

Geleia de cagaita (*Eugenia dysenterica* DC.): desenvolvimento, caracterização microbiológica, sensorial, química e estudo da estabilidade

Cagaita (*Eugenia dysenterica* DC.) jelly: development, microbiological, sensory, chemical characterization, and stability study

RIALA6/1466

Priscila Rossini Gomes SANTOS^{1*}, Leandro de Moraes CARDOSO¹, Sabrina de Freitas BEDETTI¹, Fabiana Rossi HAMACEK¹, Ana Vlândia Bandeira MOREIRA², Hércia Stampini Duarte MARTINO³, Helena Maria PINHEIRO-SANT'ANA¹

Endereço para correspondência: ¹Laboratório de Análise de Vitaminas, Departamento de Nutrição e Saúde, CCB II, Universidade Federal de Viçosa, Avenida PH Rolfs, s/n, Viçosa, Minas Gerais, CEP: 36571-000, Brasil. Tel. +55 (31) 3899-1684.

E-mail: priscila.gomes@ufv.br

²Laboratório de Análise de Alimentos, Departamento de Nutrição e Saúde, Universidade Federal de Viçosa

³Laboratório de Nutrição Experimental, Departamento de Nutrição e Saúde, Universidade Federal de Viçosa

Recebido: 03.02.2012 - Aceito para publicação: 21.06.2012

RESUMO

Foram desenvolvidas geleias de cagaita (*Eugenia dysenterica* DC.), nas quais caracterizaram-se parâmetros microbiológicos, sensoriais, químicos e estabilidade durante o armazenamento. Quatro formulações de geleia foram elaboradas utilizando-se dois tipos de polpa (filtrada ou não filtrada) e duas proporções de polpa:sacarose:pectina (50:50:0,2 e 60:40:0,1). As quatro formulações foram submetidas à análise microbiológica e ao teste de aceitação sensorial. Selecionou-se uma formulação de geleia para determinar a composição centesimal e os parâmetros químicos (acidez titulável, sólidos solúveis, pH, ácido ascórbico e carotenoides), durante 120 dias. Não houve detecção de micro-organismos nas formulações. As formulações não apresentaram diferenças estatísticas na aceitação, com escores sensoriais entre 7,52 e 8,19 em todos os atributos avaliados. Após 120 dias de armazenamento, a formulação selecionada (G4: polpa filtrada:sacarose:pectina, proporções 60:40:0,1) apresentou reduções significativas em todos parâmetros químicos. Apesar disso, a formulação G4 manteve-se como fonte de vitamina C. Todas as formulações de geleia apresentaram-se seguras microbiologicamente e com boa aceitação sensorial. A formulação G4 apresentou bom valor nutricional, destacando-se como fonte de vitamina C. Assim, a produção, comercialização e consumo de geleia de cagaita são recomendados com o intuito de contribuir na geração de renda e melhoria do aporte nutricional, especialmente para indivíduos residentes na região do Cerrado. **Palavras-chave.** fruto do cerrado, mapa de preferência interno, valor nutricional, cromatografia líquida de alta eficiência.

ABSTRACT

Cagaita jellies (*Eugenia dysenterica* DC.) were developed and characterized as microbiological, sensory, chemical parameters and storage stability. Four jelly formulations were prepared using two types of pulp (filtered or unfiltered) and two amounts of pulp: sucrose: pectin (50:50:0.2 and 60:40:0.1). The four formulations were submitted to microbiological analysis and sensory acceptance test. One jelly formulation was selected to determine the proximate composition and chemical parameters (titratable acidity, soluble solids, pH, ascorbic acid, and carotenoids) for 120 days. There was no detection of microorganisms in the formulations. The formulations presented no differences in acceptability and sensory scores between 7.52 and 8.19 for all attributes. After 120 days of storage, the selected formulation (G4: pulp filtered: sucrose: pectin ratio 60:40:0.1) showed significant reductions in all chemical parameters. Nevertheless, G4 formulation remained as a source of vitamin C. All jelly formulations showed up microbiologically safe and good acceptability. The G4 formulation showed good nutritional value, stand out as a source of vitamin C. Therefore, the production, marketing and consumption of cagaita jelly are recommended in order to contribute to income generation and improvement of nutrition, especially for individuals living in the Cerrado region.

Keywords. cerrado fruit, internal map of preference, nutritional value, high performance liquid chromatography.

INTRODUÇÃO

A heterogeneidade vegetal do Cerrado de Minas Gerais é em grande parte desconhecida, sendo utilizada de diversas formas por famílias pertencentes a esse bioma. Os frutos do Cerrado ocupam posição de destaque devido ao seu potencial econômico, contribuição na geração de renda e, principalmente pelo aproveitamento alimentar¹. Esses frutos, ao serem utilizados na culinária, podem contribuir para a valorização da identidade cultural da população e interferir de forma importante na melhoria da alimentação e aporte nutricional.

Entre os frutos nativos do Cerrado, destaca-se a cagaita (*Eugenia dysenterica* DC.). Este fruto apresenta formato globoso, levemente achatado, casca frágil de coloração amarelo-claro e polpa com sabor agradável, levemente ácida¹. Além do consumo *in natura*, a polpa da cagaita pode ser utilizada para fabricação de produtos alimentícios (doces, sucos, licores e geleias)², os quais não estão disponíveis em todas as regiões do Brasil, principalmente devido à sazonalidade do fruto e à ausência de técnicas de processamento que permitam obter produtos de qualidade e com longa vida de prateleira.

A geleia é o produto obtido pela cocção de frutas inteiras ou em pedaços, polpa ou suco de frutas (inteiras, em pedaços em polpa ou suco) adicionadas de açúcar e água, e concentrando até consistência gelatinosa³. É comumente utilizada para acompanhar pão, bolo, biscoitos e produtos de confeitaria. O uso da tecnologia de alimentos para a fabricação de novos produtos, como a geleia, pode ser uma alternativa viável para o processamento, aproveitamento e consumo de frutos exóticos do Cerrado, proporcionando maior oferta e aumento da vida de prateleira, bem como contribuir para a agregação de valor ao fruto e geração de renda⁴.

Durante o processamento, pode ocorrer degradação de nutrientes lábeis e compostos bioativos, como as vitaminas e carotenoides, podem ser degradados o que altera a composição nutricional dos alimentos e compromete a qualidade final do produto. Os principais fatores que contribuem para essas alterações são a temperatura, luz, oxigênio, umidade, pH, agentes oxidantes e redutores e a presença de íons metálicos⁵.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi desenvolver formulações de geleia de cagaita, caracterizá-las quanto aos parâmetros microbiológicos, sensoriais, químicos e avaliar a estabilidade do produto ao longo de 120 dias de armazenamento.

MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi conduzido nos Laboratórios de Análise Sensorial e Desenvolvimento de Novos Produtos, Higiene dos Alimentos, Análise de Alimentos e Análise de Vitaminas, localizados no Departamento de Nutrição e Saúde da Universidade Federal de Viçosa (UFV).

O projeto de pesquisa foi aprovado (Of. Ref. nº 0160/2010/Comitê de ética), sob o aspecto ético pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da UFV.

Equipamentos

Para elaboração das geleias, análise microbiológica, análises químicas, extração de carotenoides e vitamina C e preparo da fase móvel foram utilizados os seguintes equipamentos: processador doméstico de alimentos (Philips-Walita, R17625), balança semianalítica (Gehaka, BG 2000), pHmetro (Hexis, UB10), refratômetro digital de bancada (Instrutherm, RTP-45), banho-maria (Fanem, 102), estufa de cultura (Fanem, 002-CB), estufa (DeLeo), liofilizador (Liobras, LP510) extrator Soxhlet (Eletrothermo, 500WX), mufla (Quimis, 318), destilador de nitrogênio (Solab), bloco digestor (Gerhardt, Kjeldatherm), microtritador (Marconi, MA 102), bomba de vácuo (Tecnal, TE-058), centrífuga (Excelsa Baby II, com cruzeta angular 4 x 100 mL, Fanem, 206-R), centrífuga microprocessada (Quimis, Q222EM), agitador magnético (Marconi, MAO93), evaporador rotativo (Biothec, BT351), estufa (Brasdonto, M4), estufa (Nova Ética), balança analítica (Gehaka, AG 200), espectrofotômetro (Thermo Scientific, Evolution 60S), sistema de filtração para fase móvel (All Glass), sistema de ultrapurificação de água (Millipore, Direct Q UV 3) e degaseificador ultrassônico (Odontobrás, T-14).

Para análise de carotenoides e vitamina C, utilizou-se sistema de cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE) (Shimadzu, SCL 10AT VP), composto de bomba de alta pressão (Shimadzu, LC-10AT VP), injetor automático com alça de amostragem de 50 µL (Shimadzu, SIL-10AF) e detector de arranjos de diodos (DAD) (Shimadzu, SPD-M10A). O sistema CLAE foi controlado pelo *software Multi System, Class Vp 6.12*.

Reagentes e outros materiais

Para análise microbiológica foram utilizados os seguintes meios de cultura: ágar batata dextrose – PDA

(Merck, Brasil); ágar salmonella-shigella – SS (Merck, Brasil) e verde brilhante – BG (Merck, Brasil); caldo lauril sulfato triptose – LST (Vetec, Brasil); caldo selenito – Cistina (Merck, Brasil); caldo rappaport (Acumedia); e caldo lactosado (Merck, Brasil).

Para realização das análises químicas e preparo dos extratos de carotenoides e vitamina C foram utilizados os seguintes reagentes com grau analítico: fosfato de sódio monobásico anidro (NaH_2PO_4) (Synth, Brasil); éter de petróleo, acetona e sal etilenodiaminotetraacético (EDTA) (Proquímios, Brasil); cloreto de sódio e ácido metafosfórico (AMP) (Vetec, Brasil); sulfato de sódio anidro (Impex, Brasil); e ácido sulfúrico (H_2SO_4) (Mallinckrodt, USA).

Para análise de carotenoides e vitamina C, foram utilizados reagentes grau HPLC: acetona, acetato de etila, metanol e acetonitrila (Tedia, Brasil); ácido acético glacial (Vetec, Brasil). A água ultrapura foi produzida em sistema de ultrapurificação de água. Para a filtração das amostras, utilizou-se papel de filtro nº JP41 J. (Prolab, Brasil), seringas descartáveis esterilizadas de 3 mL (TKL, China), unidades filtrantes HV Millex, em polietileno, 0,45 µm de porosidade (Millipore, Brasil).

O ácido L-ascórbico foi adquirido da Sigma-Aldrich* (Alemanha). Os padrões de α-caroteno e β-caroteno foram isolados de extrato concentrado de cenoura; β-criptoxantina e licopeno foram isolados de extratos de mamão e tomate, respectivamente, por cromatografia de coluna aberta⁶.

Matéria-prima e obtenção de polpa

Foram utilizados frutos de cagaita (*Eugenia dysenterica* DC.) coletados em áreas de vegetação nativa com formação típica de Cerrado, na zona rural do município de Curvelo, Minas Gerais. A sacarose foi adquirida no comércio local e a pectina (CP Kelco, EUA), gentilmente, cedida pelo Departamento de Tecnologia de Alimentos da UFV.

Os frutos de cagaita utilizados na elaboração das geleias foram adquiridos de pequenos produtores rurais nos meses de outubro e novembro de 2010. Para evitar possíveis injúrias durante o transporte, os frutos foram coletados com maturação incompleta (“de vez”) e transportados em sacos plásticos acondicionados em caixas de isopor. No Laboratório de Análise de Vitaminas, os frutos foram selecionados visualmente quanto ao grau de maturação e a ausência de manchas ou injúrias, sendo utilizados apenas frutos íntegros e com maturação completa (casca 100% amarela e textura macia).

Os frutos selecionados foram lavados em água corrente para eliminação de sujidades superficiais e secos em temperatura ambiente. Em seguida, os frutos foram despulpados manualmente e homogeneizados em processador doméstico de alimento (Philips-Walita, R17625). Posteriormente, a polpa foi dividida em dois lotes tratados conforme descrito a seguir: Lote 1 – acondicionamento em sacos de polietileno, branqueamento sob imersão em água a 70 °C, por dois minutos, e armazenamento em temperatura de -18 °C (± 1 °C); Lote 2 – filtração manual da polpa em peneira plástica (9 cm de diâmetro, em tela de polietileno, malha 16), seguido de acondicionamento, branqueamento e armazenamento idênticos ao Lote 1.

Elaboração das geleias

Foram elaboradas quatro formulações de geleia de cagaita utilizando polpa não filtrada (G1 e G2) e polpa filtrada (G3 e G4). As formulações G1 e G3 possuíam em sua composição 50% de polpa, 50% de sacarose e 0,2% de pectina, enquanto que as formulações G2 e G4 continham 60% de polpa, 40% de sacarose e 0,1% de pectina. As concentrações de pectina foram calculadas levando-se em consideração a quantidade total de polpa e açúcar contida na formulação, baseado nos resultados de pré-testes efetuados, nos quais testou-se diferentes as concentrações de polpa, açúcar e pectina. Considerando a legislação brasileira, todas as formulações elaboradas foram classificadas como geleia do tipo extra, uma vez que apresentam porcentagem de polpa igual ou superior a 50%³.

O preparo das geleias foi realizado em panela de alumínio doméstica com capacidade de 2 litros. Inicialmente, adicionou-se sacarose à polpa, sendo a mistura submetida à cocção em fogão doméstico, com agitação manual contínua, por aproximadamente 4 minutos, para dissolução dos açúcares e concentração máxima dos sólidos solúveis até 42 °Brix. Após a dissolução do açúcar e concentração da mistura, adicionou-se pectina diluída em pequena quantidade de água morna, sendo a mistura mantida em fogo brando, com agitação manual contínua, por 2 minutos. A geleia foi envasada em frascos de vidro, previamente esterilizados (121 °C, por 15 minutos), sendo o oxigênio contido no interior dos frascos removido por meio da adição de nitrogênio. Em seguida, os frascos foram lacrados e armazenados em temperatura ambiente (em média, 19 °C), por 120 dias.

Análises microbiológicas

Realizou-se a análise de coliformes totais e coliformes termotolerantes, salmonelas, bolores e leveduras, em todas as formulações elaboradas, seguindo as recomendações da Anvisa³.

As análises de coliformes totais e termotolerantes foram realizadas por meio da contagem do número mais provável (NMP)⁷. Para a contagem presumtiva de coliformes totais, 25 g de cada formulação de geleia foram homogeneizados em 225 mL de água peptonada 0,1%, em *Stomacher*[®] (Seward, UK) (diluição 10⁻¹). Diluições decimais 10⁻² e 10⁻³ foram preparadas com o mesmo diluente. Alíquotas de 1 mL de cada diluição foram inoculadas em três tubos com Caldo Lauril Sulfato com tubos de Durhan invertidos e incubados a 35 °C entre 24 a 48 horas.

Para a detecção de salmonela, foi utilizada a metodologia de Silva et al.⁷, com modificações. Realizou-se a etapa de pré-enriquecimento em que foram homogeneizados 25 g da geleia com 225 mL de caldo de pré-enriquecimento incubado a 35 °C por 24 horas. Posteriormente, foi realizado o enriquecimento em caldos seletivos sendo inoculado 1 mL do pré-enriquecimento em tubos com 10 mL dos caldos Selenito – Cistina e 0,1 mL no caldo Rappaport, sendo o primeiro incubado a 35 °C por 24 horas, e o segundo a 42 °C por 24 horas em banho-maria. Após o período de incubação, foi realizado o plaqueamento seletivo diferencial em placas contendo Agar Hektoen-Enteric (HE), agar xilose lisina desoxicolato (XLD), agar bismuto sulfito (BS) e incubado a 35 °C por 24 horas.

A análise de bolores e leveduras foi realizada seguindo as normas internacionais da *American Public Health Association*⁸. Pesou-se 25 g de geleia e homogeneizou-se em 225 mL de água peptonada tamponada a 0,1%. A partir da diluição obtida (10⁻¹) foram preparadas as demais diluições decimais (10⁻² e 10⁻³). Posteriormente, 0,1 mL das diluições de cada amostra foram plaqueadas em placas de Petri, contendo meio PDA (potatodextrose-ágar) acidificado e incubados a 25 °C por 3 dias.

Análise sensorial

Por meio do teste de aceitabilidade, as quatro formulações foram avaliadas quanto ao sabor, cor, aroma, textura e impressão global. Cem julgadores não treinados, adultos, de ambos os sexos, foram abordados

de forma aleatória em supermercado local. Participaram da pesquisa somente os indivíduos que concordaram e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

As amostras, codificadas com algarismos de três dígitos, foram apresentadas aos consumidores de forma monádica. Foram oferecidas 5 g de cada geleia, em copos descartáveis de 50 mL em temperatura ambiente, devidamente codificados, sendo servidas com biscoito tipo água e sal como alimento base e água mineral para limpeza da cavidade oral.

Cada julgador recebeu, juntamente com as amostras, uma ficha de resposta e lhe foi solicitado que marcasse, dentro de uma escala, o seu julgamento em relação a cor, sabor, aroma, textura e impressão global. Foi utilizada uma escala hedônica de 9 pontos, sendo atribuído escore 9 para o termo “gostei extremamente” e escore 1 para “desgostei extremamente”⁹.

Análises químicas

Análises físico-químicas

A acidez titulável, sólidos solúveis e pH foram avaliados ao longo do período de armazenamento nos dias 0, 15, 30, 60 e 120. A acidez titulável foi analisada por meio da volumetria de neutralização, utilizando solução padrão de hidróxido de sódio (NaOH) 0,1 mol/L na presença de solução de fenolftaleína (C₂₀H₁₄O₄) a 1%¹⁰. O teor de sólidos solúveis (°Brix) foi determinado pelo índice de refração, utilizando um refratômetro digital de bancada (Instrutherm, RTP-45)¹⁰. O pH foi obtido por medida direta em pHmetro calibrado com soluções tampão de pH 4 e 7¹⁰.

Composição centesimal

Foram determinados os conteúdos de umidade, cinza, proteínas, lipídios, carboidratos e fibra alimentar total¹¹, logo após o preparo do produto (tempo zero). A umidade foi determinada por liofilização em temperatura de -25 a 25 °C por 72 horas. As cinzas foram determinadas em mufla a 550 °C. O teor de proteínas foi determinado utilizando-se o método de micro-Kjeldhal para nitrogênio total, utilizando-se o fator de 6,25 e fibra alimentar total utilizando-se o método gravimétrico não enzimático. Os lipídios foram determinados em extrator Soxhlet e os carboidratos calculados por diferença por meio da equação: 100 – % de umidade – % de lipídios – % de proteínas – % de fibra alimentar total – % de cinza.

O valor energético total foi estimado considerando-se os fatores de conversão de 4 kcal/g para proteína e carboidrato e 9 kcal/g para lipídios¹².

Vitamina C

Foi investigada a ocorrência e o conteúdo de vitamina C (na forma de ácido ascórbico-AA) nos tempos 0; 3; 6 e 24 horas; 15, 30, 45, 60, 90 e 120 dias.

Para extração e análise do AA, foram utilizadas as condições otimizadas por Campos et al.¹³ com modificações. Foram pesados, aproximadamente, 5 g de geleia, a qual foi homogeneizada, em microtritador, por 5 minutos, em 15 mL de solução extratora (ácido metafosfórico 3%, ácido acético 8%, ácido sulfúrico 0,3 N e EDTA 1mM) e filtrada a vácuo em funil de büchner, utilizando-se papel de filtro. Posteriormente, o volume do filtrado foi completado para 25 mL, com água ultrapura e centrifugado a 4.000 rpm (1789 g). Posteriormente, o extrato foi re-centrifugado a 14.000 rpm (21.913 g), por 5 minutos, e o sobrenadante mantido sob refrigeração (5 ± 1 °C) até o momento da análise (aproximadamente, 30 minutos).

Antes da injeção, o extrato foi filtrado utilizando-se unidades filtrantes com 0,45 µm, sendo injetados 50 µL na coluna cromatográfica para análise. As condições para análise de AA foram: coluna RP-18 Lichrosper 100, 250 x 4 mm, 5 µm, DAD com detecção a 245 nm; fase móvel composta de água ultrapura contendo 1 mM de fosfato monobásico de sódio, 1 mM de EDTA e pH ajustado para 3,0 com ácido fosfórico; fluxo da fase móvel de 1,0 mL/minuto; tempo de corrida de 5 minutos¹³.

Carotenoides

Foram investigados a ocorrência e o conteúdo de carotenoides (α -caroteno, β -caroteno, β -criptoxantina e licopeno) nos tempos 0; 3; 6 e 24 horas; 15, 30, 45, 60, 90 e 120 dias.

O processo de extração dos carotenoides foi adaptado a partir da metodologia proposta por Rodriguez-Amaya¹⁴. Cerca de 5 g da geleia foram homogeneizados em 30 mL de acetona (dividida em três volumes de 10 mL) por, aproximadamente, 5 minutos em microtritador. O extrato foi filtrado a vácuo em funil de büchner, utilizando-se papel de filtro. Em seguida, o filtrado foi transferido, em três frações, para um funil de separação contendo 25 mL de éter de petróleo, para a transferência dos pigmentos da acetona para o éter. Cada fração foi lavada três vezes com água destilada

para retirar toda a acetona. Acrescentou-se sulfato de sódio anidro ao extrato para retirar qualquer resíduo de água que, porventura, tivesse restado e que pudesse prejudicar a evaporação do material. Os pigmentos foram, então, redissolvidos em quantidade conhecida de éter de petróleo em balão volumétrico de 25 mL e armazenados em frascos de vidro âmbar, a -5 ± 2 °C, por, no máximo, 3 horas.

Para análise, uma alíquota de 1 mL do extrato foi evaporada sob fluxo de gás nitrogênio, sendo, em seguida, recuperada em 1 mL de acetona grau HPLC. O extrato foi filtrado em unidade filtrante com porosidade de 0,45 µm, sendo injetados 50 µL na coluna cromatográfica para análise.

A análise de carotenoides seguiu as condições cromatográficas desenvolvidas por Pinheiro-Sant'Ana et al.¹⁵, com modificações: sistema CLAE, DAD com detecção a 450 nm; coluna RP-18 Phenomenex Gemini, 250 x 4,6 mm, 5 µm, munida de coluna de guarda Phenomenex ODS (C18), 4 mm x 3 mm; DAD; fase móvel – metanol: acetato de etila: acetonitrila (80:10:10, v/v/v); fluxo da fase móvel: 2,0 mL/minuto; e tempo de corrida de, aproximadamente, 18 minutos.

O valor de vitamina A foi calculado segundo as recomendações do *Institute of Medicine*¹⁶ em que 1 Equivalente de Atividade de Retinol (RAE) equivale a: 1 µg de retinol, 12 µg de β -caroteno ou 24 µg de outros carotenoides provitamínicos.

Delineamento experimental e análise estatística dos dados

Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado para as análises químicas, microbiológicas e de carotenoides e vitamina C com três repetições. Para a análise sensorial, utilizou-se o delineamento em blocos casualizados, sendo os blocos representados pelos julgadores.

Os resultados obtidos no teste de aceitação foram avaliados por meio da técnica de mapa de preferência interno, baseado no modelo de análise de componente principal e por análise de variância (ANOVA), seguida pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância. Os dados da análise de estabilidade foram avaliados por meio da Anova, seguida pela análise de regressão ao nível de 5% de significância. Todas as análises estatísticas foram conduzidas utilizando-se o software SAS (*Statistical Analysis System*)¹⁷, versão 9.2 (2004-2008), licenciado para a UFV.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Caracterização microbiológica

Nenhuma das quatro formulações de geleia de cagaita apresentou contagem dos micro-organismos pesquisados, enquadrando-se, assim, nos padrões microbiológicos estabelecidos pela legislação¹⁸. Esses resultados indicam eficiência das boas práticas de higiene adotadas durante os procedimentos realizados ao longo do processamento das geleias e efetividade do tratamento térmico empregado.

A ausência dos micro-organismos pesquisados também pode ter sido influenciada pela composição química e características intrínsecas da geleia, a qual apresentou elevado conteúdo de açúcar, pH ácido (3,51) e teor elevado de sólidos solúveis (41,23 °Brix). Segundo Harrigan e Park¹⁹, em condições de pH ácido e sólidos solúveis elevados, não ocorre crescimento de bactérias causadoras de doenças de origem alimentar. Além disso, a presença do açúcar aumenta a pressão osmótica do meio e, conseqüentemente, diminui a atividade de água do alimento, bem como remove a camada de água que protege as moléculas de pectina, possibilitando a formação do gel pectina-açúcar, criando, assim, condições desfavoráveis para o crescimento de bactérias, leveduras e bolores²⁰.

Sabe-se ainda que bolores e leveduras apresentam baixa resistência térmica e raramente estão associados a processos de deterioração de produtos que sofreram tratamento térmico²¹.

Caracterização sensorial

Não houve diferença significativa entre as formulações de geleia quanto aos atributos de sabor, cor, aroma, textura e impressão global ($p > 0,05$) (Tabela 1). Os atributos sensoriais de todas as formulações apresentaram boa aceitação, com escores variando de 7,52 a 8,19, ou seja, entre os termos hedônicos “gostei moderadamente” e “gostei extremamente”.

Com os resultados obtidos no teste de aceitação

quanto à impressão global, das quatro amostras de geleia de cagaita foi realizada a análise do Mapa de Preferência Interno (Figura 1). Cada ponto do mapa representa as correlações entre os dados de aceitação de um consumidor e os dois primeiros componentes principais. Para obtenção deste, os dados foram organizados em uma matriz de amostras (em linhas) e consumidores (em colunas), e esta submetida à Análise de Componentes Principais. Este identifica a principal variação dentro dos dados de preferência e extrai a primeira dimensão de preferência (primeiro componente principal), representando o maior conjunto de variação na aceitação das amostras. As demais dimensões, ortogonais entre si, são extraídas até que todas as variações dos dados sejam explicadas²².

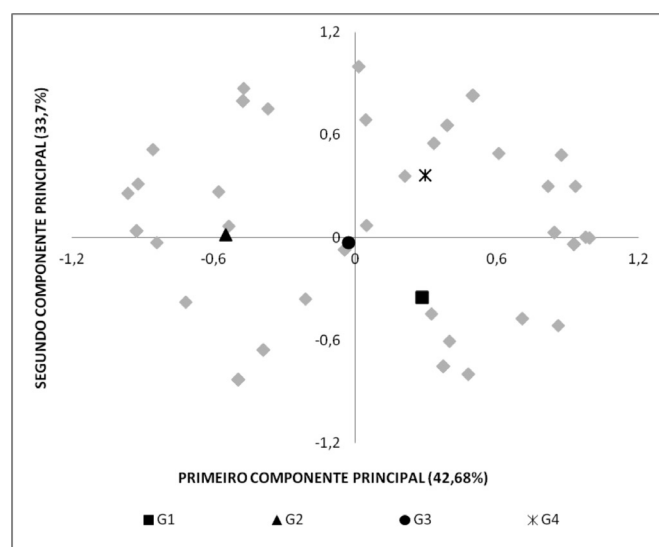


Figura 1. Correlações entre os dados de aceitação de cada consumidor e os dois primeiros componentes principais, e dispersão das amostras de geleia de cagaita em relação à aceitação. G1 – polpa não filtrada:sacarose:pectina (50:50:0,2); G2 – polpa não filtrada:sacarose:pectina (60:40:0,1); G3 – polpa filtrada:sacarose:pectina (50:50:0,2); G4 – polpa filtrada:sacarose:pectina (60:40:0,1)

Tabela 1. Atributos de cor, sabor, aroma, textura e impressão global de formulações de geleia de cagaita^{1,2}

Atributos	G1 ³	G2 ⁴	G3 ⁵	G4 ⁶
Cor	8,18 ^a ± 1,02	7,95 ^a ± 1,24	8,11 ^a ± 1,15	8,19 ^a ± 0,90
Sabor	7,78 ^a ± 1,39	7,6 ^a ± 1,43	7,94 ^a ± 1,14	7,99 ^a ± 0,98
Aroma	7,54 ^a ± 1,51	7,52 ^a ± 1,51	7,58 ^a ± 1,58	7,69 ^a ± 1,45
Textura	7,77 ^a ± 1,31	7,69 ^a ± 1,31	8,01 ^a ± 1,26	7,95 ^a ± 1,18
Impressão Global	7,95 ^a ± 1,19	7,97 ^a ± 1,10	7,98 ^a ± 1,05	8,09 ^a ± 1,03

¹ Dados apresentados em média ± DP; ² Médias seguidas por letras iguais na linha não diferem estatisticamente pela análise de variância (ANOVA).

³ G1 - polpa não filtrada:sacarose:pectina (50:50:0,2); ⁴ G2 - polpa não filtrada:sacarose:pectina (60:40:0,1); ⁵ G3 - polpa filtrada:sacarose:pectina (50:50:0,2); ⁶ G4 - polpa filtrada:sacarose:pectina (60:40:0,1)

O primeiro componente principal explicou 33,70% e o segundo, 42,68% da variância entre as amostras quanto à sua impressão global (total, 76,38%). A separação espacial das amostras de geleia sugeriu a existência de quatro grupos distintos de acordo com a aceitação das mesmas em relação à impressão global. Assim, pode-se sugerir que consumidores diferentes deram notas diferentes para as amostras, mas todas elas foram bem aceitas, visto que as quatro amostras ficaram bem distribuídas, não havendo uma mais aceita do que a outra, confirmando a análise de variância.

Uma vez que as formulações apresentaram mesma aceitação sensorial, selecionou-se a formulação G4 para a análise da composição centesimal e avaliação da estabilidade ao longo do armazenamento. Esta formulação foi a única que apresentou escore de impressão global entre os termos “gostei muito” e “gostei extremamente”.

Caracterização química

No tempo zero, a formulação G4 apresentou acidez titulável e pH acima do recomendado (Tabela 2). De acordo com Jackix²³, a acidez não deve exceder 0,8% e o pH 3,4, sendo que pH abaixo de 3,0 ocorre tendência a sinérese. Entretanto, o pH e a acidez titulável ligeiramente acima do recomendado não interferiram na qualidade final do produto. Essa formulação obteve uma boa aceitação sensorial, com médias entre os termos “gostei moderadamente” e “gostei muito”.

Tabela 2. Características químicas da geleia de cagaita (*Eugenia dysenterica* DC.)

Variáveis em base úmida*	Média*±DP
Acidez titulável (g ácido cítrico/100 g)	1,28 ± 0,18
Sólidos solúveis (°Brix)	41,2 ± 0,05
pH	3,51 ± 0,02
Umidade (g/100 g)	35,21 ± 1,53
Cinza (g/100 g)	0,33 ± 0,01
Proteínas (g/100 g)	0,65 ± 0,03
Lipídios (g/100 g)	0,53 ± 0,03
Carboidratos (g/100 g)	61,76 ± 1,20
Fibra alimentar total (g/100 g)	1,56 ± 0,30
Valor energético total (kcal/100 g)	254,10 ± 1,26
Ácido ascórbico (mg/100 g)	31,22 ± 3,72
β - caroteno (mg/100 g)	0,40 ± 0,04
β - criptoxantina (mg/100 g)	0,14 ± 0,02
Valor de vitamina A (RAE/100 g)	39,57 ± 4,17

DP = desvio padrão; *média de 3 repetições

Outros autores também encontraram valores de pH diferentes desse valor ótimo. Caetano et al.²⁴ obtiveram pH variando de 3,42 a 3,48 em geleia de acerola e Lago et al.²⁵ verificaram pH de 3,41 em geleia de jambolão.

O teor de sólidos solúveis foi similar ao encontrado por Mota²⁶, em estudo com geleia de amora-preta, cultivar Caingangue, em que se observaram sólidos solúveis de 47,15 °Brix.

A geleia de cagaita apresentou elevado teor de carboidratos e umidade e conteúdo reduzido de proteínas, lipídios, fibras e cinza. O teor de umidade está de acordo com o estabelecido pela legislação, que recomenda umidade de 35% para geleia do tipo extra. Zambiasi et al.²⁷ encontraram faixas de umidade, proteínas, carboidratos e valor energético total em geleias *light* de morango similares ao observado no presente estudo. O teor de cinza foi similar ao observado por Barcia et al.²⁸ em geleias de jambolão.

O teor de AA da geleia determinado no tempo zero foi similar ao encontrado por Silva²⁹, em geleia de laranja (36,48 mg/100 g). O valor de vitamina A foi inferior ao observado em geleia de acerola (121 RAE/100 g)³⁰.

Para determinar o valor nutritivo de um alimento, é importante associá-lo a fontes alimentares, considerando a porção usualmente consumida e às *Dietary Reference Intake* (RDA/AI). Os alimentos podem ser classificados como “fontes” de um nutriente quando suprem de 5% a 10% das *Dietary Reference Intake* (DRI), como “boas fontes” quando suprem de 10 a 20% da DRI e como “excelentes fontes”, quando atendem mais de 20% da DRI³¹.

Considerando que a porção de geleia de cagaita corresponde a 20 g³² observou-se que o consumo de uma porção pode suprir 8,32% da RDA de vitamina C³³ e 1,26% da RDA de vitamina A³⁴, para adultos. Dessa forma, a geleia de cagaita pode ser considerada fonte de vitamina C.

Estabilidade da geleia de cagaita

Na Figura 2 são apresentados os resultados das análises químicas da geleia de cagaita ao longo do armazenamento. Todos os parâmetros avaliados apresentaram variações significativas, comparando o tempo 0 (zero) com o tempo 120 dias ($p < 0,05$).

Houve redução gradual do conteúdo de sólidos solúveis ao longo do armazenamento. A redução dos teores de sólidos solúveis em todos os meses do armazenamento também foi observada por Mota²⁶

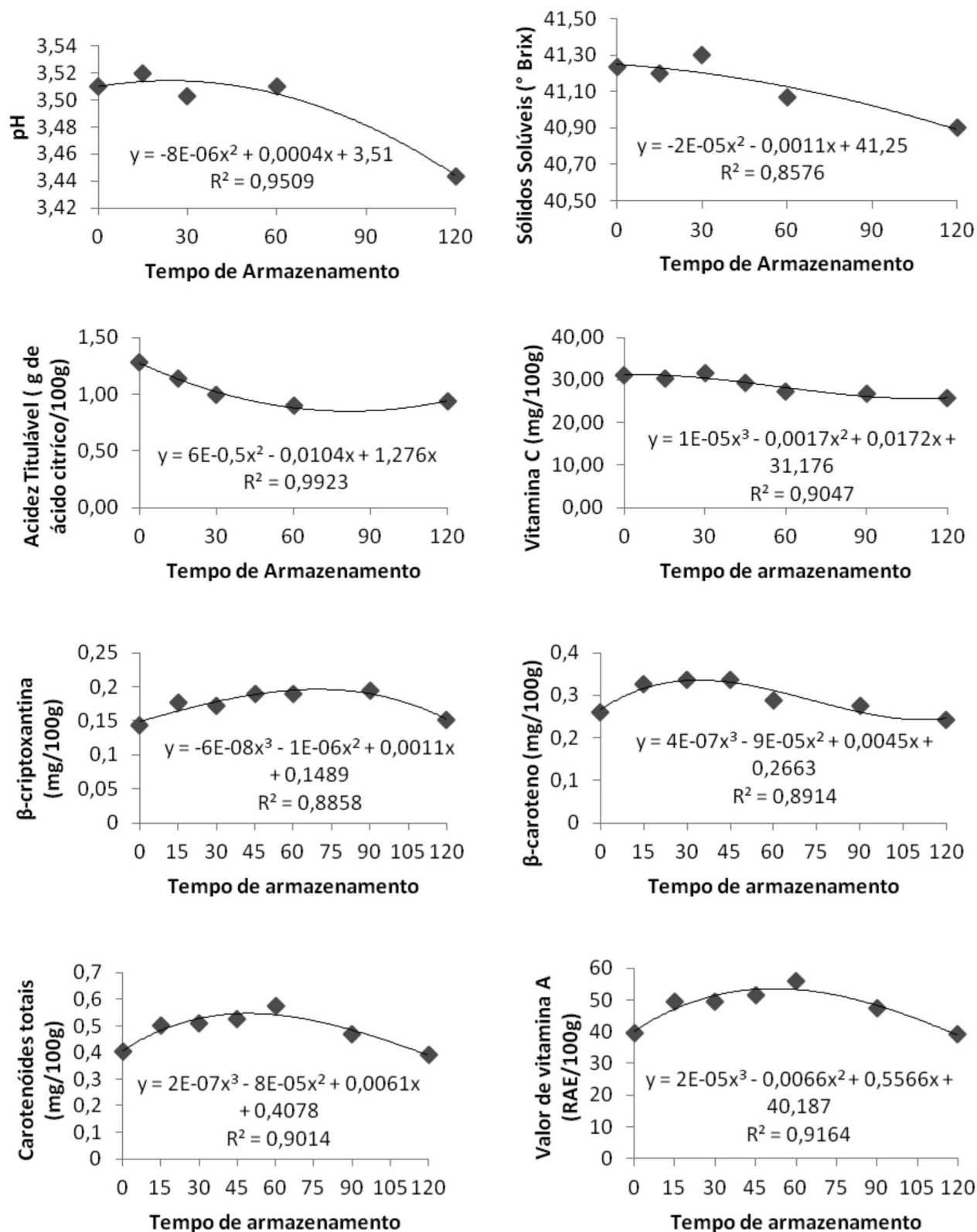


Figura 2. Valores médios e equação de regressão do pH, sólidos solúveis, acidez titulável, vitamina C, β-criptoxantina, β-caroteno, carotenóides totais e valor de vitamina A em geleia de cagaita, ao longo de 120 dias

em formulações de geleia de amora preta. Sabe-se que os sólidos solúveis são constituídos por compostos solúveis em água, representados por substâncias como açúcares, ácidos orgânicos, vitamina C e pectina³⁵. Dessa forma, a diminuição dos sólidos solúveis observada no presente estudo pode estar associada à redução do conteúdo de ácidos orgânicos e vitamina C, gerando outros compostos por meio da degradação/conversão, os quais podem apresentar menor solubilidade em água.

Constatou-se redução no teor de acidez titulável da geleia de cagaita, sendo os dados ajustados ao modelo matemático polinomial de segundo grau. Verificou-se que a redução ocorreu em todos os meses avaliados. Ao final de 120 dias, encontrou-se uma redução de 26,6% da acidez.

Após 120 dias de armazenamento, o teor de AA sofreu redução gradual de 17,9% em relação ao conteúdo inicial. No entanto, essa redução não comprometeu o valor nutricional do produto, uma vez que a porção corresponde a 6,8% da RDA para vitamina C. Dessa forma, a geleia de cagaita continuou sendo classificada como um alimento fonte desse nutriente após os 120 dias de armazenamento.

A redução do conteúdo de AA na geleia de cagaita já era esperada, uma vez que o seu armazenamento foi realizado em temperatura ambiente e susceptível à presença de luz. No entanto, essa redução foi inferior à observada por Ferreira et al.³⁶ em geleia mista de melancia e tamarindo armazenada por 60 dias (50%) e por Assis et al.³⁷ em geleia de caju durante 120 dias (32,53%). A menor perda verificada no presente estudo possivelmente resultou do acondicionamento em frasco lacrado livre de oxigênio (em nitrogênio) e do pH ácido da geleia, o qual auxiliou na estabilidade do AA.

Quanto aos carotenóides, após 120 dias, observou-se redução significativa do conteúdo de β - caroteno e vitamina A (-2,5% e -1,3%, respectivamente). O branqueamento da polpa de cagaita contribuiu para a retenção de carotenóides, uma vez que ele inativa enzimas com o propósito primário de aumentar a estabilidade na estocagem de alimentos em que a atividade enzimática continua mesmo depois do processamento³⁸. A escassez de dados sobre o conteúdo de carotenóides em alimentos processados dificultou a comparação dos dados encontrados, ratificando a necessidade de estudos relacionados à perda de nutrientes durante o preparo e armazenamento dos alimentos.

CONCLUSÃO

As formulações de geleia de cagaita analisadas apresentaram ausência dos micro-organismos pesquisados, sendo consideradas seguras sob ponto de vista microbiológico.

Todas as formulações de geleia apresentaram boa aceitação sensorial, com escores entre “gostei moderadamente” e “gostei extremamente”. Não houve diferença estatística entre a aceitação sensorial das formulações.

A formulação G4 apresentou bom valor nutricional, destacando-se como fonte de vitamina C. O produto apresentou boa estabilidade química, sendo observadas reduções significativas, porém pequenas, nos parâmetros físico-químicos ao longo de 120 dias.

A geleia de cagaita mostrou-se uma importante ferramenta para agregar valor ao fruto e contribuir para a geração de renda e melhoria do aporte nutricional, especialmente de famílias residentes em área de Cerrado. Dessa forma, após estudo ampliado da vida de prateleira, recomenda-se a produção, comercialização e consumo deste produto.

REFERÊNCIAS

1. Cardoso LM, Martino HSD, Moreira AVB, Ribeiro SMR, Pinheiro-Sant'Ana HM. Cagaita (*Eugenia Dysenterica* DC.) of the Cerrado of Minas Gerais, Brazil: physical and chemical characterization, carotenoids and vitamins. *Food Res Int*. 2011;44(7):2151-4.
2. Vieira RF, Agostini-Costa T, Silva, D. B, Ferreira FR, Sano, SM. Frutas nativas da Região Centro-Oeste do Brasil. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia; 2006.
3. Brasil. Ministério da Saúde. Resolução Normativa nº 15, de 4 de maio de 1978. Aprova o Regulamento técnico para fabricação de geleia de frutas. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil. Brasília, DF, 24 jul. 1978. Seção 410ª, n. 12, p. 11-4.
4. Damiani C. Caracterização e agregação de valor aos frutos do cerrado: Araçá (*Psidium guineensis* Sw.) e Marolo (*Annona Crassiflora* Mart.). [Tese de doutorado]. Lavras, MG: Universidade Federal de Lavras; 2009.
5. Correia LFM, Faraoni AS, Pinheiro-Sant'Ana HM. Efeitos do processamento industrial de alimentos sobre a estabilidade de vitaminas. *Rev Alim Nutr*. 2008;19(1):83-95.
6. Rodriguez-Amaya DB. Critical review of provitamin A determination in plant foods. *J Microb Anal*. 1989;5(1):191-225.
7. Silva N, Junqueira VCA, Silveira NFA. Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos. São Paulo: Livraria Varela; 1997.
8. American Public Health Association. APHA Standard methods for the examination of water and wastewater. Washington; 1992.

9. Stone H, Sidel JL. Sensory Evaluation Practices. 2. ed. Los Angeles: Redwood City; 1993.
10. Association of Official Analytic Communities – AOAC. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 16. ed. Washington, D.C.; 1998.
11. Instituto Adolfo Lutz. Normas analíticas. São Paulo; 2005.
12. Merrill AL, Watt BK. Energy value of foods: basis and derivation. Washington: United States Department of Agriculture; 1973.
13. Campos FM, Della Licia CM, Pinheiro-Sant’Ana HM. Optimization of methodology to analyze ascorbic and dehydroascorbic acid in vegetables. *Rev Quim Nova*. 2009;32(1):87-91.
14. Rodriguez-Amaya DB, Raymundo LC, Lee T, Simpson KL, Chichester CO. Carotenoids pigment changes in ripening Momordica charantia. *Ann Botany*. 1976;40:615-24.
15. Pinheiro-Sant’Ana HM, Stringheta PC, Brandão SCC, Azeredo RMC. Carotenoid retention and vitamin A value in carrot (*Daucus carota* L.) prepared by food service. *Rev Food Chem*. 1998;61(1-2):145-51.
16. Institute of Medicine – IOM. Dietary Reference Intakes (DRIs): Vitamin A, Vitamin K, Arsenic, Boron, Chromium, Copper, Iodine, Iron, Manganese, Molybdenum, Nickel, Silicon, Vanadium and Zinc.. Washington: National Academy; 2001.
17. Statistical Analysis System – SAS. Versión 9.1. Cary, North Carolina: The SAS Institute; 2004-2008.
18. Brasil. Ministério da Saúde. Resolução RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001. Aprova o Regulamento Técnico sobre padrões Microbiológicos para Alimentos. Dispõe sobre os princípios gerais para o estabelecimento de critérios e padrões microbiológicos para alimentos. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*. Brasília, DF, 10 jan 2001. Seção 1, n 7-E, p. 45-53.
19. Harrigan WF, Park RWA. Making safe food: a management guide for microbiological quality. Londres: Academic Press; 1991.
20. Gava AJ. Princípios da Tecnologia de Alimentos. São Paulo: Nobel; 2004.
21. Torezan GAP, Pezoa Garcia NH. Produção de geleia de manga através de processo contínuo de fabricação, rica em sólidos da fruta e sem adição de açúcares. Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de alimentos, agosto de 2000; Fortaleza: Livro de resumos XVII Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos. p. 11.136.
22. Minin VPRM. Análise sensorial: estudos com consumidores. Viçosa, MG: UFV; 2006.
23. Jackik MH. Doces, geleias e frutas em caldas: teórico e prático. São Paulo, SP: Ícone; 1988.
24. Caetano PKC, Daiuto ER, Vietes RL. Caracterização físico-química e avaliação energética de geleia elaborada em diferentes tipos de tachos com polpa e suco de acerola. *Rev Energ Agric*. 2011;26(2):103-18.
25. Lago ES, Gomes E, Silva R. Produção de geleia de jambolão (*Syzygium cumini* lamarck): processamento, parâmetros físico-químicos e avaliação sensorial. *Rev Ciênc Tecnol Alim*. 2006;26(4):847-52.
26. Mota RV. Caracterização física e química de geleia de amora-preta. *Rev Ciênc Tecnol Alim*. 2006;26(3):539-43.
27. Zambiasi RC, Chim JF, Bruscatto M. Avaliação das características e estabilidade de geleias light de morango. *Rev Alim Nutr*. 2006;17(2):165-70.
28. Barcia MT, Medina AL, Zambiasi RC. Características físico – químicas e sensoriais de geleias de jambolão. *Bol CEPPA*. 2010;28(1):25-36.
29. Silva L. Efeito de diferentes processamentos sobre o teor de ácido ascórbico em suco de laranja utilizado na elaboração de bolo, pudim e geleia. *Rev Ciênc Tecnol Alim*. 2006;26(3):678-82.
30. Maciel et al. Características sensoriais e físico-químicas de geleias mistas de manga e acerola. *Bol CEPPA*. 2009;27(2):247-56.
31. Philippi ST. Pirâmide dos alimentos: fundamentos básicos da nutrição. São Paulo, SP: Manole; 2008.
32. Brasil. Ministério da Saúde. Resolução RDC nº 359, de 23 de Dezembro de 2003. Aprova o Regulamento Técnico de Porções de Alimentos Embalados para Fins de Rotulagem Nutricional. *Diário Oficial [da] União da República Federativa do Brasil*. Brasília, DF, 26 dez 2003.
33. U. S. Institute of Medicine, Dietary Reference Intakes for Vitamin C, Vitamin E, Selenium, and Carotenoids. National Academy Press: Washington, D.C.; 2000.
34. U. S. Institute of Medicine, Dietary Reference Intakes (DRIs): Vitamin A, Vitamin K, Arsenic, Boron, Chromium, Copper, Iodine, Iron, Manganese, Molybdenum, Nickel, Silicon, Vanadium and Zinc. National Academy Press: Washington, D.C.; 2001
35. Faraoni AS. Efeito do tratamento térmico, do congelamento e da embalagem sobre o armazenamento da polpa de manga orgânica (*Mangifera indica* L.) CV. “Uba”. [dissertação de mestrado]. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa; 2006.
36. Ferreira RMA, Aroucha EMM, Sousa AED, Melo DRM, Filho FSTP. Processamento e conservação de geleia mista de melancia e tamarindo. *Rev Verd Agroecol Desenvol Sustent*. 2010;5(3):59-62.
37. Assis MMM, Maia GA, Teixeira EA, Figueredo RW, Monteiro JCS. Processamento e estabilidade de geleia de caju. *Rev Ciênc Agron*. 2007;38(1):46-51.
38. Nascimento P. Avaliação da retenção de carotenoides de abóbora, mandioca e batata-doce [dissertação de mestrado]. São Paulo, SP: Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho; 2006.