

Determinação das Propriedades Reológicas da Polpa de Framboesa Amarela (*Rubus Imperialis*) e Processamento da Geleia a Partir da Mesma

Rheology of Yellow Raspberry (*Rubus Imperialis*) Pulp and Jam Processing

Daniela Helena Pelegrine Guimarães

Departamento de Engenharia Química

Escola de Engenharia de Lorena - USP, São Paulo, SP

dhguima@usp.br

Tamara Boscolo

Departamento de Ciências Agrárias

Universidade de Taubaté - UNITAU, Taubaté, SP

tamaraboscolo@yahoo.com.br

Resumo: A fruticultura brasileira contribui com, aproximadamente, 10% da produção mundial. Nos últimos anos, as pequenas frutas vêm despertando a atenção dos produtores e do mercado consumidor e, dentre estas, encontra-se a framboesa, resultando no aumento da sua produtividade nos últimos anos. Nesse contexto, surge uma nova variedade dessa fruta: a framboesa amarela, fruta suculenta de adocicado sabor, rica em carboidratos, fibras, ácido fólico e vitaminas C e E. O trabalho proposto inclui a análise do comportamento reológico da polpa extraída da framboesa amarela, além do desenvolvimento de diferentes formulações da geleia, a partir da polpa da fruta. Para a formação do gel, foram utilizadas 3 diferentes fontes de pectina: a pectina ATM sintética, a pectina extraída do maracujá, e uma mistura de pectina BTM associada com gomas. Para a definição da formulação da geleia com as características desejadas pelos consumidores, foram realizados testes sensoriais de aceitação, nos quais os atributos avaliados foram: sabor, cor e textura. Com relação ao comportamento reológico da polpa, a mesma apresentou características de um fluido pseudoplástico, a partir do qual as partículas presentes na polpa exerceram grande influência. Com

Recebido em 16/09/2013 - Aceito em 01/04/2014.

RECEN 15(2) p. 275-287 jul/dez 2013 DOI: 10.5935/RECEN.2013.02.07

relação aos resultados da análise sensorial, observa-se maior aceitação, por parte dos provadores, da geleia elaborada a partir da pectina extraída da casca do maracujá, em relação a todos os atributos, porém não houve diferença significativa entre as formulações convencionais, as quais apresentaram diferença significativa quando comparadas à geleia *light*, para os atributos cor e aparência.

Palavras-chave: análise sensorial; framboesa amarela; geleia; reologia.

Abstract: Brazilian fruit cultivation contributes with approximately 10% of world fruit production. The berries produced in Brazil have been attracting the interest of the world trade. Raspberry has achieved great focus because of its functional properties, attractive flavor and color. On this context, a new berry variety arises: yellow Raspberry, a pulpy and sweetish fruit with great contents of carbohydrate, fibers, folic acid and some vitamins (C and E). The proposal of present research includes three yellow Raspberry jam formulations, made with the fruit pulp. For gelling it was used: synthetic ATM pectin, pectin obtained from passion fruit skin extraction and synthetic BTM pectin mixed with gums mixture. Sensorial attributes evaluated were: flavor, color and texture. It was observed that the pulp presented pseudoplastic behavior, and the suspended solids had great influence on it. According to sensorial tests and the Anova results, it can be concluded that, amongst different formularizations of yellow Raspberry jam, the most accepted was the one with pectin obtained from passion fruit skin extraction, for all sensorial attributes, although it presented no significant difference with respect to conventional products. On the other hand, these formulations presented significant difference with the light jam product concerning color and appearance attributes.

Key words: jam; rheology; sensorial analysis; yellow raspberry.

1 Introdução

Os mercados nacional e internacional mostram uma demanda cada vez maior para o consumo de alimentos vegetais em razão das suas propriedades nutricionais. Con-

sequentemente, houve uma grande expansão na agroindústria de frutas e hortaliças, principalmente na indústria de sucos, a qual tem uma expressiva importância econômica no país. Dentro da fruticultura brasileira, as pequenas frutas vêm despertando a atenção dos produtores e do mercado consumidor mundial, devido aos benefícios que proporcionam ao organismo, tais como a presença de elevado teor de compostos fenólicos com poder antioxidante [1].

No Brasil, existe uma forte concentração no sabor de frutas vermelhas para os produtos derivados, elaborados à base de amora, framboesa e morango. A cultura da framboesa foi introduzida na região de Campos do Jordão – SP e, atualmente, os principais estados produtores são Rio Grande do Sul, São Paulo e Minas Gerais, com área de cultivo estimada em 40 hectares. Entre as cultivares já testadas no Brasil, destaca-se a cultivar *Batum*, que se caracteriza pela baixa exigência em frio, tipo remontante e com frutos de formato oval [2].

A grande preferência pelas frutas vermelhas, por parte do consumidor, levou vários produtores de frutas a aumentarem a produção dessas frutas. Nesse contexto, surge uma variedade de framboesa, até pouco tempo atrás desconhecida: a framboesa amarela.

Também conhecida como capinuriba amarela, a framboesa amarela (*Rubus chamaemorus*) é um fruto suculento, de sabor adocicado, com pequenas bagas de tonalidades amareladas. A camada externa desse fruto é formada por pequenos gomos e a interna é oca [3].

Dentre os diversos benefícios à saúde, propiciados por esta espécie de fruta, destaca-se o fato de a mesma contribuir para a saúde dos ossos, dos dentes e da pele, ajudando também na aceleração dos processos de regeneração do organismo. Suas folhas possuem efeitos anti-inflamatórios e agem contra a diarreia. Além disso, a framboesa amarela possui atividade anticancerígena, antiviral e apresenta alto teor de aspirina natural [2, 4].

Com relação aos aspectos nutricionais, a framboesa amarela é rica em carboidratos, fibras (pectina), ácido fólico e vitaminas C e E, podendo ser utilizada na culinária, no preparo de sobremesas, sucos, em geleias, compotas e sorvetes. Cada 100 gramas de framboesa amarela fornece 57 calorias, e também pode ser consumida ao natural.

É recomendado o uso do chá de folhas de framboesa amarela misturado com o chá de folhas de amoreira, contra irritações, inflamações das vias gastrintestinais, catarros, diarreias e hemorragias causadas por hemorroidas [4, 5].

Além das frutas *in natura*, por serem produtos perecíveis e com dificuldade para estender a vida útil do produto fresco, há também o interesse na produção dos produtos derivados dessas frutas, na tentativa de se reduzir os desperdícios resultantes. Dentre os produtos derivados das frutas destaca-se a geleia comum como uma das de maior importância comercial pois, além de preservar grande parte de suas propriedades, trata-se de um produto apreciado em todo o mundo [6 - 11].

Para a pesquisa e desenvolvimento de novos produtos, somente a economia gerada devido à diminuição dos desperdícios, através da utilização das frutas que não foram consumidas para a fabricação de geleias, já é motivo suficiente para incentivar o desenvolvimento de uma metodologia à qual visa ao aproveitamento desse fruto [6, 7].

Por outro lado, é fundamental o conhecimento das propriedades físicas e químicas da polpa submetida ao processamento da geleia. Dentre essas propriedades, o comportamento reológico ocupa posição de destaque, sendo útil não só como medida de qualidade, mas também em projetos, avaliação e operação dos equipamentos processadores de alimentos (tais como bombas, sistemas de agitação, tubulações,...) evitando-se, dessa maneira, um sub ou super dimensionamento [8, 12 - 17].

2 Materiais e métodos

Para o processamento da geleia de framboesa amarela, foram utilizados frutos provenientes da região de Campos de Jordão, localizada na Serra da Mantiqueira. Logo após a colheita, os frutos foram lavados em água clorada, contendo 150 ppm de cloro residual livre, e selecionados quanto à sanidade. Todos os equipamentos utilizados no processamento da geleia foram sanitizados com água clorada contendo 25 ppm de cloro residual livre. As frutas com danos na casca foram descartadas. Para a elaboração da polpa, os frutos foram despulpados em despulpadeira. Uma parte da polpa foi separada para avaliações químicas e físicas e o restante submetido ao processamento da geleia. As medidas de viscosidade foram determinadas em um viscosímetro ro-

tacional Brookfield (modelo LV) de cilindros concêntricos, bastante utilizado para alimentos em geral.

2.1 Processamento da geleia

Para a elaboração da polpa, os frutos foram despulpados em despulpadeira (Macanuda, modelo DMCI). Parte da polpa foi centrifugada para a remoção das partículas em suspensão. Para esse fim, utilizou-se centrífuga da marca Sorvall Instruments, modelo RC5C, com rotor SS-34. As polpas foram centrifugadas a 12000 rpm durante 40 minutos, equivalente a 29000 G, de modo a reduzir o teor dos sólidos insolúveis a quase zero. Após a centrifugação da polpa, foi feita a determinação de teor de sólidos insolúveis das mesmas, sendo insignificante.

O pH da polpa foi ajustado para uma faixa de 3,0 a 3,4 (ideal para a geleificação) com o uso do acidulante ácido cítrico [1, 10] e a geleia foi, então, elaborada, usando-se uma proporção de polpa:açúcar de 3:2, em tacho de aço inoxidável (Kromodinâmica), com agitação contínua. No preparo das geleias convencionais (adicionada de pectina ATM sintética ou extraída da casca do maracujá), a polpa já adicionada de 30% da quantidade total da sacarose foi aquecida até atingir um teor de sólidos solúveis correspondente a 35°Brix. Uma vez atingida tal consistência, o restante do açúcar, juntamente com a pectina já hidratada, foram adicionados, sendo a mistura mantida sob aquecimento até concentração final de sólidos solúveis de 67 °Brix.

Para a formação do gel, foram utilizadas 3 diferentes fontes de pectina: a pectina ATM sintética, a pectina extraída do maracujá, e uma mistura de pectina BTM associada com gomas. Para a extração da pectina da casca de maracujá, seguiu-se a metodologia proposta por Bobbio e Bobbio [18]. Com relação à pectina ATM, esta foi adicionada à mistura na proporção de 1,0% e, para a hidratação da mesma, na proporção de 150 gramas de água para cada 8 gramas de pectina, conforme indicações do Senai.

Para a formulação *light*, a adição de sacarose foi de 50% daquela adicionada no processamento das geleias convencionais, onde a pectina BTM foi adicionada na proporção de 1,5%, em relação à quantidade de polpa, e as gomas xantana e carragena (1:1 p/p) foram adicionadas na proporção de 2% sobre o peso da sacarose. Tudo foi

adicionado em uma única vez, e processado em tacho aberto, até a concentração final de sólidos solúveis atingisse 35°Brix [19, 20].

Em seguida, a geleia processada foi envasada quente em embalagens de vidro e estocadas à temperatura ambiente.

2.2 Análises físico-químicas na polpa

Para a caracterização da polpa, foram realizadas as análises físico-químicas de: pH [21, Method 16192]; sólidos solúveis totais [22, 315/IV]; acidez titulável [13, 310/IV]; atividade de água, utilizando equipamento medidor da atividade de água.

2.3 Análise do comportamento reológico da polpa de framboesa amarela

O comportamento reológico da polpa de framboesa amarela foi analisado, sendo as medidas experimentais feitas no viscosímetro rotativo de cilindros concêntricos (marca Brookfield Engineering Laboratories, modelo LDV), e os ensaios realizados em triplicata, utilizando-se uma nova amostra para cada repetição.

2.4 Análise sensorial da geleia de framboesa amarela

Em ciência e tecnologia de alimentos, testes sensoriais de aceitabilidade são utilizados para verificar se um novo produto desenvolvido será bem aceito por parte dos consumidores. No presente trabalho, as diferentes formulações para a geleia foram avaliadas sensorialmente quanto à aparência, cor, sabor e textura, tendo-se como referência o produto preparado de maneira convencional, sendo as amostras servidas em porções unitárias, em copos descartáveis brancos e codificadas com três algarismos.

Dessa maneira, as diferentes formulações de geleia foram submetidas a testes sensoriais de aceitação, utilizando-se uma escala hedônica de nove pontos (9 = gostei extremamente; 1 = desgostei extremamente), e testes de intenção de compra.

Os testes sensoriais foram realizados utilizando 30 provadores [23]. Por se tratar de um trabalho envolvendo seres humanos, o mesmo precisou ser submetido à

avaliação do Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade de Taubaté, conforme PROTOCOLO N. 247/11.

Os resultados obtidos nos testes sensoriais foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA) e Teste de Tuckey para identificar as mínimas diferenças significativas entre as amostras.

3 Resultados e discussões

3.1 Caracterização dos produtos

As análises referentes à caracterização da polpa de framboesa amarela foram todas realizadas em triplicata. Cada valor expresso na tabela 1 representa a média das três repetições, e os valores entre parênteses correspondem ao desvio-padrão, referente a cada análise.

Tabela 1. Propriedades Físicas e Químicas da polpa integral de framboesa amarela.

Parâmetro	Valor
pH	3,100 (0,03)
Sólidos Solúveis (°Brix)	6,500 (0,05)
Atividade de água	0,959 (0,0002)
Umidade (%)	91,660 (0,080)

Com relação aos resultados expressos na tabela 1, verifica-se que os lotes da fruta que foram utilizados na elaboração das diferentes formulações de geleia apresentaram composição centesimal características, conforme resultados obtidos na literatura [24, 25].

3.2 Resultados do comportamento reológico da polpa

Os valores da viscosidade aparente obtidos para a polpa de framboesa amarela nas formas integral e centrifugada encontram-se na figura 1. Os resultados apresentados são as médias das triplicatas experimentais.

Com relação ao comportamento reológico da polpa, a mesma apresentou características de um fluido pseudoplástico, visto que a viscosidade aparente diminuiu com o aumento na frequência de rotação que, por sua vez, está diretamente relacionada

à taxa de deformação. Também pôde ser verificado que as partículas em suspensão, presentes na polpa, exercem grande influência nesse tipo de comportamento já que, uma vez removidas por centrifugação, o comportamento reológico tendeu ao newtoniano. Resultados similares foram alcançados por outros pesquisadores [4, 13 - 17, 24 - 27].

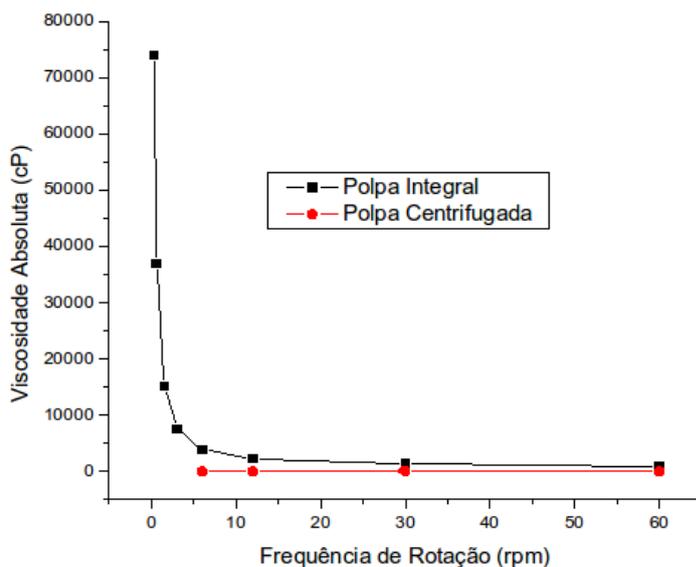


Figura 1. Comportamento reológico da polpa de framboesa amarela.

3.3 Resultados da análise sensorial

Os resultados da análise sensorial referente às três diferentes formulações da geleia de framboesa amarela são mostrados na tabela 2 e na figura 2.

Tabela 2. Resultados da análise sensorial da geleia de framboesa amarela.

Atributo	F.1	F.2	F.3	MDS
Cor	6,19 ^a	5,65 ^b	6,52 ^a	0,49
Sabor	6,79 ^a	6,37 ^a	6,81 ^a	0,76
Textura	5,98 ^a	6,35 ^a	6,56 ^a	0,72

F1: geleia de framboesa amarela elaborada a partir da pectina ATM sintética

F2: geleia de framboesa amarela elaborada a partir da pectina BTM sintética

F3: geleia de framboesa amarela elaborada a partir da pectina extraída da casca do maracujá

MDS: Mínima Diferença Significativa, pelo teste de Tuckey ao nível de 5%

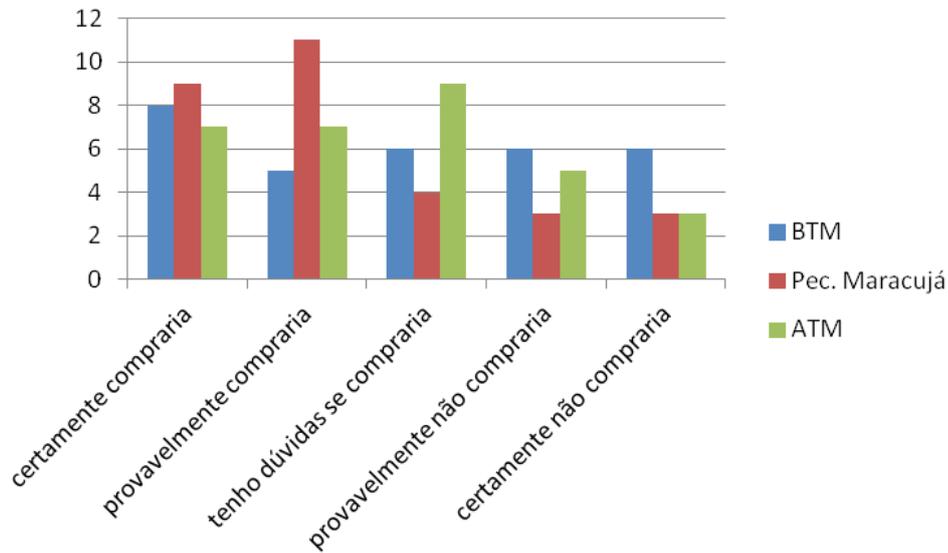


Figura 2. Histogramas das formulações de geleia de framboesa amarela.

Os resultados mostraram que as formulações, no geral, foram muito bem aceitas, observando-se maior aceitação, por parte dos provadores, pela geleia elaborada a partir da pectina extraída do maracujá, com relação à maioria dos atributos. Porém não houve diferença significativa entre as três formulações, segundo resultados da ANOVA, com relação aos atributos SABOR e TEXTURA.

Pelos resultados da tabela 2, observa-se que a geleia preparada a partir da polpa de framboesa amarela apresentou aceitabilidade satisfatória, visto que as três diferentes formulações apresentaram notas superiores a 5 para todos os atributos, indicando boa aceitação. Ainda com relação aos resultados da tabela 2, observa-se que as diferentes formulações apresentaram diferença significativa apenas com relação ao atributo COR, onde a geleia *light* diferiu das geleias convencionais e recebeu notas inferiores.

Avaliando-se a figura referente à intenção de compra da geleia de framboesa amarela (Figura 2), pode-se afirmar que o produto teve uma boa aceitabilidade, pois cerca de 25% população certamente compraria. Outro valor significativo é o número de degustadores que provavelmente compraria as geleias convencionais, elaboradas com pectina ATM, sintética e extraída da casca do maracujá, correspondendo, respectivamente a 25% e 35% da população. Com relação à geleia *light*, o número de degusta-

dores que provavelmente compraria corresponde a 15%.

A aceitabilidade satisfatória das três formulações demonstram viabilidade em se produzir geleia de framboesa amarela, sendo esta uma boa alternativa de aproveitamento do excedente da fruta que não foi consumido.

4 Conclusões

A partir dos resultados apresentados no item anterior, pode-se concluir que:

- os lotes da fruta que foram utilizados na elaboração das diferentes formulações de geleia apresentaram composição centesimal características do produto;
- a polpa de framboesa amarela apresentou comportamento reológico de um fluido pseudoplástico, sendo as partículas em suspensão as responsáveis por tal comportamento;
- as formulações de geleia de framboesa amarela apresentaram aceitabilidade satisfatória;
- a formulação *light* da geleia diferiu das convencionais no atributo COR; para esse atributo, o produto *light* recebeu notas inferiores;
- com relação aos atributos SABOR e TEXTURA, as formulações não apresentaram diferenças significativas.

Referências

- [1] MOTA, R.V. Caracterização física e química de geléia de amora-preta. *Ciencia Technol Alime*. v.26 n. 3. p. 539-543, 2006.
- [2] SANTOS, A. M.; RASEIRA, M. B. ; MADAIL, J. M. Coleção Plantar - A Cultura da Amora-Preta, Brasília: EMBRAPASPI. v. 1, n.33, p 28-9, 1996.
- [3] EMBRAPA. Clima temperado, sistemas de produção da framboeseira, 9, 2007.
- [4] HAMINIUK, C. W. I.; OLIVEIRA, G.A ; DEMCZUK, B.; BONA, E. ; IZIDORO, D. R.; SCHEER, A. P. Rheological properties of ternary mixtures of

- yellow fruits - Doi: 10.4025/actascitechnol.v35i3.16096. *Acta Sci - Technol*, v. 35, p. 433-438, 2013.
- [5] FIGUEIREDO, M.B.; NOGUEIRA, E.M.C.; FERRARI, J.T.; APARECIDO, C.C.; HENNEN, J.F. Ocorrência de ferrugem em framboesa no estado de São Paulo. *Arq Inst Biol*, São Paulo, v.70, n.2, p.199-201, 2003.
- [6] ANTUNES, L. E .C. Amora-preta: Nova opção de cultivo no Brasil. *Cienc Rural*, v. 32, n. 1, p. 151-158, 2002.
- [7] ANTUNES, L.E.C.; DUARTE, J.F.; SOUZA, C.M. Conservação pós-colheita de frutos de amoreira-preta, *Pesqui Agropecu Brasil*, v.38, n.3, p.413-419, 2003.
- [8] CORRÊA, R.C.G. ; HAMINIUK, C.W.I. ; SORA, G.T.S.; BERGAMASCO, R.; VIEIRA, A. M S. Antioxidant and rheological properties of guava jam with added concentrated grape juice. *J Sci Food Agric*, v. 94, n. 1, p. 146-152, 2014.
- [9] KLUGE, R.A.; HOFFMANN, A.; BILHALVA, A.B. Comportamento de frutos de mirtilo (*Vaccinium ashei* Reade) cv. Powder Blue em armazenamento refrigerado. *Cienc Rural*, v.24, n.2, p. 281-285, 1994.
- [10] LAGO, E.S.; GOMES, E.; SILVA, R. Produção de geleia de jambolão (*Syzygium cumini* Lamarck): Processamento, Parâmetros físico-químicos e avaliação sensorial. *Ciencia Tecnol Alime*, v.26, n.4, p. 847-852, 2006.
- [11] MACHADO, N. P.; FRANCHINI, E. R.; RISTOW, N. C.; COUTINHO, E. F. CANTILLANO, F. R. F.; MALGARIM, M. B. Conservação pós-colheita de mirtilos 'Florida', 'Woodard' e 'Bluegem' em atmosfera. Disponível em: <<http://www.todafruta.com.br/mostraconteudo.asp?conteudo=12701>>. Acesso em: Ago/2006.
- [12] BARNES, H. A.; HUTTON, J. F.; WALTERS, K. An Introduction to Rheology. New York: Elsevier Publishers, 1989. 198 p.
- [13] KARWOWSKI, M. S. M. ; MASSON, M. L.; SCHEER, A. P.; LENZI, M. K.;

- HAMINIUK, C. W. I. Characterization of tropical fruits: Rheology, stability and phenolic compounds. *Acta Aliment*, v. 42, p. 586-598, 2013.
- [14] PELEGRINE, D.H.G. ; BEZERRA, J. R. M. V. ; GASPARETTO, C. A. Estudo da viscosidade aparente das polpas de manga (Keitt) e abacaxi (Pérola). *Ciencia Tecnol Alime*, v. 20, n. 1, p. 128-131, 2000.
- [15] PELEGRINE, D.H. Comportamento reológico das polpas de manga e abacaxi. Dissertação de Mestrado Faculdade de Engenharia de Alimentos, UNICAMP, 1999.
- [16] PELEGRINE, D.H.G.; GASPARETTO, C. A. Rheological behavior of pineapple and mango pulps. *Lebensmittel-Wissenschaft Und-Technologie - Food Sci Technol*, v. 35, n. 8, p. 645-648, 2002.
- [17] QUEIROZ, A.J. Análise do comportamento reológico dos sucos de manga e abacaxi. Tese de Doutorado - Faculdade de Engenharia de Alimentos, UNICAMP, 1998
- [18] BOBBIO, P.A.; BOBBIO, F.O. Química do processamento de alimentos. 3 ed. São Paulo: Varela, 2001. BRASEQ. Parâmetros físicos relevantes ao processamento de alimentos. *Food Ingredients*, São Paulo, n. 10, p. 94-95, 2001.
- [19] GRANADA, G.G.; ZAMBIAZI, R.C.; MENDONÇA, C.R.B.; SILVA, E. Caracterização física, química, microbiológica e sensorial de geleias light de abacaxi. *Ciencia Tecnol Alime*, v.25, n.4, p.629-635, 2005.
- [20] NACHTIGALL, A.M.; SOUZA, E.L.; MALGARIM, M.B.; ZAMBIAZI, R.C. Geleias light de amora preta. *B.CEPPA*, v.22, n.2, p.337-354, 2004.
- [21] AOAC. Official methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 13. ed. Washington: AOAC, 1980. 1018p.
- [22] INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas Analíticas do IAL: Métodos químicos para análise de alimentos. 4. ed. São Paulo, 2005. 1018 p.

- [23] STONE, H.; SIDEL, J. Sensory evaluation practices. San Diego: Academic Press, 1993, 308p.
- [24] COELHO, S. M. A. Determinação dos parâmetros reológicos das polpas de fruta de morango e framboesa. Monografia de Graduação Departamento de Ciências Agrárias, Universidade de Taubaté, Taubaté, 2007.
- [25] SOUSA, E. F.; SILVA, C. H. L. D. Estudo do comportamento reológico de misturas ternárias de polpa de frutas vermelhas: verificação das diferenças de proporções das mesmas na viscosidade. Monografia de Graduação Departamento de Ciências Agrárias, Universidade de Taubaté, Taubaté, 2008.
- [26] FARIA, M.M. Análise reológica da polpa de maracujá. Monografia de Graduação Departamento de Ciências Agrárias, Universidade de Taubaté, Taubaté, 2010.
- [27] VIDAL, J. R. M. B. Comportamento reológico de polpa de manga (*Mangífera indica* L-Keitt). Tese de Doutorado Faculdade de Engenharia de Alimentos, UNICAMP, 2000.