

## ELABORAÇÃO DE BEBIDA TIPO NÉCTAR DE GRAVIOLA ADOÇADA COM MEL DE *Apis mellifera*<sup>1</sup>

DYEGO DA COSTA SANTOS<sup>2\*</sup>, ANGELITA DA SILVEIRA MOREIRA<sup>3</sup>, EMANUEL NETO ALVES DE OLIVEIRA<sup>4</sup>, YVANA MARIA GOMES DOS SANTOS<sup>2</sup>

**RESUMO** - O objetivo do presente estudo foi elaborar bebidas tipo néctares de graviola adoçadas com mel de *Apis mellifera*, mediante utilização de planejamento experimental, variando-se as concentrações de polpa e teor de sólidos solúveis e avaliar o efeito destes nas características físicas e químicas das bebidas processadas. Foi utilizado um planejamento fatorial 2<sup>2</sup> com 3 experimentos no ponto central resultando em 7 experimentos. A polpa de graviola foi diluída com água potável para obtenção de produtos nas concentrações de 25, 30 e 35% (m/m) de polpa. A correção dos sólidos solúveis para 11, 12 e 13 °Brix foi feita utilizando-se mel de *A. mellifera*. Observou-se que todas as formulações das bebidas tipo néctar de graviola adoçadas com mel apresentaram-se em conformidade com a legislação brasileira. As equações matemáticas ajustadas aos dados experimentais de acidez total titulável, açúcares totais, *ratio*, luminosidade e intensidade de amarelo foram significativas, sendo que somente os modelos ajustados aos valores de acidez total titulável, açúcares totais e *ratio* foram preditivos. As respostas acidez total titulável, açúcares totais, *ratio*, luminosidade e intensidade de amarelo foram influenciadas pelos fatores concentração de polpa e teor de sólidos solúveis totais, em que a concentração de polpa de graviola apresentou maior influência sobre a acidez e o *ratio* e o teor de sólidos solúveis totais final das bebidas, modificado mediante adição de mel, apresentou maior influência sobre os conteúdos de açúcares totais e os valores de luminosidade. A resposta intensidade de amarelo apresentou influência de ambos os fatores.

**Palavras-chave:** Néctar. Fruta tropical. Adoçante natural. Caracterização física e química.

## ELABORATION OF DRINKS TYPE SOURSOP NECTAR SWEETENED WITH HONEY FROM *Apis mellifera*

**ABSTRACT** - The objective of this study was to prepare drinks type soursop nectars sweetened with honey from *Apis mellifera*, by use of experimental planning, varying the concentrations of pulp and soluble solids content and evaluate the effect of these in the physical and chemical characteristics of processed drinks. Were used a factorial planning 2<sup>2</sup> with three experiments in central point resulting in seven experiments. The soursop pulp was diluted with potable water to obtain products in the concentrations of 25, 30 and 35% (w/w) of pulp. The correction of soluble solids to 11, 12 and 13 °Brix was made using honey from *A. mellifera*. It was observed that all formulations of drinks type soursop nectar sweetened with honey were in accordance with Brazilian legislation. The mathematical equations fitted to the data of titratable acidity, total sugar, ratio, brightness and intensity of yellow were significant, and only the models fitted to the values of titratable acidity, total sugars and ratio were predictive. The responses of titratable acidity, total sugar, ratio, brightness and yellow color intensity were influenced by factors pulp concentration and total soluble solids content, wherein the concentration of soursop pulp had greater influence on the acidity and the ratio and the content final total soluble solids of the beverages, modified by the addition of honey, showed greater influence on the content of total sugars and lightness values. The yellow intensity response showed influences of both factors.

**Keywords:** Nectar. Tropical fruit. Natural sweetener. Physical and chemical characterization.

\* Autor para correspondência.

<sup>1</sup> Recebido para publicação em 08/03/2013; aceito em 09/10/2014.

<sup>2</sup> Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola, UFCG, Av. Aprígio Veloso, 882, Bodocongó, CEP 58429-140, Campina Grande, PB, dyego.csantos@gmail.com; yvana.mn@hotmail.com.

<sup>3</sup> Centro de Ciências Químicas, Farmacêuticas e de Alimentos, UFPel, Campus Capão do Leão, CEP 96010-900, Pelotas, RS, angelitadasilveiramoreira@gmail.com.

<sup>4</sup> Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, IFRN, BR 405 km 154, Bairro Chico Cajá, CEP 59900-000, Pau dos Ferros, RN, emanuel.oliveira16@gmail.com.

## INTRODUÇÃO

Em todo o mundo se observa um aumento do consumo de frutas. Esse interesse não se estende somente para frutas tropicais frescas, mas também para sucos processados. O impacto desta demanda nos países em desenvolvimento tem promovido o aumento na capacidade de produção e processamento, dessa maneira assegurando a oferta desses produtos no mercado mundial (SOUSA et al., 2010).

Miranda et al. (2011) relatam que o semiárido brasileiro apresenta um vasto potencial para exploração de frutas exóticas de importância econômica. Dentre essas frutas, a graviola (*Annona muricata* L.) se destaca como matéria-prima para a indústria alimentícia. No Brasil, a graviola é uma fruta mais conhecida nos mercados das regiões Norte e Nordeste. Lima (2004) cita que, em se tratando de uma cultura de exploração comercial recente, as informações disponíveis sobre produtividade e área cultivada com gravioleira no Brasil são bastante escassas. Os Estados de Alagoas, Bahia, Ceará, Pernambuco, Paraíba, Pará e Minas Gerais são citados como os principais produtores (LIMA, 2004).

A graviola é uma fruta apreciada por seu aroma e sabor característicos. No entanto, por ser um fruto climatérico, apresenta alta perecibilidade pós-colheita, o que dificulta sua comercialização *in natura*, principalmente a mercados mais afastados das regiões produtoras. Isso tem sido atribuído ao padrão respiratório climatérico do fruto, caracterizado por mais de um ponto máximo (PAULL, 1982). No sentido a reduzir as perdas após a colheita, torna-se necessário o processamento dos frutos da gravioleira para obtenção de derivados como, por exemplos, bebidas do tipo néctares. Deve-se considerar também que o processamento, além de minimizar perdas pós-colheita, também agregará valor à fruta, podendo-se tornar uma alternativa economicamente atrativa, além de se constituir fonte de renda para agricultores do semiárido brasileiro.

O processamento na forma de néctares representa alternativa tecnológica para diversificação dos produtos derivados de frutas, que auxiliará no desenvolvimento agroindustrial dos produtores das regiões Norte e Nordeste do Brasil (SOUZA FILHO et al., 2000). Seu principal atrativo é o preço mais baixo em relação aos sucos integrais. Isso ocorre porque os néctares possuem menor teor de suco de fruta na sua composição (10 a 40% dependendo da fruta), sendo este o ingrediente mais dispendioso na elaboração deste tipo de bebida (FIGUEIRA et al., 2011). Neste aspecto, os néctares vêm ganhando espaço entre os consumidores (FIGUEIRA et al., 2010).

Estão disponíveis na literatura diversos estudos contemplando o desenvolvimento de néctares de frutas, como por exemplo, mangaba, sapoti, araçá-boi (SOUZA FILHO et al., 2000), camu-camu (MAEDA et al., 2006), banana (MESQUITA et al., 2009), acerola (NEVES; LIMA, 2010; ANTUNES et

al., 2013), caju (SILVA et al., 2011b; SOUSA et al., 2010), cajá (SILVA et al., 2011a), ginja (TOYDEMIR et al., 2013), manga (CADENA et al., 2013), pêssego (LAVELLI et al., 2009), entre outros. Apesar da variedade e diversidade de frutas utilizadas no processamento de néctares, são escassos estudos que utilizam a graviola no desenvolvimento dessas bebidas, inclusive com utilização de adoçante não convencional, como o mel de abelha.

Tradicionalmente a sacarose vem sendo utilizada como adoçante de néctares e sucos de frutas. Todavia, pelo fato da maior parte da população está buscando uma alimentação mais saudável, torna-se necessário buscar alternativas de adoçantes naturais que, por sua natureza e composição, sejam associados a um melhor estilo de vida. Silva et al. (2008) relataram que o mel de *Apis mellifera*, com sua variedade de cores e sabores, é provavelmente o mais interessante adoçante que pode ser utilizado na produção de néctares e sucos de frutas. Essa aceitação se deve ao seu baixo pH, que mostra-se quimicamente compatível com muitas bebidas, podendo ser incorporado diretamente em muitas formulações.

Uma vez que a graviola é uma fruta com vasto potencial mercadológico, objetivou-se com esta pesquisa elaborar bebidas tipo néctares de graviola adoçadas com mel de abelha, variando-se as concentrações de polpa e teor de sólidos solúveis, e avaliar as características físicas e físico-químicas dos produtos processados.

## MATERIAL E MÉTODOS

As bebidas tipo néctares foram elaboradas utilizando-se polpa de graviola (*Annona muricata* L.), safra 2012, obtida de frutos maduros oriundos de pequenos produtores e mel de abelhas da espécie *Apis mellifera*, ambos oriundos da cidade de Campina Grande, Paraíba, localizada no cariri paraibano (Latitude de 7°13'S, Longitude de 35°52'O e altitude de 552 m).

Frutos maduros foram transportados, em temperatura ambiente, ao laboratório onde foram selecionados, para remoção de frutos danificados, lavados em água corrente e sanitizados com solução clorada na concentração de 200 ppm durante 15 minutos. Após a higienização os frutos foram pesados, descascados e despulpados manualmente com auxílio de facas de aço inoxidável, separando-se a polpa das sementes, fibras e cascas. A polpa obtida nesta fase, denominada polpa bruta, foi pesada, amostrada para realização das análises físicas e químicas e envasada em sacos de polietileno de alta densidade (10 × 20 × 0,005cm) para posterior processamento das bebidas tipo néctares. Até o processamento destas, a polpa bruta foi armazenada congelada à temperatura de -18 °C por uma semana.

A polpa de graviola foi analisada quanto aos seguintes parâmetros: sólidos totais, açúcares totais em glicose, pH, sólidos solúveis totais e acidez total

titulável em ácido cítrico, segundo normas do Instituto Adolfo Lutz (2008) e ácido ascórbico pelo método de Tillmans (AOAC, 1997) modificado por Benassi e Antunes (1998).

O mel foi analisado quanto aos seguintes parâmetros: acidez livre, sacarose aparente e açúcares redutores de acordo com os métodos descritos pelo Laboratório Nacional de Referência Animal (LANARA, 1981); umidade segundo AOAC (1997); sólidos insolúveis em água seguindo-se método da CAC (1990), sólidos solúveis totais através da leitura da amostra em refratômetro de bancada do tipo Abbe e pH pelo método potenciométrico (pHmetro).

No processamento das bebidas tipo néctares de graviola foi avaliada a influência das variáveis

independentes: porcentagem de polpa (PP) e teor de sólidos solúveis totais obtida através de adição de mel (SST). Esta última foi obtida mediante correção do teor de sólidos solúveis (°Brix) da polpa diluída, utilizando-se mel de *A. mellifera*. Foi utilizado um planejamento fatorial  $2^2$  com 3 formulações no ponto central resultando em 7 experimentos. As variáveis independentes e seus níveis codificados estão representados na Tabela 1. O efeito das variáveis independentes sobre as variáveis dependentes (análises físicas, físico-químicas e químicas) foi avaliado mediante análise estatística utilizando o programa computacional *Statistica* versão 6.0.

**Tabela 1.** Matriz de planejamento experimental para a elaboração das bebidas tipo néctares de graviola adoçadas com mel de abelha.

Experimento	Valores codificados		Valores reais	
	$x_1$	$x_2$	$x_1^*$	$x_2^{**}$
1	-1	-1	25	11
2	+1	-1	35	11
3	-1	+1	25	13
4	+1	+1	35	13
5	0	0	30	12
6	0	0	30	12
7	0	0	30	12

\*Concentração de polpa (%); \*\*Ajuste do teor de sólidos solúveis totais (°Brix) pela adição de mel.

A polpa de graviola bruta foi inicialmente descongelada sob refrigeração, em geladeira doméstica, processada em liquidificador doméstico, refinada por meio de peneiramento para separação de fibras e em seguida diluída com água potável para obtenção de produto nas concentrações de 25, 30 e 35% m/m de polpa. Em seguida foram efetuados os ajustes dos teores de sólidos solúveis totais para 11, 12 e 13 °Brix, utilizando-se mel de abelha da espécie *A. mellifera* (Tabela 1).

Após formulação, as bebidas foram pasteurizadas por aquecimento a 90 °C por um minuto em banho-maria (SILVA et al., 2008), envasadas a quente (*hot fill*) em garrafas plásticas assépticas transparentes de 200 mL e fechadas com tampas plásticas com lacre; após, procedeu-se ao resfriamento com água à temperatura ambiente até atingir-se aproximadamente 30 °C. Em seguida, estocou-se as bebidas sob refrigeração, em geladeira doméstica, até realização das análises físicas e químicas, que foram no dia seguinte. No caso dos ensaios de cor, estes foram processados imediatamente após o processamento.

Os néctares foram submetidos às análises especificadas pela legislação brasileira (BRASIL, 2003) para néctar de graviola, a saber: açúcares totais em glicose, sólidos solúveis totais e acidez total titulável em ácido cítrico segundo normas do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008). Adicionalmente e para melhor avaliação das bebidas processadas, estas ainda foram submetidas às análises de pH (IAL, 2008), ácido ascórbico pelo método de Tillmans (AOAC, 1997) modificado por Benassi e Antunes (1998),

*ratio* (relação sólidos solúveis totais/acidez) de acordo com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 1986) e cor utilizando espectrofotômetro portátil MiniScan HunterLab XE Plus, iluminante D65/10° no sistema de leitura CIE Lab utilizando-se, como padrões de calibração, uma placa preta e outra branca com obtenção dos seguintes parâmetros: luminosidade ( $L^*$ ), em que  $L^* = 0$  corresponde a preto e  $L^* = 100$  a branco; cromaticidade  $a^*$  - transição da cor verde ( $-a^*$ ) para o vermelho ( $+a^*$ ); cromaticidade  $b^*$  - transição da cor azul ( $-b^*$ ) para a cor amarela ( $+b^*$ ).

A análise estatística foi realizada mediante análise de regressão, utilizando-se o programa computacional *Statistica* versão 6.0, para a obtenção de superfícies de resposta, a partir das médias dos parâmetros físicos e químicos dos néctares de graviola. Analisaram-se as regressões estatisticamente significativas pela análise de variância (ANOVA), com base no teste F, para o intervalo de 95% de confiança, considerando-se apenas as regressões com F calculado ( $F_c$ ) superior ao F tabelado ( $F_{tab}$ ), em nível de 5% de significância ( $p < 0,05$ ) e do coeficiente de determinação da regressão ( $R^2$ ) superior a 0,94. Considerou-se ainda o modelo significativo preditivo quando o  $F_c/F_{tab}$  foi maior ou igual 4,0.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 estão apresentados os resultados da caracterização física e química da polpa de graviola bruta e do mel de *A. mellifera* utilizados no pro-

cessamento das bebidas tipo néctares. Observou-se que a polpa de graviola utilizada no processamento dos néctares estava em conformidade com a legislação vigente (BRASIL, 2000a), que regulamenta os padrões de identidade e qualidade de polpa de fruta, estabelecendo valores mínimos de sólidos totais de 12,5%, pH de 3,50, acidez total de 0,6%, sólidos

solúveis totais de 9 °Brix, ácido ascórbico de 10 mg/100 g e açúcares totais variando entre 6,5 e 17%. Os sólidos totais inferiores a 20% indicam que há elevada concentração de água na graviola, o que reforça a necessidade de obtenção higiênica da polpa, além de cuidados durante o armazenamento.

**Tabela 2.** Caracterização física e química da matéria-prima utilizada no processamento das bebidas tipo néctares de graviola.

Parâmetros analisados	Valores médios*	
	Polpa de graviola bruta	Mel de <i>Apis mellifera</i>
Teor de umidade	-	18,12 ± 0,11
Sólidos totais (%)	18,28 ± 0,73	-
pH	3,80 ± 0,06	-
Sólidos insolúveis em água (%)	-	0,07 ± 0,01
Acidez total titulável em ácido cítrico (%)	0,79 ± 0,02	-
Acidez livre (mEq/kg)	-	21,88 ± 0,57
Sólidos solúveis totais (°Brix)	17,50 ± 0,00	75,50 ± 0,05
Açúcares redutores em glicose (%)	-	72,90 ± 0,23
Sacarose aparente (%)	-	1,73 ± 0,08
Açúcares totais em glicose (%)	6,62 ± 0,14	-
Ácido ascórbico (mg/100 g)	25,14 ± 0,10	-

\*Média obtida de três repetições.

O pH determinado na polpa de graviola (Tabela 2) corrobora os valores verificados por Caldas et al. (2010), que reportaram pH de 3,81 e Canuto et al. (2010), que encontraram pH de 3,70 em polpas de graviola. Baixos valores de pH em polpas de frutas garantem sua conservação sem a necessidade de tratamento térmico muito severo, não comprometendo sua qualidade nutricional. O percentual de acidez total da polpa encontrou-se dentro da faixa de valores reportados na literatura, de 0,58% (MARCELLINI et al., 2003) a 1,65% (CALDAS et al., 2010). O valor dos sólidos solúveis totais foi próximo ao reportado por Caldas et al. (2010) em graviola (9,40 °Brix), enquanto que o conteúdo de açúcares totais (6,62%) foi ligeiramente inferior ao relatado por Salgado et al. (1999) em frutas da graviola (7,31%). Comparando-se o teor de ácido ascórbico da graviola deste trabalho (25,14 mg/100 g) com o da acerola, de 378,5 mg/100 g (CANUTO et al., 2010), notou-se que a graviola não é uma boa fonte dessa vitamina.

Quanto ao mel de *A. mellifera* utilizado na elaboração das bebidas tipo néctares de graviola, constatou-se conformidade em relação à legislação vigente (BRASIL, 2000b), que especifica valores máximos de umidade de 20%, sólidos insolúveis de 0,1%, acidez livre de 50 mEq/kg, sacarose aparente de 6%, e valor mínimo de 65% para açúcares redutores. A umidade está dentro da faixa de variação reportada por Bendini e Souza et al. (2008) para méis de *A. mellifera* (16,5 a 19,2%), ressaltando boa maturidade do produto. O valor de sólidos insolúveis em água (0,07%) indica boa qualidade higiênica do mel, uma vez que valores elevados para essa análise indicam presença de resíduos de cera, patas e asas das

abelhas, além de outros elementos inerentes do mel ou do processamento que este sofreu (SILVA et al., 2006a).

Quanto à acidez livre, verificou-se teor incluso dentro da faixa de variação reportada por Oliveira e Santos (2012) em méis do Ceará (12,67 a 81,43 mEq/Kg). A origem da acidez do mel deve-se à variação dos ácidos orgânicos causada pelas diferentes fontes de néctar, pela ação da enzima glicose-oxidase que origina o ácido glucônico e, ainda, pela quantidade de minerais presentes no mel (OLIVEIRA; SANTOS, 2011; SANTOS; OLIVEIRA, 2013). Os dados de açúcares redutores (72,90%) e sacarose aparente (1,73%) indicam que o mel utilizado no processamento dos néctares estava maduro, ou seja, houve hidrólise suficiente da sacarose proveniente do néctar das flores, pela ação da enzima invertase. O teor de sólidos solúveis totais foram próximos aos de Santos et al. (2011) ao analisarem méis de Russas, CE (73,46 a 80,32 °Brix).

Os valores médios das análises físicas e químicas realizadas nas bebidas tipo néctares de graviola adoçadas com mel de *A. mellifera* estão apresentados na Tabela 3. Verificou-se que as bebidas formuladas com as maiores concentrações de polpa (formulações 2 e 4) apresentaram os maiores valores de acidez total titulável, enquanto que os néctares elaborados com as menores concentrações de polpa (formulações 1 e 3) revelaram os menores resultados de acidez total. Esses resultados já eram esperados, uma vez que a maior adição de água potável nas formulações dos néctares promoveu maior diluição dos ácidos orgânicos da polpa de graviola. Apesar da considerável oscilação da acidez total em função da variação da concentração de polpa, observou-se que

todas as formulações de néctares apresentaram-se em conformidade com a legislação vigente, com mais de

0,15% de acidez total em ácido cítrico, que é o mínimo estabelecido (BRASIL, 2003).

**Tabela 3.** Valores médios experimentais das análises físicas e físico-químicas das bebidas tipo néctares de graviola adoçadas com mel de *A. mellifera*

Bebida	Parâmetros analisados							
	ATT (%)	pH	AT (%)	Ratio	AA (mg/100 g)	L*	a*	b*
BN <sub>1</sub>	0,20	3,77	9,96	55,18	2,39	63,81	-0,85	17,46
BN <sub>2</sub>	0,29	3,80	9,91	45,53	5,52	66,08	-0,42	15,04
BN <sub>3</sub>	0,21	3,79	11,67	51,41	1,40	60,26	0,49	16,33
BN <sub>4</sub>	0,28	3,78	11,64	47,13	4,13	62,29	0,33	17,47
BN <sub>5</sub>	0,25	3,80	10,81	48,93	2,45	62,19	0,19	16,32
BN <sub>6</sub>	0,25	3,80	10,87	48,95	2,50	62,43	0,13	16,24
BN <sub>7</sub>	0,24	3,80	10,87	49,32	2,47	62,71	0,19	16,47

BN<sub>1</sub>...BN<sub>7</sub> – Bebida tipo néctar de graviola ; ATT – Acidez total titulável em ácido cítrico; AT – Açúcares totais; Ratio – Relação SST/ATT; AA – Ácido ascórbico; L\* – Luminosidade; a\* e b\* - cromaticidade.

Observou-se uma pequena variação no pH das bebidas tipo néctares de graviola, com todas as formulações com valores inferiores a 4,0 (Tabela 3). O pH das bebidas oscilou de 3,77 a 3,80, estando próximo ao valor encontrado para a polpa (pH de 3,80). Esses resultados são superiores aos verificados por Souza Filho et al. (2000) para os néctares de araçá-boi (pH de 2,5), cajá (pH de 2,9), camu-camu (pH de 2,3 e 2,4) e mangaba (pH de 3,1 e 3,2) e inferiores aos reportados por Mesquita et al. (2009) para o néctar de banana das variedades prata, nanica e marmelo (pH de 4,9). Esses resultados podem estar relacionados à composição química da fruta de origem, uma vez que o pH varia muito entre diferentes espécies de vegetais. Embora não seja regulamentado pela legislação brasileira, o pH é uma variável importante para a formulação da bebida, uma vez que valores inferiores a 4,5 desfavorecem o crescimento do *Clostridium botulinum*.

Quanto à concentração de açúcares totais, constatou-se que todas as formulações de bebidas tipo néctares de graviola apresentaram mais de 7,0%, que é o mínimo especificado pela legislação (BRASIL, 2003). Notou-se ainda que as bebidas tipo néctares adoçadas com mel de *A. mellifera* que apresentaram as maiores concentrações de sólidos solúveis (formulações 3 e 4) tiveram também as maiores concentrações de açúcares totais. De acordo com a literatura, o mel é considerado como uma solução concentrada de açúcares (RICHTER et al., 2011); logo, os resultados de concentração de açúcares totais das bebidas foram devidos, principalmente, à adição de mel nas formulações das bebidas tipo néctares adoçados.

Verificou-se que as bebidas tipo néctares processadas com as maiores concentrações de polpa (formulações 2 e 4) apresentaram os menores valores

de *ratio*. Esses resultados estão relacionados diretamente à adição da polpa de graviola, uma vez que as bebidas formuladas com as maiores concentrações de polpa apresentaram os maiores dados de acidez total. Observou-se também que o teor de sólidos solúveis totais mais elevados promoveu ligeira elevação do *ratio* dos néctares de graviola, no entanto fica evidente a maior contribuição da concentração da polpa de graviola nos resultados desta pesquisa. Apesar da medida mais comum de doçura ser o teor de sólidos solúveis, medido em graus Brix, observa-se que a sensação de doçura não está ligada somente a este teor, mas principalmente ao *ratio*. Ou seja, um néctar será percebido como doce se o *ratio* for alto e a acidez baixa; por isso que, segundo Cardoso et al. (2010), a expressão "*ratio*" é muito utilizada na indústria de bebidas não alcoólicas. Pimentel et al. (2011) reportaram valores de *ratio* semelhantes para o néctar de pêssego com potencial simbiótico, com valores compreendidos entre 40,0 e 45,33. Silva et al. (2011a), desenvolvendo néctares mistos à base de manga e cajá, encontraram valores de *ratio* variando entre 24,35 e 25,05, inferiores aos obtidos para as bebidas tipo néctares de graviola deste trabalho.

No tocante aos ensaios de ácido ascórbico (Tabela 3), observou-se que as bebidas tipo néctares elaboradas com as maiores concentrações de polpa (formulações 2 e 4) apresentaram as maiores concentrações dessa vitamina no produto final. Notou-se ainda que a formulação 2 apresentou superioridade de ácido ascórbico em relação à formulação 4. Isso pode estar relacionado à adição do mel, o que afetaria o balanço de massa do produto final, ou pode ser devido à oxidação desse composto no momento da formulação da bebida ou durante o tratamento térmico. Esta hipótese é reforçada por Barry-Ryan e O'Beirne (1999), que afirmaram que o ácido ascórbico

co é facilmente degradado durante as etapas de processamento. Silva et al. (2011b) desenvolveram quatro formulações de néctares a base de cajá e caju enriquecidas com frutooligossacarídeos e inulina, sendo que cada produto foi adicionado de 10,7% de polpa de cajá e 20,3% de polpa de caju. Os autores também observaram oscilações nos valores de ácido ascórbico (33,43 a 35,17 mg/100 g), mesmo com a padronização das concentrações de polpa.

De acordo com Silva et al. (2006b), o mel possui compostos antioxidantes como o ácido ascórbico, no entanto em baixas concentrações, em média de 0,5 mg/100 g. Logo, a adição de mel teoricamente não contribuiu para alterações nos valores de ácido ascórbico das bebidas tipo néctares, sendo as oscilações observadas neste estudo decorrentes, principalmente, das diferentes concentrações de polpa utilizadas. Observou-se, ainda, que todas as formulações de bebidas tipo néctares de graviola apresentaram baixas concentrações de ácido ascórbico (variação de 1,40 a 5,52 mg/100 g).

Sabendo-se que a ingestão diária recomendada (IDR) de ácido ascórbico para um adulto é de 60 mg por dia (BRASIL, 1998), e considerando-se os valores encontrados nas bebidas tipo néctares de graviola, constata-se que esses produtos não são uma boa fonte desse nutriente, sendo necessária complementação da ingestão através de outros alimentos. Esses resultados estão inferiores aos valores de ácido ascórbico encontrados para néctares de outras frutas: Neves e Lima (2010) reportaram para néctar de acerola variação de 154,3 a 271,6 mg/100 g e Maeda et al. (2006) encontraram em néctar de camu-camu concentração de 382,07 mg/100 g. Pesquisadores também reportaram baixos conteúdos de ácido ascór-

bico em néctares de frutas: Souza Filho et al. (2000) publicaram teores de 6,0 e 7,1 mg/100 g para o néctar de cajá, 7,3 a 8,0 mg/100 g para o néctar de araçá-boi e 4,5 a 5,6 mg/100 g para o néctar de sapoti.

Analisando-se os valores de luminosidade ( $L^*$ ) é possível afirmar que os néctares de graviola apresentaram-se claros devido, principalmente, a coloração da polpa de graviola utilizada que é esbranquiçada. Os valores das cromaticidades  $a^*$  e  $b^*$  indicam tendência à coloração amarelada com traços de vermelho, salientado pela adição do mel ou por provável escurecimento não-enzimático ocasionado pela oxidação do ácido ascórbico, e, nas polpas com menor adição de mel, foi detectado traços de verde (Tabela 3). Valores inferiores de  $L^*$  foram reportados para néctares de pêssego (PIMENTEL et al., 2011) e acerola (NEVES; LIMA, 2010).

Os dados das análises de regressão dos ensaios físicos e químicos das diferentes formulações de bebidas tipo néctares de graviola, adoçadas com mel de *A. mellifera* estão apresentados na Tabela 4. Segundo planejamento experimental, os resultados forneceram modelos de 1ª ordem, com uma interação e intervalo de confiança de 95%. Foi realizada a análise dos efeitos para cada resposta sendo gerados diferentes modelos matemáticos pelo programa estatístico. É importante salientar que estes modelos foram gerados a partir da análise individual de cada resposta (resultados das análises físicas e químicas), sendo que estes modelos poderiam ser significativos ou não. Além das equações matemáticas, a análise estatística possibilitou a determinação dos coeficientes de regressão, F calculado e coeficientes de determinação ( $R^2$ ) para todas as respostas.

**Tabela 4.** Resultados das análises de regressão para os ensaios físicos e químicos das diferentes bebidas tipo néctares

Respostas	$R^2$	$F_c$	$F_{tab}$	$F_c/F_{tab}$	Equação
ATT	0,9798	48,48	9,28	5,22	- 0,354286 + 0,02 P + 0,03 SST - 0,001 P/SST
pH	0,5645	1,30	9,28	0,14	3,041429 + 0,025 P + 0,06 SST - 0,002 P/SST
AT	0,9974	390,22	9,28	42,05	0,978571 - 0,016 P + 0,83 SST + 0,001 P/SST
Ratio	0,9819	54,18	9,28	5,84	173,5579 - 3,9185 P - 8,5975 SST + 0,2685 P/SST
$L^*$	0,9528	20,18	9,28	2,17	74,07429 + 0,359 P - 1,475 SST - 0,012 P/SST
$a^*$	0,8958	8,60	9,28	0,93	- 17,2864 + 0,3675 P + 1,4075 SST - 0,0295 P/SST
$b^*$	0,9710	33,54	9,28	3,61	78,57571 - 2,2 P - 5,015 SST + 0,178 P/SST

ATT – Acidez total titulável em ácido cítrico; AT – Açúcares totais; Ratio – Relação SST/ATT; AA – Ácido ascórbico;  $L^*$  – Luminosidade;  $a^*$  e  $b^*$  - cromaticidade.

De acordo com a Tabela 4, observou-se que os modelos matemáticos ajustados aos dados de acidez total titulável, açúcares totais, ratio, luminosidade e intensidade de amarelo foram significativos, onde os valores da relação entre F calculado e F tabelado ( $F_c/F_{tab}$ ) foram superiores a 1,0 (OLIVEIRA et al., 2013). Constatou-se um bom ajuste das equações matematicamente significativas aos dados experimentais, com coeficiente de determinação ( $R^2$ ) superiores a 0,95. Notou-se ainda que os modelos ma-

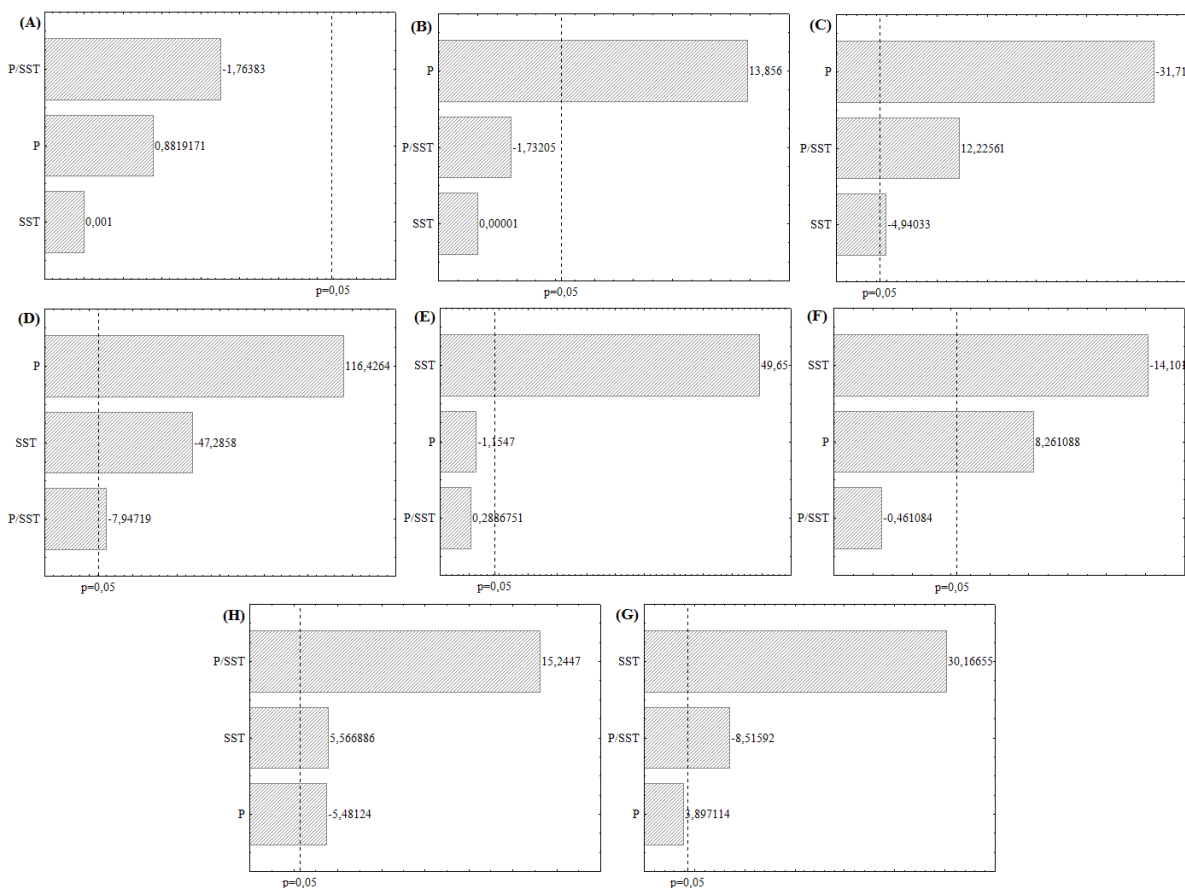
temáticos ajustados aos dados experimentais de acidez total titulável, açúcares totais e ratio, além de serem significativos foram também preditivos, pois apresentaram valores de  $F_c/F_{tab}$  superiores a 4,0 em nível de 95% de confiança (OLIVEIRA et al., 2014).

Os modelos matemáticos ajustados às demais respostas (pH, AA e  $a^*$ ) não revelaram bom ajuste aos dados experimentais, com valores de coeficientes de determinação ( $R^2$ ) inferiores a 0,90, para uma variação compreendida entre 0,5645 (pH) e 0,8958

(a\*). Observou-se ainda que as relações existentes entre  $F_c/F_{tab}$ , para estas equações matemáticas, revelaram valores inferiores a 1,0, em nível de 95% confiança, o que testifica não significância destas equações.

Na Figura 3 estão apresentados os diagramas de Pareto para a influência dos fatores (concentração

de polpa – P, teor de sólidos solúveis totais – SST obtida pela adição de mel e interação entre concentração de polpa e teor de sólidos solúveis totais - P/SST) sobre as variáveis respostas (ATT, pH, AT, *Ratio*, AA, L\*, a\* e b\*). Em cada diagrama é possível verificar os fatores que apresentaram influência em cada resposta.



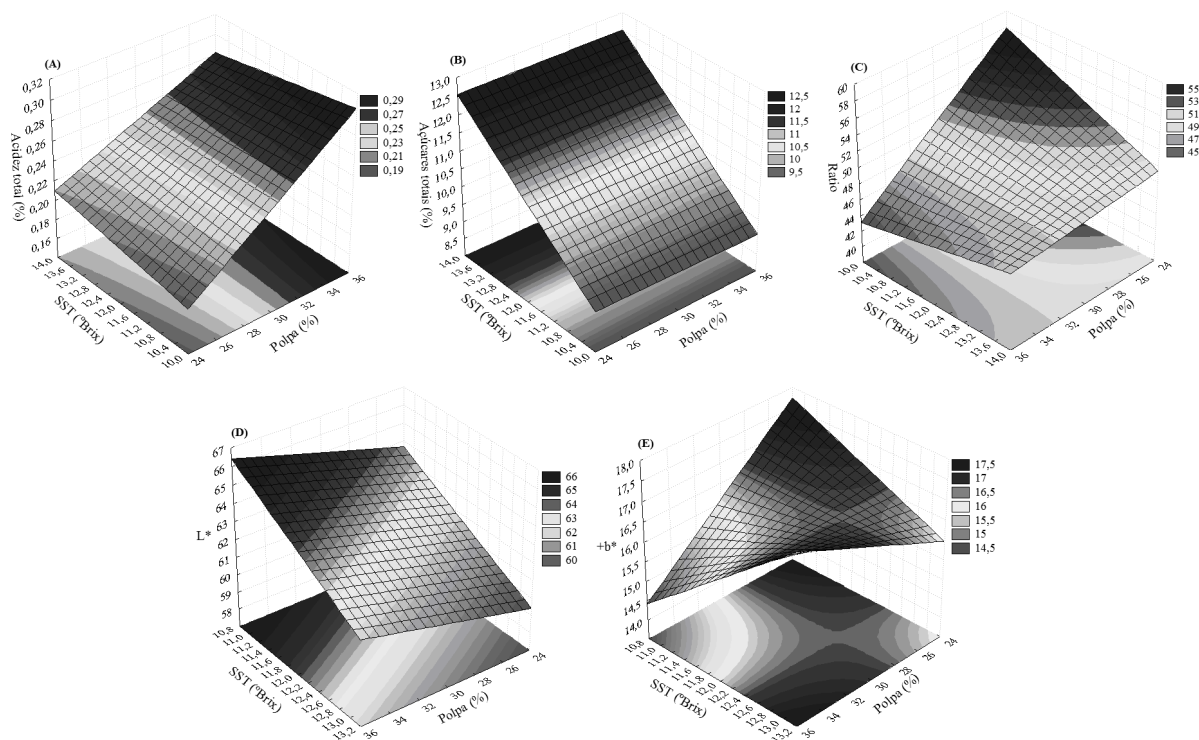
**Figura 3.** Diagrama de Pareto para influência dos fatores polpa (P), sólidos solúveis totais (SST) e interação (P/SST) sobre o pH (A), acidez total titulável (B), *ratio* (C), ácido ascórbico (D), açúcares totais (E), luminosidade (F), intensidade de vermelho (G) e intensidade de amarelo (H) das bebidas tipo néctares.

Constatou-se que a concentração de polpa (P) apresentou efeito significativo sobre a acidez total titulável, *ratio*, ácido ascórbico, luminosidade e intensidade de amarelo. Em relação ao fator teor de sólidos solúveis totais (SST), verificou-se efeito significativo sobre o *ratio*, o ácido ascórbico, os açúcares totais, a luminosidade, a cromaticidade a\* e a intensidade de amarelo. Notou-se ainda que a interação entre a concentração de polpa e o teor de sólidos solúveis totais das bebidas apresentou efeito significativo sobre o *ratio*, o ácido ascórbico, a cromaticidade a\* e a intensidade de amarelo, indicado que ambos os fatores influenciaram diretamente nos resultados da pesquisa (Figura 3).

A Figura 4 apresenta as superfícies de respostas para os parâmetros que apresentaram modelos matemáticos significativos ( $F_c/F_{tab} \geq 1,0$ ). Constatou-se que o aumento da concentração de polpa promoveu elevação nos valores de acidez total titulável dos

néctares de graviola (Figura 4A). Com o aumento do teor de sólidos solúveis totais os valores de açúcares totais dos néctares de graviola aumentaram (Figura 4B). Observou-se que o aumento do teor de sólidos solúveis totais e a redução da concentração de polpa contribuíram para o aumento dos valores de *ratio*, sendo que a redução na concentração de graviola apresentou maior influência sobre o *ratio* dos néctares (Figura 4C). Com a redução do teor de sólidos solúveis totais e aumento da concentração de polpa, os resultados de luminosidade aumentaram, sendo que a redução no teor de sólidos solúveis totais apresentou maior influência sobre a luminosidade das bebidas (Figura 4D). Notou-se ainda que com o aumento da concentração de polpa e do teor de sólidos solúveis totais, os resultados de intensidade de amarelo aumentaram, sendo a interação dos dois fatores evidente nas formulações de néctares de graviola (Figura 4E).





**Figura 4.** Superfícies de resposta para acidez total (A), açúcares totais (B), *ratio* (C), luminosidade (D) e intensidade de amarelo (E) das bebidas tipo néctares de graviola, em função das concentrações de polpa e teor de sólidos solúveis totais (SST)

## CONCLUSÕES

As respostas acidez total titulável, açúcares totais, *ratio*, luminosidade e intensidade de amarelo foram influenciadas pelos fatores concentração de polpa e teor de sólidos solúveis totais. A concentração de polpa de graviola apresentou maior influência sobre a acidez e o *ratio* e o teor de sólidos solúveis totais final das bebidas, modificado mediante adição de mel, apresentou maior influência sobre os conteúdos de açúcares totais e os valores de luminosidade. A resposta intensidade de amarelo apresentou influência de ambos os fatores;

O processamento de frutas exóticas, como a graviola, aliado à utilização de mel para a obtenção de bebidas é uma alternativa para a oferta e consumo dessas frutas e do mel em mercados distantes dos locais de produção.

## REFERÊNCIAS

ANTUNES, A. E. C. et al. Acerola nectar with added microencapsulated probiotic. *LWT - Food Science and Technology*, Zürich, v. 54, n. 1, p. 125-131, 2013.

AOAC - Association of Official Analytical Chemists. *Official Methods of Analysis*, WILLIAMS, S. (Ed.) 14.ed, Arlington, 1997. 1041 p.

BARRY-RYAN, C.; O'BEIRNE, D. O. Ascorbic

acid retention in shredded iceberg lettuce as affected by minimal processing. *Journal of Food Science*, Chicago, v. 64, n. 3, p. 498-500, 1999.

BENASSI, M. T.; ANTUNES, A. J. A. Comparison of meta-phosphoric and oxalic acids as extractant solutions for determination of vitamin C in selected vegetables. *Arquivos de Biologia e Tecnologia*, Curitiba, v. 31, n. 4, p. 507-503, 1998.

BENDINI, J. N.; SOUZA, D. C. Caracterização físico-química do mel de abelhas proveniente da florada do cajueiro. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 38, n. 2, p. 565-567, 2008.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 76, de 27 de novembro 1986. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília, 03 de Dezembro de 1986.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 33, 13 de janeiro de 1998. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 16 de Janeiro de 1998.

BRASIL. Ministério da Agricultura, pecuária e Abastecimento - MAPA. Instrução Normativa nº 01, de 7 de Janeiro de 2000. Regulamento da Lei nº 8.918, de 14 julho de 1994, aprovado pelo Decreto nº 2.314, de 4 de setembro de 1997, que dispõe sobre o regulamento técnico geral para fixação dos padrões de identidade e qualidade para polpa de fruta. *Diário*



**Oficial [da] Republica Federativa do Brasil.** Brasília, DF, 07 de Janeiro de 2000a.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 11, de 20 de outubro de 2000. Estabelece o regulamento técnico de identidade e qualidade do mel. **Diário Oficial [da] Republica Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 23 de Outubro de 2000b.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n. 12, de 4 de setembro de 2003. Aprova o regulamento técnico para fixação dos padrões de identidade e qualidade gerais para suco tropical e néctar. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 9 de setembro de 2003.

CAC - Codex Alimentarius Commission. **Official methods of analysis**. v. 3, Supl. 2. p. 15-39, 1990.

CADENA, R. S. et al. Sensory profile and physico-chemical characteristics of mango nectar sweetened with high intensity sweeteners throughout storage time. **Food Research International**, Toronto, v. 54, n. 2, p. 1670-1679, 2013.

CALDAS, Z. T. C. et al. Investigação de qualidade das polpas de frutas congeladas comercializadas nos estados da Paraíba e Rio Grande do Norte. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v. 5, n. 4, p. 156-163, 2010.

CANUTO, G. A. B. et al.. Caracterização físico-química de polpas de frutos da Amazônia e sua correlação com a atividade anti-radical livre. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 4, p. 1196-1205, 2010.

CARDOSO, W. S. et al. Desenvolvimento de uma salada de frutas: da pesquisa de mercado à tecnologia de alimentos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 30, n. 2, p. 454-462, 2010.

FIGUEIRA, R. et al. Análise físico-química e legalidade em bebidas de laranja. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 21, n. 2, p. 267-272, 2010.

FIGUEIRA, R. et al. Método de análise isotópica ( $\delta^{13}\text{C}$ ) e limite de legalidade em néctar de laranja. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 14, n. 3, p. 211-219, 2011.

IAL - INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas, métodos químicos e físicos para análises de alimentos**. 1.ed. digital, São Paulo: IAL, 2008. 1020 p.

LABORATÓRIO NACIONAL DE REFERÊNCIA ANIMAL (LANARA). **Métodos analíticos oficiais**

**para controle de produtos de origem animal e seus ingredientes: II - métodos físicos e químicos.** Brasília: Ministério da Agricultura, 1981. cap. 25, p. 1-15.

LAVELLI, V.; POMPEI, C.; CASADEI, M. A. Quality of nectarine and peach nectars as affected by lye-peeling and storage. **Food Chemistry**, Oxford, v. 115, n. 4, p. 1291-1298, 2009.

LIMA, M. A. C. O cultivo da gravioleira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 3, p. 1-1, 2004.

MAEDA, R. N. et al. Determinação da formulação e caracterização do néctar de camu-camu (*Myrciaria dúbia* McVaugh). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 1, p. 70-74, 2006.

MARCELLINI, P. S. et al. Comparação físico-química e sensorial da atemóia com a pinha e a graviola produzidas e comercializadas no estado de Sergipe. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 14, n. 2, p. 187-189, 2003.

MESQUITA, K. S. et al. Elaboração, caracterização química e avaliação sensorial de néctares de bananas das variedades prata, nanica e marmelo. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 20, n. 3, p. 451-455, 2009.

MIRANDA, V. A. M. et al. Viscosidade aparente de polpas de graviola com diferentes concentrações. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 13, p. 363-374, 2011. (n. Especial)

NEVES, M. V. M.; LIMA, V. L. A. G. Avaliação sensorial e caracterização físico-química de néctar de acerola adicionado de extrato comercial de própolis. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 21, n. 3, p. 399-405, 2010.

OLIVEIRA, E. N. A.; SANTOS, D. C. Análise físico-química de méis de abelhas africanizada e nativa. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 70, n. 2, p. 132-137, 2011.

OLIVEIRA, E. N. A.; SANTOS, D. C. Qualidade físico-química do mel comercializado no município de Mauriti, CE. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 26, n. 212/213, p. 61-65, 2012.

OLIVEIRA, E. N. A. et al. Perfil sensorial de geleias tradicionais de umbu-cajá. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 29, p. 1566-1575, 2013. (Suplemento 1).

OLIVEIRA, E. N. A. et al. Aproveitamento agroindustrial da graviola (*Annona muricata* L.) para produção de licores: Avaliação sensorial. **Journal of**

- Biotechnology and Biodiversity**, Gurupi, v. 5, n. 1, p. 33-42, 2014.
- PAULL, R. E. Postharvest variation in composition of soursop (*Annona muricata* L.) fruit in relation to respiration and ethylene production. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 107, n. 4, p. 582-585, 1982.
- PIMENTEL, T. C.; PRUDENCIO, S. H.; RODRIGUES, R. S. Néctar de pêssego potencialmente simbiótico. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 22, n. 3, p. 455-464, 2011.
- RICHTER, W. et al. Avaliação da qualidade físico-química do mel produzido na cidade de Pelotas/RS. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 22, n. 4, p. 547-553, 2011.
- SALGADO, S. M.; GUERRA, N. B.; MELO FILHO, A. B. Polpa de fruta congelada: efeito do processamento sobre o conteúdo de fibra alimentar. **Revista de Nutrição**, São Paulo, v. 12, n. 3, p. 303-308, 1999.
- SANTOS, D. C. et al. Qualidade físico-química e microbiológica do mel de *Apis mellifera* comercializado na cidade de Russas, CE. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v. 5, n. 1, p. 41-45, 2011.
- SANTOS, D. C.; OLIVEIRA, E. N. A. Características físico-químicas e microbiológicas de méis de *Apis mellifera* L. provenientes de diferentes entropostos. **Comunicata Scientiae**, Bom Jesus, v. 4, n. 1, p. 67-74, 2013.
- SILVA, R. A. et al. Avaliação da qualidade do mel de abelha *Apis mellifera* produzido no município de Picos, Estado do Piauí, Brasil. **Higiene Alimentar**, Araraquara, v. 20, n. 144, p. 90-94, 2006a.
- SILVA, R. A. et al. Composição e propriedades terapêuticas do mel de abelha. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 17, n. 1, p. 113-120, 2006b.
- SILVA, R. A. et al. Néctar de caju adoçado com mel de abelha: Desenvolvimento e estabilidade. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, n. 2, p. 348-354, 2008.
- SILVA, L. M. R. et al. Desenvolvimento de néctares mistos à base de manga e cajá enriquecidos com frutooligosacarídeos ou inulina. **Alimentos e Nutrição**, Campinas, v. 22, n. 1, p. 149-154, 2011a.
- SILVA, L. M. R. et al. Desenvolvimento de bebidas mistas à base de cajá (*Spondias mombin* L.) e caju (*Anacardium occidentale*) enriquecidas com frutooligosacarídeos e inulina. **Archivos Latinoamericana**
- nos de Nutricion**, Caracas, v. 61, n. 2, p. 209-215, 2011b.
- SOUSA, P. H. M. et al. Adição de extratos de *Ginkgo biloba* e *Panax ginseng* em néctares mistos de frutas tropicais. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 30, n. 2, p. 463-470, 2010.
- SOUZA FILHO, M. S. M. et al. Formulações de néctares de frutas nativas das regiões Norte e Nordeste do Brasil. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, Curitiba, v. 18, n. 2, p. 275-283, 2000.
- TOYDEMIR, G. et al. Changes in sour cherry (*Prunus cerasus* L.) antioxidants during nectar processing and in vitro gastrointestinal digestion. **Journal of Functional Foods**, London, v. 5, n. 3, p. 1402-1413, 2013.