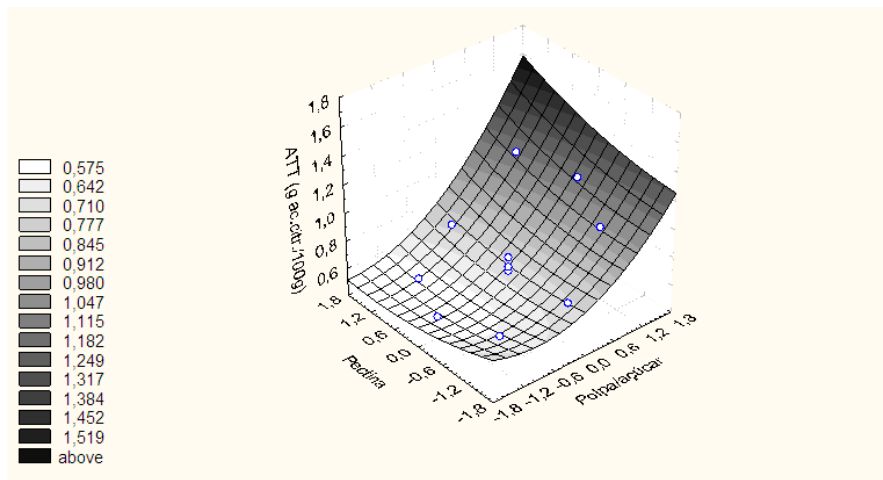
O pH teve efeito positivo linear tanto para a razão extrato/açúcar (x_1) como para a concentração de pectina (x_2), mas também obteve efeito negativo para os quadráticos (Tabela 13 e Figura 4b). Como foi dito anteriormente, o aumento razão extrato/açúcar, ou seja, o aumento do extrato faz com que o pH

aumente, uma vez que, a quantidade de ácido adicionado é em relação à quantidade de açúcar no produto.

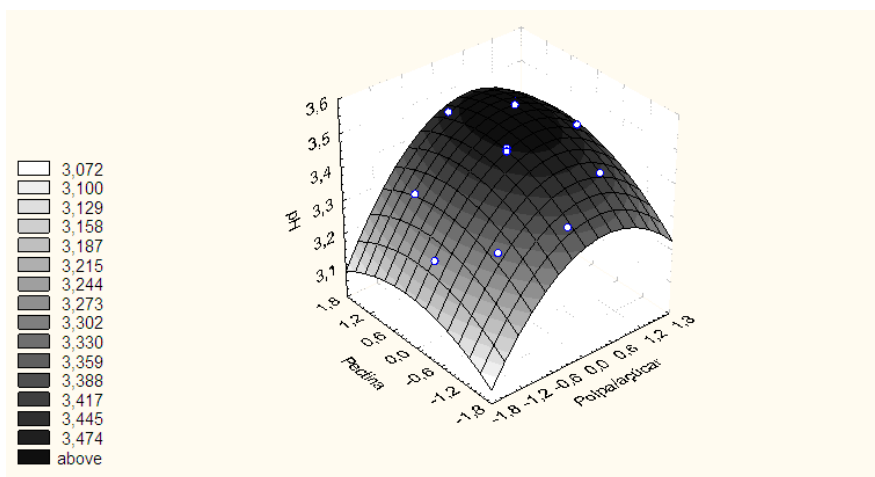
Jackix (1988) afirma que, na elaboração de geléias, a acidez deve ser controlada e permanecer entre 0,3% a 0,8%. Ainda, segundo a autora, em geléias com acidez acima de 0,8% pode ocorrer sinérese.

O aumento da razão extrato/açúcar (x_1) provocou um efeito positivo na porcentagem de acidez titulável (Tabela 11 e Figura 4a) que pode ter sido em decorrência da acidez das goiabas. Resultados similares foram encontrados por Menezes (2008), em suas pesquisas com doce de goiaba, onde a acidez titulável foi maior para os tratamentos com maior razão polpa/açúcar. Granada et al. (2005) obtiveram acidez entre 0,85 a 0,95% quando estudaram geléia *light* de abacaxi.

Em relação à umidade, percebe-se que em maiores razões extrato/açúcar a umidade é maior, fator que pode ser explicado pela maior quantidade de extrato e, conseqüentemente, maior quantidade de água no produto (Tabela 9). O valor médio de umidade foi de 22,63%. Freitas et al. (2008) encontraram valores entre 34,33 a 46,61% para geléia de gabioba. Ressalva-se que a legislação brasileira vigente para produtos de frutas, estabelecida pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Brasil, 2005), não estabelece valor limite para umidade de geléia de frutas.



(a)



(b)

FIGURA 4 Superfície de resposta para a acidez total titulável e para o pH.

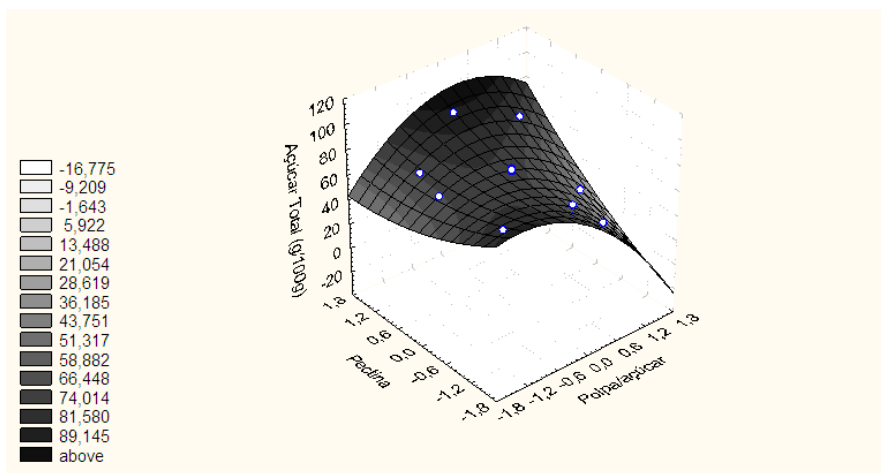
O comportamento dos açúcares totais foi contrário ao da umidade, quanto menor a razão extrato/açúcar maior a porcentagem de açúcares totais no produto, por causa da maior quantidade de açúcar adicionado nestes ensaios.

O aumento da relação extrato/açúcar teve efeitos lineares e quadráticos negativos (Tabela 13 e Figura 5a) para o teor de açúcares totais. Isso se deve ao aumento da quantidade de extrato e consequente redução na quantidade de açúcar adicionado, fato que também pode ser explicado em relação aos açúcares redutores e não redutores. Os açúcares redutores tiveram efeitos quadráticos negativos e os não redutores tiveram efeitos lineares negativos para a razão polpa/açúcar (Tabela 12).

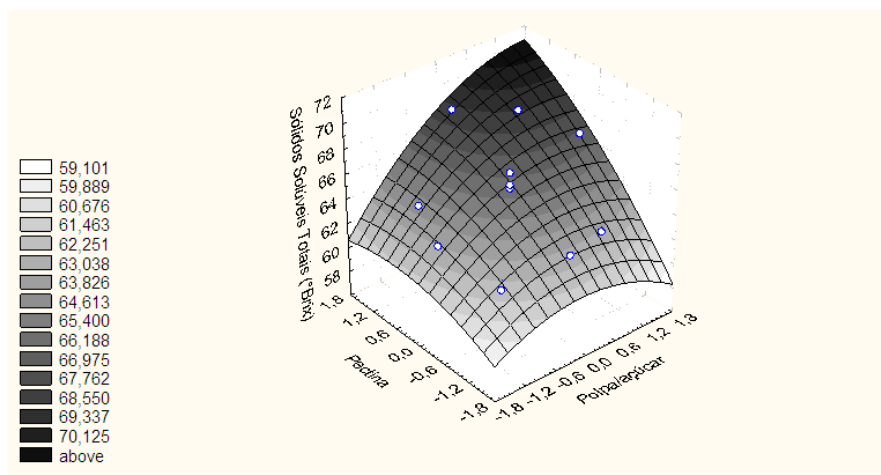
Segundo Desrosier (1963) citado por Assis et al. (2007), durante o processamento e cozimento, a sacarose, na presença de ácido, sofre uma hidrólise na qual açúcares redutores, glicose e frutose, são formados. O autor ainda acrescenta que o produto de conversão é conhecido como açúcar invertido e a taxa de inversão depende da temperatura, do tempo de aquecimento e do pH da solução (meio).

Na elaboração de geléias, é desejável a presença de açúcares redutores, tendo em vista que estes atuam conferindo um aspecto mais brilhante, evitando e, em alguns casos, retardando a cristalização da sacarose, impedindo a exsudação e por fim, reduzindo o grau de doçura das geléias (Jackix, 1988). Besbes et al. (2009) explica que os açúcares redutores possuem maior afinidade com a água em relação aos açúcares não redutores (sacarose), por isso eles contribuem para a redução do fenômeno da cristalização em geléias.

O aumento da concentração de pectina nas geléias faz com que se aumente o teor de sólidos solúveis totais (°Brix) das geléias (Figura 5b). Segundo Licodiedoff (2008), os sólidos solúveis totais estão relacionados diretamente com a formação de gel, uma vez que, as redes de pectina se ligam às moléculas de água, favorecendo a estrutura da rede tridimensional. O aumento da razão extrato/açúcar também faz com que a porcentagem de sólidos solúveis aumente em virtude do teor da própria polpa.



(a)



(b)

FIGURA 5 Superfície de resposta para os açúcares totais e sólidos solúveis totais.

6 CONCLUSÃO

Os resultados indicaram que, para as variáveis respostas, obteve-se um ajuste de uma superfície de resposta (cor a*, rendimento, adesividade, acidez total titulável, pH, açúcar total e sólidos solúveis totais). A relação extrato/açúcar apresentou maior influência sobre as respostas estudadas, com exceção da elasticidade, a qual somente foi influenciada pela concentração de pectina.

A razão extrato/açúcar aumentou a adesividade, acidez total titulável, pH, umidade e sólidos solúveis totais; diminuiu a cor a*, cor b*, rendimento, açúcar total, açúcar redutor e açúcar não redutor. A concentração de pectina aumentou a cor a*, pH e sólidos solúveis totais e diminuiu a elasticidade.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADHIKARI, B.; HOWES, T.; BHANDARI, B. R.; TRUONG, V. Stickiness in foods: mechanisms and test methods- a review. **International Journal of Food Properties**, Philadelphia, v. 4, n. 1, p. 1-33, Mar. 2001.

ALBUQUERQUE, J. P. Fatores que influenciam no processamento de geléias e geleadas de frutas. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Curitiba, v. 31, n. 1, p. 1-8, dez. 1997.

ASSIS, M. M. M.; MAIA, G. A.; FIGUEIREDO, E. A. T. de; FIGUEIREDO, R. W. de; MONTEIRO, J. C. S. Processamento e estabilidade de geléia de caju. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 38, n. 1, p. 46-51, 2007.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. **Official methods of analysis of the association of analytical chemistry**. 11. ed. Washington, 1992. 115 p.

BESBES, S.; DRIRA, L.; BLECKER, C.; DEROANNE, C.; ATTIA, H. Adding value to hard date (*Phoenix dactylifera* L.): composition, functional and sensory characteristics of date jam. **Food Chemistry**, London, v. 112, n. 2, p. 406-411, Jan. 2009.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução de Diretoria Colegiada-RDC n. 272, de 22 de setembro de 2005. Regulamento técnico para produtos de vegetais, produtos de frutas e cogumelos comestíveis. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 22 set. 2005. Disponível em: < <http://www.anvisa.gov.br/e-legis/>>. Acesso em: 15 jul. 2009.

COELHO, M. A. Z.; LEITE, S. G. F.; ROSA, M. F.; FURTADO, A. A. L. Aproveitamento de resíduos agroindustriais: produção de enzimas a partir da casca de coco verde. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Curitiba, v. 19, n. 1, p. 33-42, jan./jun. 2001.

CRANDALL, P. G.; WICKER, L. Pectin internal gel strength: theory, measurement and methodology. In: MARSHALL, L.; FISHMAN, J. J. J. **Chemistry and function of pectins**. Oxford: American Chemical Society, 1986. chap. 8, p. 88-102.

DAMIANI, C.; BOAS, E. V. B. V.; SOARES JUNIOR, M.; CALIARI, M.; PEREIRA, D. E. P.; SILVA, A. G. M. Análise física, sensorial e microbiológica de geléias de manga formuladas com diferentes níveis de casca em substituição à polpa. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 5, p. 1418-1423, ago. 2008.

DERVISI, O.; LAMB, J.; ZABETAKIS, I. High pressure processing in jam manufacture: effects on textural and colour properties. **Food Chemistry**, London, v.73, n. 1, p. 85-91, Apr. 2001.

FREITAS, J. B.; CÂNDIDO, T. L. N.; SILVA, M. R. Geléia de gabirola: avaliação da aceitabilidade e características físicas e químicas. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 38, n. 2, p. 87-94, jun. 2008.

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, n. 4, p. 390-396, July 1963.

GRANADA, G. G.; ZAMBIAZI, R. C.; MENDONÇA, C. R. B.; SILVA, E. Caracterização física, química, microbiológica e sensorial de geléia *light* de abacaxi. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 4, p. 629-635, out./dez. 2005.

HUANG, M.; KENNEDY, J. F.; LI, B.; XU, X.; XIE, B. J. Characters of rice starch gel modified by gellan, carrageenan and glucomannan: a texture profile analysis study. **Carbohydrate Polymers**, Barking, v.69, n. 3, p. 411-418, June 2007.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos físicos e químicos para análise de alimentos**. 3. ed. São Paulo, 1985. v. 1.

JACKIX, M. H. **Doces, geléias e frutas em calda**. São Paulo: Ícone, 1988. 158 p.

KIRCA, A.; ÖZKAN, M.; CEMEROGLU, B. Storage stability of strawberry jam color enhanced with black carrot juice concentrate. **Journal of Food Processing and Preservation**, Westport, v. 31, n. 5, p. 531-545, Oct. 2007.

LAU, M. H.; TANG, J.; SWANSON, B. G. Kinetics of textural and colour changes in green asparagus during thermal treatments. **Journal of Food Engineering**, Essex, v. 45, n. 4, p. 231-236, June 2000.

LEMOS, G. C. da S.; OLIVEIRA JUNIOR, J. C. de; COLLIER, L. S.; CARVALHO, A. J. C. de; MANICA, I. Goiaba: amadurecimento, colheita, classificação, embalagem, transporte e armazenamento. **Caderno de Horticultura da UFRS**, Porto Alegre, v. 3, n. 4, p. 1-8, 1995.

LICODIEDOFF, S. **Influência do teor de pectinas comerciais nas características físico-químicas e sensoriais da geléia de abacaxi (*Ananas comosus* (L.) Merrill)**. 2008. 119 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

LOPES, R. L. T. **Fabricação de geléias**. Belo Horizonte: Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais, 2007.

MALTINI, E.; TORREGGIANI, D.; VERNIR, E.; BERTOLO, G. Water activity and the preservation of plant foods. **Food Chemistry**, Oxford, v. 82, n. 1, p.79-86, July 2003.

MAY, C. D. Industrial pectins: sources, production and applications. **Carbohydrate Polymers**, Barking, v. 12, n. 1, p.79-99, 1990.

MÉLO, E. A.; LIMA, V. L. A. G.; NASCIMENTO, P. P. Formulação e avaliação físico-química e sensorial de geléia mista de pitanga (*Eugenia uniflora* L.) e acerola (*Malpighia* sp). **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Curitiba, v. 17, n. 1, p. 33-44, jan./jun. 1999.

MENEZES, C. C. **Otimização e avaliação da presença do sorbato de potássio e das embalagens sobre o doce de goiaba durante o armazenamento**. 2008. 145 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

MENZEL, C. M. Guava: an exotic fruit with potential in Queensland. **Queensland Agricultural Journal**, Brisbane, v. 111, n. 2, p. 93-98, May. 1985.

POLICARPO, V. M. N.; BORGES, S. V.; ENDO, E.; CASTRO, F. T.; DAMICO, A. A.; CAVALCANTI, N. B. Estabilidade da cor de doces em massa de polpa de umbu (*Spondias Tuberosa* Arr. Cam.) No estágio de maturação verde. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 4, p. 1102-1107, jul./ago. 2007.

RATHORE, D. S. Effect of season on the growth and chemical composition of guava (*Psidium guajava* L.) fruits. **The Journal of Horticultural Science**, Ashford Kent, v. 51, n. 1, p. 41-47, 1976.

SANTOS, E. L.; LUDKE, M. C. M.; BARBOSA, J. M.; RABELLO, C. B. V.; LUDKE, J. V. Digestibilidade aparente do farelo de coco e resíduo de goiaba pela tilápia de Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 22, n. 2, p. 175-180, abr./jun. 2009.

SILVA, E. P.; SILVA, D. A. T. da; RABELLO, C. B. V.; LIMA, R. B.; LIMA, M. B.; LUDKE, J. V. Composição físico-química e valores energéticos dos resíduos de goiaba e tomate para frangos de corte de crescimento lento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 38, n. 6, p. 1051-1058, jun. 2009.

SOARES JUNIOR, A. M.; MAIA, A. B. R. A.; NELSON, D. L. Estudo do efeito de algumas variáveis de fabricação no perfil texturométrico do doce de manga. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 23, n. 1, p. 76-80, jan./abr. 2003.

THAKUR, B. R.; SINGH, R. K.; HANDA, A. V. Chemistry and uses of pectin-A review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Boca Raton, v. 37, n. 1, p. 47-73, 1997.

VIGUERA, C. C. ZAFRILLA, D.; VENIR, E.; BERTOLO, G. Influence of processing and storage conditions in strawberry jam color. **Food Science and Technology International**, Madison, v. 5, n. 6, p. 487-492, 1999.

ZOTARELLI, M. F.; ZANATTA, C. L.; CLEMENTE, E. Avaliação de geléias mistas de goiaba e maracujá. **Revista Ceres**, Maringá, v. 55, n. 6, p. 562-567, nov./dez. 2008.

CAPÍTULO 4

**TÉCNICAS ESTATÍSTICAS UTILIZADAS NA AVALIAÇÃO DE
FORMULAÇÕES DE GELÉIA DE EXTRATO DE RESÍDUOS DO
PROCESSAMENTO DE GOIABA (*Psidium guajava* L.)**

1 RESUMO

Na avaliação de formulações são utilizadas inúmeras técnicas estatísticas com a finalidade de se obter uma melhor explicação dos resultados. Este estudo objetivou verificar a melhor formulação de geléia do resíduo de goiaba por meio das respostas sensoriais dos consumidores, obtidas pelo teste de aceitação, utilizando metodologia de superfície de resposta, teste de médias, mapa de preferência externo (análise dos componentes principais). Neste estudo, a aplicação da metodologia de superfície de resposta não foi suficiente para encontrar uma formulação ótima para a elaboração da geléia de resíduo de goiaba. Por meio da ANOVA e do teste de média, verificou-se maior aceitabilidade do ensaio 2 (relação de 60/40 de extrato/açúcar e concentração de pectina de 0,5%), não diferindo dos ensaios 3 (razão de 40/60 de extrato/açúcar e 1,5% de pectina) e 9 (razão de 50/50 de extrato/açúcar e 1,0% de pectina), validando-os por meio do mapa de preferência externo e círculo de correlação, notando-se que os provadores preferiram aquelas que tiveram em suas formulações teor de extrato de 40% a 60% e concentração de pectina de 0,5% a 1,5%, viabilizando sua produção.

Palavras-chave: geléias, análise sensorial, análise estatística

2 ABSTRACT

In the evaluation of formulations are used numerous statistical techniques in order to obtain a better explanation of the results. This study aimed to determine the best formulation of jelly guava residue by means of the sensory responses obtained by the consumer acceptance test using the methodology of response surface, mean test, external preference mapping (principal components analysis). In this study, the methodology of response surface was not sufficient to find an optimal formulation for the preparation of jelly residue guava. Through the ANOVA test and the average there is greater acceptance of test 2 (60/40 ratio of extract / sugar and pectin concentration of 0.5%), not differing from the 3 trials (ratio of 40/60 extract / sugar and 1.5% pectin) and 9 (ratio of 50/50 of extract / sugar and 1.0% pectin), validating them through the external preference mapping and circle of correlation, noting that the tasters preferred those who had in their formulations extract content of 40% to 60% and the pectin concentration of 0.5% to 1.5%, making its production.

Keywords: jelly, sensory analysis, statistical analysis

3 INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos três maiores produtores mundiais de goiaba (*Psidium guajava* L.) (Azzoline et al., 2005). Dentre as frutas tropicais, a goiaba é uma das mais apreciadas pelas suas características sensoriais e nutricionais, como boa fonte de vitamina C, açúcares, fibras, licopeno e minerais (Mattiuz et al., 2003). Constitui-se uma das mais importantes matérias-primas para a indústria de sucos, polpa e néctares com grande aceitação no mercado (Evangelista & Vieites, 2006).

Do processamento de goiaba, estima-se que anualmente a indústria gere cerca de 12 mil toneladas de resíduos (Silva et al., 2009). Esses resíduos contêm muitas substâncias de alto valor. Se for empregada uma tecnologia adequada, este material pode ser convertido em produtos comerciais ou matérias-primas para processos secundários (Laufenberg, 2003).

Geléia de frutas é um produto obtido pela concentração de polpa, suco ou extrato de frutas, com quantidades suficientes de açúcar, pectina e ácido, até o brix adequado para geleificação por ocasião do resfriamento (Mélo et al., 1999).

O sucesso de um produto no mercado depende de seu desempenho junto ao consumidor. A determinação da aceitação e/ou preferência do produto se torna indispensável no processo de desenvolvimento de novos produtos, bem como no melhoramento de processos, na substituição de ingredientes dentre outros fatores (Reis et al., 2006).

Para analisar os resultados de avaliações sensoriais, existem várias metodologias, tais como teste de médias, metodologia de superfície de resposta, mapa de preferência (análise dos componentes principais).

O teste de média é um método unilateral, que considera somente a média dos escores, não avaliando cada consumidor individualmente.

A metodologia de superfície de resposta é utilizada como modelo das respostas dos consumidores, gerando equações preditivas com correlações entre a resposta do consumidor e as variáveis estudadas no processo. Essas equações preditivas (modelo) podem ser usadas para otimizar processos e para estimar a expectativa da resposta dos consumidores para combinações de fatores não diretamente testados (Moskowitz, 1994).

O mapa de preferência utiliza alguns procedimentos estatísticos multivariados para obter uma representação gráfica das diferenças de aceitação entre os diversos produtos. Trata-se de um procedimento estatístico multidimensional que considera a individualidade dos consumidores e não somente a média do grupo (Reis et al., 2006).

Existem dois tipos de mapa de preferência, o interno e o externo. O mapa de preferência interno representa uma série de dados relativos à preferência do consumidor em um conjunto de dimensões. Já o mapa de preferência externo projeta as pontuações relacionadas à preferência em mapas gerados a partir de outras medidas (análise descritiva, medidas físicas, determinações químicas, entre outros) (Dutcosky, 2008).

Ferreira (1996) define a análise de componentes principais como a explicação da estrutura de covariância por meio de poucas combinações lineares das variáveis originais e com o objetivo de reduzir a dimensão original e de facilitar a interpretação das análises reduzidas.

Neste estudo objetivou-se verificar a melhor formulação de geléia do resíduo de goiaba por meio das respostas sensoriais dos consumidores, obtidas pelo teste de aceitação, utilizando metodologia de superfície de resposta, teste de médias, mapa de preferência externo (análise dos componentes principais).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Elaboração das geléias

Para a elaboração das geléias foi utilizado o extrato obtido da prensagem manual do resíduo do processamento de goiaba, descrito no item 4.1 do capítulo 2.

O processamento foi realizado na Planta Piloto de Produtos Vegetais-DCA/UFLA.

As geléias foram processadas conforme o item 4.1 do capítulo 3.

4.2 Delineamento experimental

Foi realizado um planejamento composto central rotacional (DCCR) 2^2 + 4 pontos axiais + 3 pontos centrais. A razão extrato/açúcar e a concentração de pectina foram estabelecidas como variáveis independentes (Tabela 1). O pH foi fixado em 3,1 por meio de testes prévios.

TABELA 1 Níveis e valores das variáveis independentes do delineamento composto central rotacional (DCCR) para a otimização das geléias.

Ensaio	Variáveis Codificadas		Variáveis Reais	
	x_1	x_2	X_1 (m/m)	X_2 (%)
1	-1	-1	40/60	0,5
2	1	-1	60/40	0,5
3	-1	1	40/60	1,5
4	1	1	60/40	1,5
5	-1,41	0	35,9/64,1	1
6	1,41	0	64,1/35,9	1
7	0	-1,41	50/50	0,3
8	0	1,41	50/50	1,7
9	0	0	50/50	1
10	0	0	50/50	1
11	0	0	50/50	1

X_1 -relação extrato/açúcar

X_2 - concentração de pectina

4.3 Análise sensorial

O teste de aceitação foi conduzido em laboratório, com 75 consumidores potenciais de geléias de frutas e os atributos avaliados (cor, aparência, sabor, doçura, consistência e impressão global) julgados por meio de uma escala hedônica estruturada de 9 pontos (1=desgostei extremamente a 9= gostei extremamente) (Stone & Sidel, 1985).

Na Figura 1 tem-se a ficha utilizada na realização da análise.

AVALIAÇÃO SENSORIAL DE GELÉIA DE GOIABA

Nome: _____ *Data:* _____

Por favor, prove as amostras de geléia e avalie o quanto você gostou ou desgostou em relação aos atributos sabor, consistência, cor, doçura, aparência e impressão global. Lave a boca antes e entre cada amostra.

1- Desgostei extremamente
 2- Desgostei muito
 3- Desgostei moderadamente
 4- Desgostei ligeiramente
 5- Indiferente
 6- Gostei ligeiramente
 7- Gostei moderadamente
 8- Gostei muito
 9- Gostei extremamente

Amostra nº	Sabor	Consistência	Cor	Doçura	Aparência	Impressão Global

Comentários: _____

FIGURA 1 Modelo da ficha utilizada no teste de aceitação

O delineamento experimental foi em blocos casualizados completos, em que cada provador constituiu um bloco.

As amostras de geléia, com aproximadamente 5,0 g (Acosta et al., 2008), foram servidas em copos descartáveis de 50 mL, à temperatura ambiente, de forma balanceada (Wakeling & MacFie, 1995). Estas foram codificadas com algarismos de três dígitos retirados de uma tabela de números aleatórios. O teste foi realizado em cabines individuais no laboratório de Análise Sensorial do Departamento de Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras. As amostras foram avaliadas em três sessões. Duas sessões com quatro ensaios e uma sessão com três ensaios.

4.4 Análise estatística dos resultados

Foi utilizada a metodologia de superfície de resposta, análise de variância, teste de médias e, ainda, mapa de preferência (análise dos componentes principais) para a análise dos resultados.

4.4.1 Metodologia de superfície de resposta

Foram avaliados os efeitos das variáveis independentes (x_1 : razão extrato/açúcar; x_2 : concentração de pectina) sobre as variáveis dependentes (escores dos atributos sensoriais) por meio da metodologia de superfície de resposta (Box & Draper, 1987). Foi utilizado o *software* Statistica 5.0 com a finalidade de ajustar modelos de regressão de primeira e de segunda ordem. Os parâmetros não significativos não foram excluídos do modelo completo, uma vez que, a retirada desses parâmetros diminuía muito o coeficiente de determinação (R^2). O polinômio empregado para o ajuste do modelo foi:

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_{12} x_1 x_2 + \beta_{11} x_1^2 + \beta_{22} x_2^2 + e \quad (1)$$

Onde β_0 , β_1 , β_2 , β_{12} , β_{11} e β_{22} são os coeficientes de regressão, y é a resposta em questão, x_1 e x_2 são as variáveis independentes (x_1 : razão extrato/açúcar; x_2 : concentração de pectina) e e o erro experimental.

Foi realizada a análise de variância (ANAVA), para testar a adequação dos modelos, onde se observou a significância da regressão pelo teste F (Rodrigues & Iemma, 2005), ao nível de 5% de significância, avaliando-se também os coeficientes de determinação.

4.4.2 Teste de médias

Os ensaios foram avaliados por análise de variância (ANAVA), seguida de teste de Tukey, a 5% de significância, para identificar as diferenças em casos significativos. Obteve-se a média dos escores de aceitação das três repetições (ensaios 9, 10 e 11) no ponto central. As análises de variância e o teste de médias foram realizados no *software* Sisvar (Ferreira, 2000). Construíram-se histogramas para melhor observar a frequência de notas de cada atributo. Para a

construção dos histogramas, as notas foram divididas em três blocos, 1-4, 5 e 6-9, que correspondem a desgostei extremamente a desgostei ligeiramente, indiferente e gostei ligeiramente a gostei extremamente, respectivamente.

4.4.3 Mapa de preferência externo (análise dos componentes principais)

Para a realização desta análise também foi feita a média dos escores de aceitação das três repetições no ponto central (ensaios 9, 10 e 11).

O mapa de preferência utiliza alguns procedimentos estatísticos multivariados, como as análises de componentes principais e agrupamento, para obter uma representação gráfica das diferenças de aceitação entre os diversos produtos. Trata-se de um procedimento estatístico multidimensional que considera a individualidade dos consumidores e não somente a média do grupo de consumidores que avaliaram o produto. Com essa análise, tem-se uma representação gráfica das diferenças de aceitação entre as amostras que permite a identificação de cada consumidor e suas preferências em relação às amostras avaliadas (Reis et al., 2006).

Foi realizado um mapa de preferência externo vetorial, o qual projeta as pontuações relacionadas à preferência em mapas gerados baseando-se em outras medidas que, no caso do presente trabalho, foi considerando os parâmetros de cor e do perfil de textura (adesividade e elasticidade).

Realizou-se, também, a análise de componentes principais (ACP). Nessa análise, associada à idéia de redução da massa de dados, o principal objetivo foi transformar um conjunto original de variáveis em outro conjunto, os componentes principais, com a menor perda de informação possível. A análise de componentes principais (ACP) resume as informações das variáveis originais (X) em componentes principais (Y). O objetivo, nesta técnica, consiste na

construção de uma combinação linear de medidas que contribuam mais acentuadamente para a variação entre as amostras estudadas (Reis et al., 2006).

Utilizou-se o pacote *SensMineR* presente no *software* estatístico R (R Development Core Team, 2007) para a análise dos resultados (Husson & Lê, 2006).

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Avaliação das formulações por superfície de resposta

Na Tabela 2 têm-se as estimativas dos efeitos e os coeficientes de regressão dos atributos sensoriais.

TABELA 2 Estimativa dos efeitos e coeficientes de regressão para os atributos sensoriais.

Análise sensorial	Fator	Efeito	Erro Padrão	t (5)	p	R ²
Sabor	β_0	6,93	0,29	24,11	0*	0,20
	β_1	-0,07	0,35	-0,21	0,84	
	β_{11}	-0,31	0,42	-0,74	0,49	
	β_2	-0,22	0,35	-0,61	0,56	
	β_{22}	-0,30	0,42	-0,71	0,51	
	β_{12}	-0,02	0,50	-0,04	0,97	
Consistência	β_0	6,70	0,69	9,70	0*	0,70
	β_1	-0,32	0,85	-0,38	0,72	
	β_{11}	0,41	1,01	0,41	0,70	
	β_2	-0,47	0,85	-0,56	0,60	
	β_{22}	-2,95	1,01	-2,92	0,03*	
	β_{12}	-1,07	1,20	-0,89	0,41	
Cor	β_0	6,78	0,36	18,73	0*	0,49
	β_1	0,18	0,44	0,40	0,71	
	β_{11}	-0,64	0,53	-1,20	0,28	
	β_2	0,01	0,44	0,03	0,97	
	β_{22}	-0,91	0,53	-1,72	0,15	
	β_{12}	-0,69	0,63	-1,10	0,32	

(...continua...)

“TABELA 2, Cont.”

Doçura	β_0	6,78	0,29	23,70	0*	0,18
	β_1	0,09	0,35	-0,34	0,75	
	β_{11}	-0,32	0,42	-0,65	0,54	
	β_2	0,01	0,35	-0,15	0,89	
	β_{22}	-0,46	0,42	-0,88	0,42	
	β_{12}	-0,34	0,50	-0,04	0,97	
Aparência	β_0	7,06	0,53	13,23	0*	0,69
	β_1	-0,16	0,65	-0,24	0,82	
	β_{11}	-0,51	0,78	-0,65	0,54	
	β_2	-0,21	0,65	-0,31	0,77	
	β_{22}	-2,33	0,78	-2,99	0,03*	
	β_{12}	-1,24	0,92	-1,34	0,24	
Impressão Global	β_0	7,10	0,51	14,00	0*	0,59
	β_1	-0,20	0,62	-0,33	0,76	
	β_{11}	-0,37	0,74	-0,50	0,64	
	β_2	-0,30	0,62	-0,49	0,65	
	β_{22}	-1,87	0,74	-2,52	0,05	
	β_{12}	-0,52	0,88	-0,59	0,58	

*5% de significância

Observa-se que apenas para os atributos consistência e aparência houve diferença significativa ($p \leq 0,05$). Isso pode ser por causa da variação da consistência das geléias, descaracterizando o produto.

A Tabela 3 mostra a ANOVA para os atributos significativos a 5% de significância.

TABELA 3 Análise de variância para os atributos significativos.

		SQ	GL	QM	Fcal	Ftab
Consistência	regressão	16,4518	5	3,290361	2,30397	5,05
	resíduos	7,140632	5	1,428126		
	total	23,59244	10			
Aparência	regressão	9,331489	5	1,866298	2,184459	5,05
	resíduos	4,271762	5	0,854352		
	total	13,60325	10			

Nota-se que tanto para o atributo consistência como para aparência o $F_{\text{calculado}}$ foi menor que o F_{tabelado} , mostrando que os dados não se ajustaram adequadamente ao modelo, por isso não foram geradas as superfícies de resposta. Estes resultados não permitiram a otimização da formulação da geléia empregando-se a metodologia de superfície de resposta. Menezes (2008), estudando a otimização de doce de goiaba, também não conseguiu utilizar a metodologia de superfície de resposta para obter a melhor formulação

Sendo assim, efetuou-se a análise de variância, aplicando-se o teste de Tukey a 5%, quando necessário, além de utilizar a metodologia de mapa de preferência (análise de componentes principais).

5.2 Avaliação das formulações pela ANAVA e teste de médias

Como pode ser visto na Tabela 4 (ANAVA), todos os parâmetros da análise sensorial apresentaram efeitos significativos, uma vez que foi observado $Pr < 0,001$ para todas as variáveis, à exceção de doçura com $Pr < 0,05$.

TABELA 4 Resumo das análises de variância para os atributos sensoriais.

	FV	GL	SQ	QM	Fcal	Pr>Fcal
Sabor	ensaios	8	490,927407	61,365926	24,382	0,0000
	provadores	74	282,865185	3,822503	1,519	0,0051
	resíduo	592	1489,961481	2,516827		
	total	674	2263,754074			
CV (%)	26,25					
	FV	GL	SQ	QM	Fcal	Pr>Fcal
Consistência	ensaios	8	1557,905185	194,738148	68,194	0,0000
	provadores	74	263,754074	3,564244	1,248	0,0882
	resíduo	592	1690,539259	2,855641		
	total	674	3512,198519			
CV (%)	30,39					
	FV	GL	SQ	QM	Fcal	Pr>Fcal
Cor	ensaios	8	210,080000	26,260000	9,265	0,0000
	provadores	74	400,186667	5,407928	1,908	0,0000
	resíduo	592	1677,920000	2,834324		
	total	674	2288,186667			
CV (%)	27,67					

(...continua...)

“TABELA 4,Cont.”

	FV	GL	SQ	QM	Fcal	Pr>Fcal
Doçura	ensaios	8	50,136296	6,267037	2,323	0,0185
	providores	74	393,220741	5,313794	1,969	0,0000
	resíduo	592	1597,419259	2,698343		
	total	674	2040,776296			
CV (%)	25,06					
	FV	GL	SQ	QM	Fcal	Pr>Fcal
Aparência	ensaios	8	816,527407	102,065926	32,765	0,0000
	providores	74	368,127407	4,974695	1,597	0,0019
	resíduo	592	1844,139259	3,115100		
	total	674	3028,794074			
CV (%)	30,41					
	FV	GL	SQ	QM	Fcal	Pr>Fcal
Impressão Global	ensaios	8	521,291852	65,161481	25,831	0,0000
	providores	74	288,171852	3,894214	1,544	0,0037
	resíduo	592	1493,374815	2,522593		
	total	674	2302,838519			
CV (%)	26,91					

FV = fonte de variação; GL = graus de liberdade; SQ = soma dos quadrados; QM = quadrado médio, Fcal = Fcalculado, CV (%) = coeficiente de variação

As médias das notas atribuídas pelos provedores com os resultados do teste de média para os atributos sensoriais de sabor, consistência, cor, doçura, aparência e impressão global encontram-se na Tabela 5.

TABELA 5 Média das notas atribuídas pelos provadores para sabor, consistência, cor, doçura, aparência, impressão global.

Tratamentos	Sabor	Consistência	Cor	Doçura	Aparência	Impressão Global
1	6,61 ab	6,39 ab	5,89 bcde	6,85 a	5,92 bc	6,61 ab
2	7,16 a	7,15 a	7,05 a	6,84 a	7,17 a	7,16 a
3	6,61 ab	6,51 ab	6,53 abc	6,69 a	6,76 ab	6,61 ab
4	6,12 bc	5,13 c	6,32 abcd	6,64 a	5,53 c	6,12 bc
5	6,39 abc	6,47 ab	5,79 cde	6,47 a	6,08 bc	6,39 abc
6	5,77 c	5,99 bc	5,61 de	6,17 a	5,61 c	5,77 c
7	4,65 d	2,88 e	5,37 e	6,17 a	4,03 d	4,65 d
8	4,53 d	2,89 e	5,48 de	6,28 a	4,04 d	4,53 e
9	6,53 abc	6,53 ab	6,71 ab	6,87 a	7,08 a	6,85 ab

Médias nas colunas seguidas por letras iguais não diferem entre si, a 5% de significância, pelo teste de Tukey.

Atributos sensoriais: 1-desgostei extremamente a 9-gostei extremamente

*Tratamento 9: média dos valores de aceitação obtidos pelos ensaios 9, 10 e 11.

De um modo geral, as notas das amostras situaram-se entre 4 (desgostei ligeiramente) e 7 (gostei moderadamente). As amostras não diferiram entre si ($p \leq 0,05$) em relação à aceitação do parâmetro doçura.

Em relação aos parâmetros sabor, consistência e impressão global, observa-se que o tratamento 2 (relação extrato/açúcar 60/40 e concentração de pectina 0,5%) apresentou-se com escore na faixa de 7 (gostei moderadamente), não diferindo estatisticamente dos tratamentos 1, 3, 5, 9.

O tratamento 2 também apresentou maior nota em relação ao atributo cor, não diferindo dos tratamentos 3 e 9. O tratamento 2 (razão extrato/açúcar 60/40, concentração de pectina 0,5%) pode ter tido escores maiores neste atributo em virtude do maior tempo de cocção provocado pelo aumento de polpa

no sistema. O tratamento 9 é o do ponto central, em que possui concentrações intermediárias em relação às duas variáveis independentes.

Observa-se na Figura 2 os histogramas de frequência das notas atribuídas às geléias.

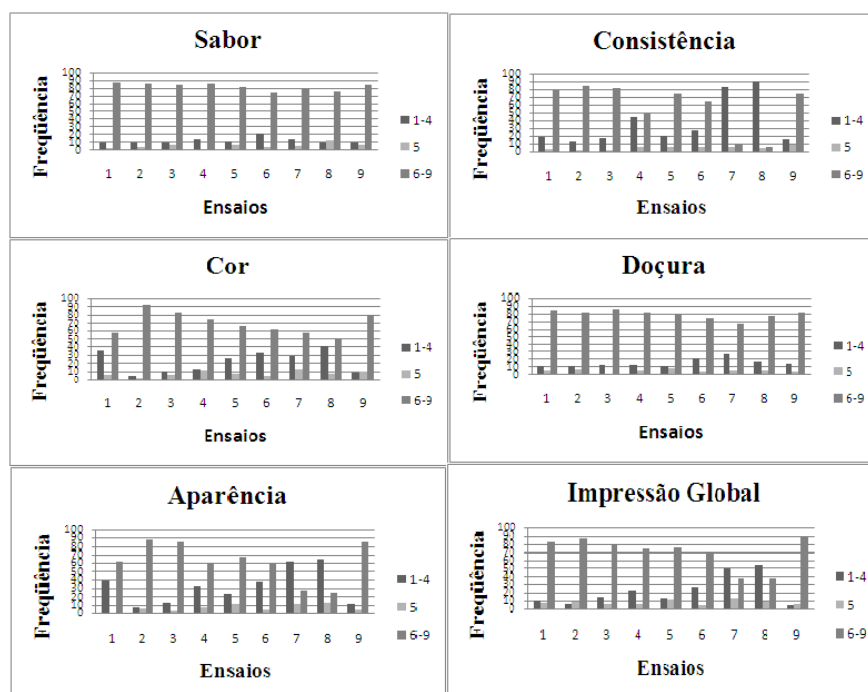


FIGURA 2 Histogramas de frequência de notas atribuídas às geléias.
*Ensaio 9: média dos valores de aceitação obtidos pelos ensaios 9, 10 e 11.

Nota-se que em todos os histogramas os tratamentos 2, 3 e 9 apresentaram as maiores frequência de notas entre 6 (gostei ligeiramente) e 9 (gostei extremamente), apresentando alto índice de aceitabilidade.

5.3 Avaliação das formulações das geléias por mapa de preferência (análise dos componentes principais)

Com o intuito de validar os resultados obtidos na ANAVA e no teste de média, realizou-se a análise dos componentes principais e mapa de preferência externo (MPE) vetorial.

O MPE (Figura 3) foi ajustado por meio dos dados de aceitação em relação à impressão global, relacionando-os às variáveis sensoriais (sabor, consistência, cor, doçura e aparência) e tecnológicas (parâmetros de cor e de textura). Para os parâmetros de textura foram escolhidas a elasticidade e a adesividade, com base nos seus coeficientes de determinação (ver Cap. 3). Esta análise, ainda, gerou o círculo de correlação (Figura 4), que mostra a correlação entre os resultados sensoriais e tecnológicos.

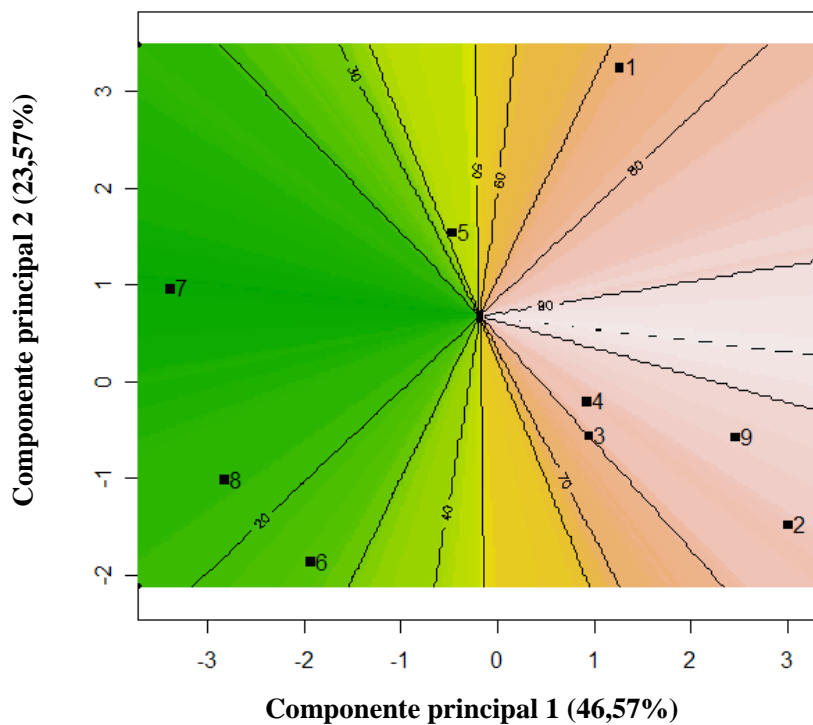


FIGURA 3 Mapa de preferência da impressão global das 9 formulações das geléias.

* Tratamento 9: média dos valores de aceitação obtidos pelos tratamentos 9, 10 e 11.

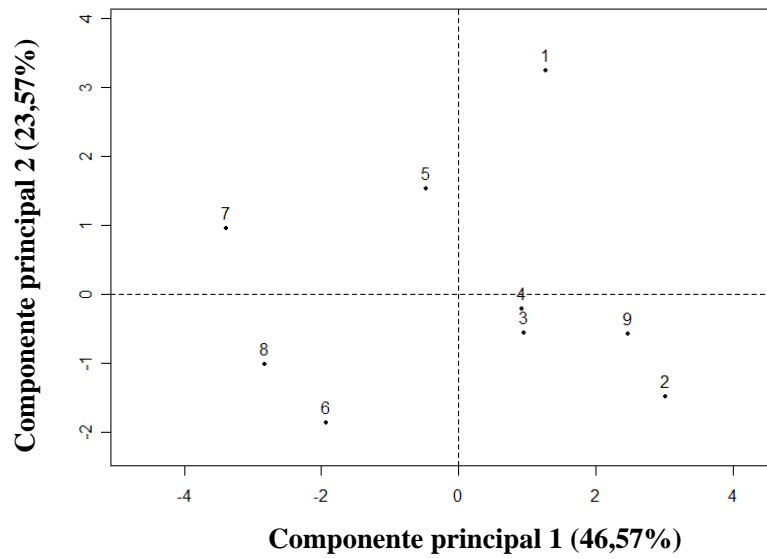
O dois primeiros componentes gerados neste estudo explicam 70,14% da variabilidade que, neste caso, são combinações lineares dos consumidores. Com base neste mapa, observou-se maior densidade de consumidores envolvendo os ensaios 2, 9, 3, 4 e 1, indicando preferência dos consumidores em relação a estas formulações. A separação espacial dos ensaios, plotada sobre o mapa de preferência (Figura 3), mostrou que estes ensaios foram os preferidos em relação à impressão global, uma vez que se encontra na região de preferência em que

cerca de 70% a 90% dos provadores consideram que os ensaios apresentaram escores de aceitação acima da média (6,29). Assim, pode-se verificar que os provadores preferiram a geléia com concentrações de extrato de 40% a 60% e concentração de pectina de 0,5% a 1,5%. Já os ensaios 5, 6, 7, e 8 foram os menos preferidos, uma vez que, somente 20% dos provadores deram notas acima da média.

A Figura 4 apresenta o círculo de correlação das variáveis analisadas nos ensaios com os atributos sensoriais avaliados pelos provadores.

Este círculo é formado por vários vetores. Quanto mais longo o vetor, melhor a explicação da variabilidade entre as amostras. Vetores próximos uns dos outros apresentam alta correlação positiva entre si. Vetores paralelos em sentidos opostos representam correlação negativa (Torrezan et al., 2004).

O círculo de correlação (Figura 4) indicou que a aceitação do ensaio 2 (razão de 60/40 de extrato/açúcar e 0,5% de pectina) foi mais influenciada pelos atributos sensoriais de cor e aparência e o ensaio 3 (razão de 40/60 de extrato/açúcar e 1,5% de pectina) pelo atributo sensorial cor. O ensaio 1 (razão de 40/60 de extrato/açúcar e 0,5% de pectina) foi influenciado pelo parâmetro de cor L*. Os ensaios 4 (razão de 60/40 de extrato/açúcar e 1,5% de pectina) e 9 (razão de 50/50 de extrato/açúcar e 1,0% de pectina) foram influenciados pelos parâmetros sensoriais de consistência e aparência. O vetor consistência é bem menor que o vetor aparência, significando que, para os provadores, a aceitação dos ensaios 4 e 9 é mais influenciada pela aparência. Já o ensaio 5 (35,9/64,1 extrato/açúcar e 1% de pectina) foi influenciado negativamente pelo parâmetro de cor b* e pela adesividade.



(...continua...)

“FIGURA 4, Cont.”

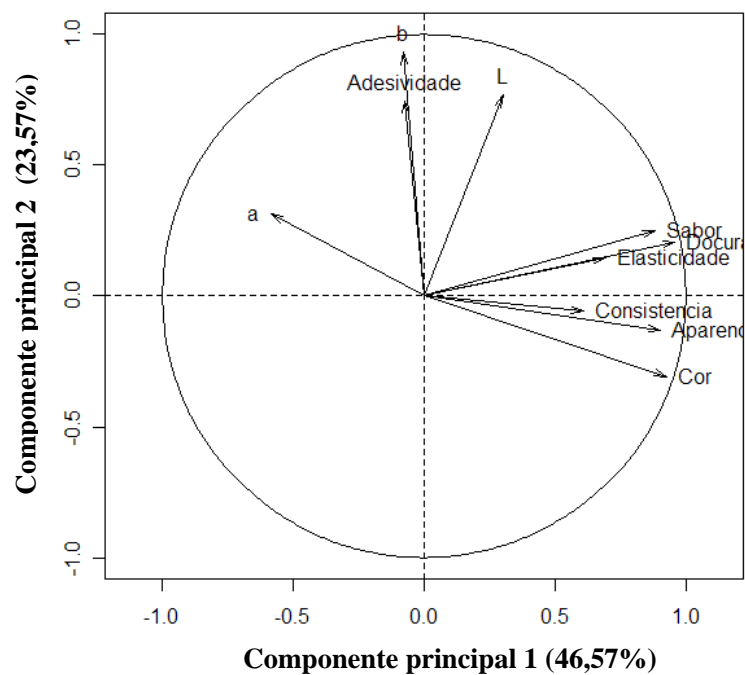


FIGURA 4 Análise dos componentes principais e círculo de correlação das variáveis analisadas das geléias com os atributos sensoriais avaliados pelos provadores.

* Tratamento 9: média dos valores de aceitação obtidos pelos tratamentos 9, 10 e 11.

6 CONCLUSÃO

Neste estudo, a aplicação da metodologia de superfície de resposta não foi suficiente para encontrar uma formulação ótima para a elaboração da geléia de resíduo de goiaba. Por meio da ANAVA e do teste de média, verificou-se maior aceitabilidade do ensaio 2 (relação de 60/40 de extrato/açúcar e concentração de pectina de 0,5%), não diferindo dos ensaios 3 (razão de 40/60 de extrato/açúcar e 1,5% de pectina) e 9 (razão de 50/50 de extrato/açúcar e 1,0% de pectina), validando-os com base no mapa de preferência externo e círculo de correlação, notando-se que os provadores foram influenciados positivamente pelos atributos de cor, consistência e aparência e pela cor L*; e negativamente pela adesividade e cor b*.

7 CONCLUSÕES FINAIS

Diante dos resultados obtidos neste trabalho pode-se concluir que é viável a produção de geléia do extrato do resíduo do processamento de goiaba, uma vez que, o produto teve boa aceitação por parte dos provadores.

As formulações com maiores notas de impressão global foram a 1 (razão 40/60 de extrato/açúcar e 0,5% de pectina), a 2 (razão 60/40 de extrato/açúcar e 0,5% de pectina), a 3 (razão 40/60 de extrato/açúcar e 1,5% de pectina), a 4 (razão 60/40 de extrato/açúcar e 1,5% de pectina) e a do ponto central (razão 50/50 de extrato/açúcar e 1,0% de pectina). Destas formulações, não é viável a produção das formulações 2 e 4, em virtude da acidez total titulável acima do indicado na elaboração de geléias (0,99% e 1,15%, respectivamente).

Em razão do maior rendimento, cor mais escura, maiores escores para os atributos sabor e cor, pode-se concluir que a produção de geléias deve ser de acordo com as formulações 1, 3 e do ponto central (9, 10 e 11), ou seja, formulações com teor de extrato de 40% a 50% e concentrações de pectina de 0,5% a 1,5%.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACOSTA, O.; VÍQUEZ, F.; CUBERO, E. Optimization of low calorie mixed fruit jelly by response surface methodology. **Food Quality and Preference**, Barking, v. 19, n. 1, p.79-85, Jan. 2008.
- AZZOLINE, M. A.; JACOMINO, A. P.; BRON, I. U.; KLUGE, R. A.; SCHIAVINATO, M. A. Ripening of 'Pedro Sato' guava: study on its climacterics or non-climacteric nature. **Brazilian of Journal Plant Physiology**, Pelotas, v. 17, n. 3, p. 299-306, jul./set. 2005.
- BOX, G. E. P.; DRAPER, N. R. **Empirical model-building and response surfaces**. New York: J. Wiley, 1987.
- DUTCOSKY, S. D. **Análise sensorial de alimentos**. 2. ed. Curitiba: Champagnat, 2008. 239 p.
- EVANGELISTA, R. M.; VIEITES, R. L. Avaliação da qualidade de polpa de goiaba congelada, comercializada na cidade de São Paulo. **Segurança Alimentar e Nutricional**, Campinas, v.13, n. 2, p.76-81, 2006.
- FERREIRA, D. F. **Análise multivariada**. Lavras: UFLA/DEX, 1996. p. 223-250. Apostila.
- FERREIRA, D. F. **Programa Sisvar**: versão 3,04. Lavras: UFLA/DEX, 2000.
- HUSSON, F.; LÊ, S. SensormineR: a pacote for sensory data analysis with r. use r. **Science Aliments**, Cachan, v. 26, n. 4, p. 355-356, 2006.
- LAUFENBERG, G. Transformation of vegetable waste into added products: (A) the upgrading concept; (B) practical implementations. **Bioresource Technology**, Essex, v.87, n. 2, p. 167-198, Apr. 2003.
- MATTIUZ, B. H.; DURIGA, J.; ROSSI JUNIOR, O. D. Processamento mínimo em goiabas 'Paluma' e 'Pedro Sato': avaliação química, sensorial e microbiológica. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 23, n. 3, p. 409-413, set./dez. 2003.

MÉLO, E. A.; LIMA, V. L. A. G.; NASCIMENTO, P. P. Formulação e avaliação físico-química e sensorial de geléia mista de pitanga (*Eugenia uniflora* L.) e acerola (*Malpighia* sp). **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Curitiba, v. 17, n. 1, p. 33-44, jan./jun. 1999.

MENEZES, C. C. **Otimização e avaliação da presença do sorbato de potássio e das embalagens sobre o doce de goiaba durante o armazenamento**. 2008. 145 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

MOSKOWITZ, H. R. Product optimization approaches and applications. In: MACFIE, H. J. H.; THOMSON, D. M. H. **Measurement of food preferences**. Glasgow: Blackie Academic & Professional, 1994. chap. 1, p. 97-136.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R: a language and environment for statistical computing**. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2007.

REIS, R. C.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, J. C. S.; MINIM, V. P. R. Mapa de preferência. In: MINIM, V. P. R. **Análise sensorial: estudos com consumidor**. Viçosa, MG: UFV, 2006. 225 p.

RODRIGUES, M. I.; IEMMA, A. F. **Planejamento de experimento e otimização de processos: uma estratégia seqüencial de planejamentos**. Campinas: Casa do Pão, 2005. 326 p.

SILVA, E. P.; SILVA, D. A. T. da; RABELLO, C. B. V.; LIMA, R. B.; LIMA, M. B.; LUDKE, J. V. Composição físico-química e valores energéticos dos resíduos de goiaba e tomate para frangos de corte de crescimento lento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 38, n. 6, p. 1051-1058, jun. 2009.

STONE, H.; SIDEL, J. L. Affective testing. In: _____. **Sensory evaluation practices**. Boca Raton: Academic, 1985. p. 227-252.

TORREZAN, R.; CECCATO, C. M.; BARRETTO, A. C. S.; SILVA, V. S.; CARATIN, C.; PEREIRA, C. G.; MARTINEZ, J.; KUSHIDA, M. M.; PINTO NETO, M.; IAMANAKA, B.; CARDELLO, H. M. A. B. Avaliação do perfil sensorial de alimento com soja sabor laranja. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Curitiba, v. 22, n. 2, p. 119-216, jul./dez. 2004.

WAKELING, I. N.; MAC FIE, H. J. H. Designing consumer trials balanced for first and higher orders of carry-over effect when only a subset of k samples from t may be tested. **Food Quality and Preference**, Barking, v. 6, n. 4, p. 299-308, 1995.