

AVALIAÇÃO DOS COMPOSTOS BIOATIVOS E ESTUDO DO COMPORTAMENTO REOLÓGICO DE GELEIAS DE MORANGO ADICIONADAS DE INGREDIENTES FUNCIONAIS

ANA CRISTINA DA SILVA LIMA¹
DANIELLE ALVES DA SILVA RIOS²
GERUSA MATIAS DOS SANTOS³
JANAINA MARIA MARTINS VIEIRA⁴
LARISSA MORAIS RIBEIRO DA SILVA¹
LEILANNE OLIVEIRA MARCIA¹

Foram elaboradas diferentes formulações de geleia de morango adicionadas de farinhas com alegações funcionais, sendo utilizado 5% de farinha de linhaça, amaranto, goji berry ou berinjela, tendo como objetivo determinar a influência da adição das farinhas no teor de compostos bioativos e no comportamento reológico. As formulações foram submetidas a análises de pH, sólidos solúveis, acidez total titulável, teor de antocianinas e flavonóides amarelos, teores equivalentes de β -caroteno e licopeno, teor de polifenóis extraíveis totais e atividade antioxidante total. Foi determinada a composição centesimal de cada amostra de geleia, em que foram avaliados os teores de lipídeos, proteínas, carboidratos, cinzas e umidade. As formulações também foram submetidas ao estudo do comportamento reológico, seguindo os modelos de Ostwald-de-Waelle (Lei da potência), Herschel Bulkley, Casson e Newton. Todos os resultados obtidos foram avaliados estatisticamente através de análise de regressão linear (análises reológicas) e análise de variância e teste de Tukey ($p < 0,05$), para as demais análises efetuadas. As geleias elaboradas neste estudo apresentaram características semelhantes em relação ao pH, atividade de água, acidez total titulável e teor de sólidos solúveis totais. Em relação aos compostos bioativos, as formulações adicionadas de farinha de goji berry apresentaram maiores teores de licopeno e polifenóis extraíveis totais. Para a composição centesimal, não houve grandes diferenças quanto aos teores de umidade, glicídios e valor energético total. A adição de farinha de berinjela não apresentou modificação nas características reológicas da geleia de morango. Para as geleias contendo as demais farinhas, verificou-se um aumento nos valores dos parâmetros reológicos, quando comparado a geleia controle, resultando em diferenças na consistência do produto. A elaboração de geleia de morango contendo farinha de goji berry apresenta-se como uma alternativa viável na elaboração de um novo produto com propriedades funcionais, tendo em vista as propriedades benéficas da farinha, aliadas aos compostos bioativos já presentes no morango.

PALAVRAS-CHAVE: FARINHA FUNCIONAL, COMPOSIÇÃO CENTESIMAL, REOLOGIA.

¹ Departamento de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal do Ceará. Av. Mister Hull, 2977 - Bloco 847 - Campus do Pici, Fortaleza, Ceará. Anacristinalima.hp@gmail.com; leilannemarcia@hotmail.com; larissamrs@yahoo.com.br

² Centro Universitario Christus/ UniChristus, Fortaleza, Ceará. daniellealvez@hotmail.com

³ Centro Universitário Estácio do Ceará/ Estácio-FIC, Fortaleza, Ceará. gerusa.santos@estacio.br

⁴ Centro Universitario Unifanor/Unifanor, Fortaleza, Ceará. janainammv@gmail.com

INTRODUÇÃO

O Brasil apresenta uma considerável biodiversidade de árvores fruteiras, sendo alta a potencialidade de produção de suas frutas (FERNANDES et al., 2010). Com uma extensão territorial de 8.512.965 km², o Brasil produz 44 milhões de toneladas de frutas tropicais, subtropicais e de clima temperado, proporcionando ao país uma grande diversidade de frutas o ano inteiro (IBRAF, 2018). Dessa forma, o Brasil se destaca na produção de frutas frescas e processadas, sendo os maiores produtores São Paulo, Bahia e Minas Gerais (DA FRUTICULTURA, 2017).

O crescente consumo de fruta fresca está relacionado a uma série de fatores que levam às modificações nos hábitos alimentares, o que aumenta a procura por ganho de tempo e por alimentos individualizados de fácil preparo (RODRIGUES, 2004), como as geleias. Na produção de geleias e doces, os ingredientes utilizados são frutas *in natura* na forma de pedaços, polpa ou suco, além de pectina, ácido, açúcar e água. A qualidade de uma geleia depende de seus componentes e pode ser definida pela ordem de adição dos ingredientes durante o processamento (TAVARES et al., 2003). Segundo o Instituto Adolf Lutz (2008), geleias de frutas são produtos preparados a partir de frutas e/ou sucos, misturados com açúcar, com adição de pectina, ácidos e outros ingredientes permitidos, podendo apresentar frutas inteiras, partes e/ou pedaços sob variadas formas, formando uma mistura que será processada até se obter uma concentração e consistência semissólida adequada. Apesar das frutas apresentarem em sua constituição fibras e compostos bioativos, atualmente verifica-se uma procura adicional por parte dos consumidores por alimentos que apresentem em sua constituição compostos que tragam benefícios adicionais a saúde.

Os alimentos funcionais podem ser definidos como “alimentos que afetam funções fisiológicas no organismo, de maneira objetiva e que tenham efeitos positivos, podendo justificar alegações de propriedades de saúde” (ROBERFROID, 2002). A Agência Nacional de Vigilância Sanitária não define alimento funcional, e sim a alegação de propriedade funcional, sendo relativa ao papel metabólico ou fisiológico que o nutriente ou não nutriente tem no crescimento, desenvolvimento, manutenção e outras funções normais do organismo. A Anvisa define também alegação de propriedade de saúde, sugerindo a existência de relação entre os alimentos ou ingredientes com doença ou condição relacionada à saúde (BRASIL, 1999).

A comprovação da eficácia da alegação deve ser realizada caso a caso, considerando a formulação e as características do alimento. No rótulo, as porções dos alimentos devem ser as mesmas previstas na Resolução RDC nº 359/2003, calculadas com base nos grupos de alimentos previstos na referida resolução (BRASIL, 2003).

Uma grande variedade de produtos tem sido caracterizada como alimentos funcionais, incluindo componentes que podem afetar inúmeras funções corpóreas, relevantes tanto para o estado de bem-estar e saúde como para a redução do risco de doenças. Essa classe de compostos pertence à nutrição e não à farmacologia, merecendo uma categoria própria, que não inclua suplementos alimentares, mas o seu papel em relação às doenças estará, na maioria dos casos, concentrado mais na redução dos riscos do que na prevenção (MORAES; COLA, 2006).

A linhaça (*Linum usitatissimum*) tem sido utilizada em dietas e medicamentos para humanos há milhares de anos. Os benefícios à saúde provindos da linhaça são geralmente atribuídos à alta concentração de ácidos graxos ω -3 e lignanas, além de quantidades significantes de fibras e proteínas, sendo considerada um alimento funcional (HUSSAIN et al, 2006).

O recente interesse pela berinjela (*Solanum melongena*, L.) pode ser atribuído não somente ao elevado teor de fibra alimentar total, como também ao seu conhecido efeito hipocolesterolêmico (JORGE et al., 1998). Outros componentes também estão presentes na berinjela, como a niacina, vitamina C, flavonóides e fibras, que são passíveis de exercer alterações benéficas sobre o metabolismo de lipídeos (GUIMARÃES et al. 2000).

O amaranto apresenta-se como um grão com elevado teor de proteínas (cerca de 15%), destacando-se a presença de aminoácidos essenciais, como a lisina. Além das proteínas, o grão

destaca-se pelo conteúdo de minerais e gorduras, quando comparado a outros cereais. Por seu conteúdo nutricional, a farinha destaca-se como um ingrediente alimentar altamente desejável, enriquecendo diversos tipos de alimentos (AMAYA-FARFAN et al., 2005).

A Goji berry é uma planta da família *Solanacea* típica do Noroeste da China e regiões do Himalaia, que apresenta amplas vantagens para a saúde, como a renovação da vitalidade, fortalecimento e restauração de órgãos importantes, especialmente olhos, fígado e rins (WU et al., 2004). Dessa forma, Goji berry é exemplo típico de alimento nutracêutico, pela sua composição em compostos fenólicos (ácidos fenólicos e flavonóides), carotenóides, tocoferol e ácido ascórbico (SLAM et al., 2017), assim como elevada capacidade antioxidante (DONNO et al., 2015).

Tendo em vista a importância e aumento crescente do consumo de produtos de origem vegetal, aliado a necessidade do desenvolvimento de novos produtos alimentícios, este trabalho teve como objetivo desenvolver formulações de geleia de morango enriquecidas com farinhas de amaranto, goji berry, berinjela e linhaça, e avaliar a influência da adição das farinhas nos teores de compostos bioativos e no comportamento reológico, utilizando os modelos de Ostwald-de-Waelle, Casson, Herschel-Bulkley e Newton.

MATERIAIS E MÉTODOS

1 ELABORAÇÃO DAS GELÉIAS

Para a elaboração das geleias, foram utilizados morangos (62,83%) selecionados previamente quanto à existência de manchas, perfurações, presença de larvas e insetos ou algum contaminante. Os morangos utilizados neste estudo foram obtidos no comércio de Fortaleza (CE), assim como as farinhas de amaranto, linhaça, berinjela e goji berry.

Os morangos selecionados foram submetidos à pré-lavagem em água corrente e higienizados em solução de hipoclorito de sódio (150 ppm). Foram cortados em pequenos pedaços e transferidos para um tacho de aço inoxidável, no qual foi adicionado água potável (1L) e sacarose comercial (31,41% m/m), sendo então submetidos ao cozimento até atingir o ponto de geleia. Após atingir a ebulição, foi acrescentado à formulação 5,5% (m/m) de glicose (a fim de garantir brilho ao produto) e 0,26% (m/m) de ácido tartárico (para regular o pH).

Após formulação, o produto elaborado foi dividido em cinco porções, de igual peso. A primeira porção não teve nenhuma adição de farinha, sendo considerada a formulação controle (GC). Para as demais porções foi adicionado 5% de farinha de linhaça, amaranto, goji berry ou berinjela, caracterizando formulações diferentes. Após homogeneização, as geleias foram armazenadas em potes de vidro hermeticamente fechados e submetidas à refrigeração até o momento das análises.

2 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

Foram realizadas análises de pH, sólidos solúveis, acidez total titulável, teor de antocianinas e flavonoides amarelos, teores equivalentes de β -caroteno e licopeno, teor de polifenóis extraíveis totais e atividade antioxidante total. Foram determinadas também as análises da composição centesimal, do valor energético total (VET), açúcares redutores e açúcares solúveis totais.

2.1 Determinação de pH, sólidos solúveis e atividade de água

Determinado por meio de leitura direta em potenciômetro da marca WTW, modelo 330i/SET, conforme AOAC (1995).

2.2 Determinação de sólidos solúveis

Determinados por meio de leitura direta em refratômetro, conforme metodologia descrita por IAL, 2008.

2.3 Determinação atividade de água

Foram realizadas análises de atividade de água utilizando o equipamento AQUALAB, através de leitura direta.

2.4 Determinação antocianinas e flavonoides

Os teores de antocianinas e flavonoides totais foram determinados segundo a metodologia descrita por Francis (1982). Pesou-se 1,0g de cada formulação de geleia, em seguida, adicionou-se 30 mL da solução extratora etanol 95 % — HCl 1,5 N na proporção 85:15. As amostras foram homogeneizadas por 2 minutos. Logo após, transferiu-se o conteúdo para um balão volumétrico de 50 mL, aferindo a própria solução extratora sem filtrar, sendo então acondicionados em frascos de vidro envolto em papel alumínio, deixando-se descansar por uma noite em geladeira. Filtrou-se o material para becker de 50 mL sempre envolto com papel alumínio. As leituras foram feitas a 535 nm para as antocianinas, e os resultados expressos em mg de antocianinas totais/100 g calculados através da fórmula: Absorbância x fator de diluição/ 98,2.

2.5 Determinação de β -caroteno e licopeno

Os teores de β -caroteno e licopeno foram obtidos de acordo com metodologia descrita por Nagata e Yamashita (1992), sendo realizada a leitura em espectrofotômetro nos comprimentos de onda de 453 nm, 505 nm, 645 nm e 663 nm. Os resultados foram expressos em μ g de equivalente de β -caroteno e licopeno/100 g de amostra.

2.6 Determinação de polifenóis

Para determinação dos polifenóis extraíveis, foram preparados extratos, em que se pesou 1g de cada formulação de geleia, em um béquer, e adicionou-se 40 mL de etanol 50%. Homogeneizou-se e a mistura foi submetida a repouso por 60 minutos à temperatura ambiente e centrifugada a 150 rpm (15.0 OU 150?) durante 15 minutos. O sobrenadante foi recolhido em um balão volumétrico de 100 mL e, a partir do resíduo da primeira extração, adicionou-se 40 mL de acetona 70%. A mistura homogeneizada foi submetida a repouso por 60 minutos à temperatura ambiente. O volume total do balão foi completado com água destilada e os teores de polifenóis foram determinados através de metodologia que utiliza o reagente de Folin-Ciocalteu, utilizando ácido gálico como padrão, conforme metodologia descrita por Larrauri; Rupérez e Saura-Calixto (1997). Foi usado como referência a curva padrão de ácido gálico. Os resultados foram expressos em mg de ácido gálico (AG). 100 g⁻¹ de amostra.

2.7 Determinação da atividade antioxidante total

Atividade antioxidante total foi determinada pelo método do ABTS, conforme metodologia descrita por Rufino et al. (2010). Os resultados foram expressos como CAET — Capacidade Antioxidante Equivalente ao Trolox (ácido 2-carboxílico-6-hidroxi-2,5,7,8-tetrametilcromano), em μ M/g de amostra.

2.8 Determinação da composição centesimal

Para as análises de composição centesimal, foram utilizadas metodologias descritas pela AOAC, 1997. O teor de umidade foi determinado através de secagem em estufa (105 °C \pm 5 °C),

baseado na remoção da água por aquecimento (AOAC, 1997). Foi calculada, então, a porcentagem de umidade nas geleias.

Para a determinação de cinzas, o método empregado foi o da incineração em mufla.

A determinação de proteínas foi realizada pelo método de Kjeldahl, no qual foi avaliado o teor de nitrogênio total de origem orgânica, utilizando-se 0,2 g de amostra em tubo para digestão. Utilizou-se o fator de conversão de 6,25 conforme recomendado pelo Comitê para Requerimentos de Energia e Proteína da WHO/FAO.

O teor de lipídeos foi determinado utilizando extração contínua a quente em aparelho do tipo Soxhlet e hexano como solvente. A extração foi realizada em um tempo de aproximadamente 12 horas.

O conteúdo de carboidratos foi determinado por diferença: calculou-se a média da porcentagem de água, proteínas, lipídeos e cinzas e o restante foi considerado carboidrato.

2.9 Determinação do valor energético total

O valor energético total (VET) foi calculado pela soma das calorias fornecidas pelas médias dos valores encontrados para carboidratos, lipídios e proteínas multiplicando-se seus valores em gramas pelos fatores de Atwater, que correspondem a 4 kcal, 9 kcal e 4 kcal, respectivamente.

2.10 Determinação de açúcares redutores

Os açúcares redutores foram determinados através da técnica que utiliza o reagente DNS (ácido 3,5-dinitrosalicílico), conforme metodologia descrita por Miller (1959). A leitura foi realizada em espectrofotômetro de marca SHIMADZU, modelo UV-1800, no comprimento de onda de 540 nm, sendo obtida a absorbância para cada amostra, a qual foi inserida em curva padrão de glicose, obtendo-se a concentração de açúcar. A partir das concentrações obtidas, foram determinados os teores percentuais de açúcar redutor, calculados através da equação:

$$\% \text{ Açúcares redutores} = \frac{\text{concentração}}{\text{volume da alíquota} \times \text{peso da amostra}} \times 100$$

2.11 Determinação de açúcares solúveis totais

Para os açúcares solúveis totais, foi inicialmente realizada uma inversão ácida a partir do extrato de açúcar redutor, conforme Miller (1959). A leitura foi realizada em espectrofotômetro de marca SHIMADZU, modelo UV-1800, no comprimento de onda de 540 nm, sendo obtida a absorbância para cada amostra, que foi inserida em uma curva padrão de glicose, obtendo-se a concentração de açúcar. As concentrações obtidas foram utilizadas para determinação dos teores percentuais de açúcar total, através da equação:

$$\% \text{ Açúcares solúveis totais} = \frac{\text{concentração}}{\text{volume alíquota} \times \text{peso da amostra}} \times 50$$

3 COMPORTAMENTO REOLÓGICO

O comportamento reológico das geleias foi determinado através de um reômetro rotacional de cilindros concêntricos tipo Searle da Brookfield, modelo R/S plus SST 2000. As medidas foram feitas na temperatura de 25 °C. O equipamento forneceu os dados de tensão de cisalhamento e taxa de deformação através do software RHEO V 2.8. As análises reológicas foram obtidas com variação da taxa de deformação de 0 a 200 s⁻¹ (curva ascendente) e de 200 a 0 s⁻¹ (curva descendente), com um tempo de 1 minuto e leitura de 25 pontos para cada curva. As leituras foram feitas em triplicata e em cada medida foi utilizada uma nova amostra. Os dados obtidos na análise reológica foram ajustados aos modelos de Ostwald-de-Waele, Herschel Bulkley, Casson e Newton (Tabela 1).

TABELA 1 – MODELOS REOLÓGICOS UTILIZADOS PARA AVALIAÇÃO DO COMPORTAMENTO REOLÓGICO DAS GELEIAS.

Modelo	Equação
Ostwald-de-Waele	$\tau = K(\dot{\gamma})^n$
Herschel-Bulkley	$\tau = \tau_0 + K_H(\dot{\gamma})^{n_H}$
Casson	$(\tau)^{0,5} = K_\sigma + \kappa_c (\dot{\gamma})^{0,5}$
Newton	$\tau = \eta(\dot{\gamma})$

Onde: τ = tensão de cisalhamento (Pa), K = índice de consistência (Pa.s), n = índice de comportamento (adimensional), τ_0 = tensão de cisalhamento (Pa), $\dot{\gamma}$ = Taxa de deformação (s⁻¹), K_{oc} = tensão inicial (Pa), κ_c = viscosidade plástica de Casson (Pa.sn), $\dot{\gamma}$ = taxa de deformação (s⁻¹).

4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

As análises foram realizadas em três repetições para cada formulação. Os dados obtidos nas análises físico-químicas foram submetidos à análise de variância (ANOVA) seguida de teste de Tukey ($p \leq 0,05$), quando necessário, através do programa estatístico ASSISTAT Versão 7.6 beta (2013).

Os dados obtidos na análise reológica foram ajustados aos modelos através de regressão linear, utilizando o software SAS versão 9.1.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

As geleias formuladas apresentaram valores próximos para pH, atividade de água e acidez (Tabela 2). Zambiasi et al. (2006), avaliando as características físico-químicas de geléia de morango convencional *light*, constataram valor de pH de 3,23, resultado semelhante ao obtido neste estudo. Os mesmos autores obtiveram para a geléia acidez de 0,58 mg/100 g, resultado bastante inferior ao obtido neste estudo. Deve-se levar em consideração que as frutas apresentam características diferentes, que dependem de vários fatores, como grau de maturação, clima e época do ano, que podem influenciar nos teores de ácidos e açúcares, influenciando então no resultado obtido.

TABELA 2 – CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DAS GELEIAS DE MORANGO.

Análises	GC	GGB	GL	GB	GA
pH	2,38 ^a ± 0,00	2,37 ^a ± 0,01	3,01 ^a ± 0,00	2,54 ^a ± 0,02	2,67 ^a ± 0,01
Atividade de água	0,72 ^a ± 0,00	0,72 ^a ± 0,00	0,76 ^a ± 0,00	0,76 ^a ± 0,00	0,73 ^a ± 0,00
Acidez total titulável (%) [*]	0,82 ^b ± 0,00	1,08 ^a ± 0,00	0,70 ^c ± 0,00	0,83 ^b ± 0,00	0,73 ^c ± 0,00
Sólidos solúveis totais (°Brix)	53,4 ^b ± 0,00	58,8 ^a ± 0,00	47,6 ^c ± 0,00	52,4 ^b ± 0,00	52,6 ^b ± 0,03
Açúcares redutores (%)	65,99 ^c ± 1,00	67,01 ^c ± 1,12	59,74 ^a ± 0,26	64,65 ^{b,c} ± 0,36	60,53 ^{a,b} ± 2,16
Açúcares totais (%)	67,16 ^b ± 1,11	67,67 ^b ± 1,16	58,86 ^a ± 2,41	63,17 ^{a,b} ± 0,81	59,09 ^a ± 1,51
Ácido ascórbico (mg/100 g)	22,13 ^d ± 0,00	43,32 ^b ± 0,00	51,55 ^b ± 0,00	29,42 ^c ± 0,00	33,90 ^c ± 0,00
Antocianinas (mg/100 g)	9,27 ^a ± 1,32	10,39 ^a ± 0,20	4,79 ^c ± 0,31	9,16 ^a ± 1,01	8,45 ^b ± 0,51
Flavonóides (mg/100 g)	16,29 ^b ± 2,04	9,93 ^d ± 7,59	10,18 ^c ± 2,04	22,40 ^a ± 2,04	19,25 ^b ± 0,91
β -caroteno (mg/100 g)	nd	nd	nd	nd	nd
Licopeno (mg/100 g)	5,01 ^b ± 0,01	7,83 ^a ± 0,02	3,18 ^c ± 0,01	5,4 ^b ± 0,01	5,97 ^b ± 0,03
Polifenóis extraíveis totais (mg/100g)	473,85 ^c ± 3,42	589,23 ^a ± 8,63	505,47 ^b ± 9,40	501,20 ^b ± 3,42	473,85 ^c ± 8,55
Atividade antioxidante (µM Trolox/g)	12,21 ^b ± 0,15	22,11 ^a ± 0,63	13,51 ^b ± 2,01	12,63 ^b ± 0,86	10,81 ^c ± 1,30

^{a, b} Médias com letras iguais, em mesma linha, não diferem entre si ao nível de 1% de significância para o teste de Tukey. GC: geleia controle; GGB: geleia com farinha de goji Berry; GL: geleia com farinha de linhaça; GB: geleia com farinha de berinjela; GA: geleia com farinha de amaranto. nd = não determinado. * Expresso em ácido cítrico. Análises realizadas em três repetições.

A amostra GGB apresentou maior acidez titulável quando comparada as demais, podendo estar associado à composição da farinha adicionada. A presença de compostos bioativos, como compostos fenólicos, pode ter influenciado nessa acidez, tendo em vista que alguns desses compostos podem ser ácidos.

Em relação ao teor de sólidos solúveis totais, observou-se uma variação na faixa entre 47,6 a 58,8 °Brix, apesar da mesma quantidade de farinha ter sido adicionada em cada formulação (5%). Dessa forma, a diferença observada pode ser relacionada às características específicas de cada farinha. A formulação que apresentou maior teor de sólidos solúveis totais foi a geleia adicionada de goji berry, onde a composição dessa farinha pode ter influenciado nesse resultado.

O conteúdo de açúcares redutores ficou entre 59,74 e 65,99%. A legislação brasileira não estabelece teores para açúcares totais, redutores ou não redutores em geleias (BRASIL, 1978). Deve-se levar em consideração que a presença desses açúcares é um fator de qualidade na aceitação da fruta *in natura* ou processada e também apresenta importância nutricional (LAGO, GOMES e SILVA, 2006). Já para os açúcares totais os valores variaram de 58,86 a 67,67%. Em ambos os parâmetros, foi possível verificar que houve diferença estatística entre a geleia controle e as geleias de linhaça e amaranto, o que pode ser explicado devido à adição dessas farinhas a composição da geleia. Essas farinhas possuem a capacidade de diminuir o teor de glicose no

sangue, já apresentando o efeito nos produtos que contenham altos teores dessas substâncias, devido ao alto teor de fibras que elas possuem (AMAYA-FARFAN et al., 2005; BARROSO et al., 2014; CUPERSMIND et al., 2012). Sousa, Almeida e Silva (2018) afirmam que a ingestão de fibras dietéticas está associada a uma ação direta na absorção e mobilização de glicose na corrente sanguínea, devendo a porção do alimento pronto para consumo conter 2,5 g de fibras para que seja considerado funcional (BRASIL, 2016).

Para os compostos bioativos, em relação à vitamina C, verificou-se que a geleia controle apresentou menor teor desse composto, a degradação da vitamina C pode ter ocorrido durante o período antecedente as análises, tendo em vista que a vitamina C é um composto muito instável a condições ambientais de luz, calor e oxigênio, sendo rapidamente degradada. As amostras GGB e GL apresentaram maiores teores de vitamina C quando comparadas as demais. Novello e Pollonio (2011) afirmam que a linhaça apresenta vitamina C em sua constituição, assim como goji berry (Cavazim e Freitas, 2014).

As formulações apresentaram teores semelhantes para antocianinas, com exceção da geleia adicionada de farinha de linhaça, que pode ter em sua constituição algum polissacarídeo que influenciou no processo de quantificação da amostra.

Não foi determinado β -caroteno em nenhuma das formulações, o que pode estar associado à destruição desse composto durante o tratamento térmico. Para as análises de licopeno, polifenóis extraíveis totais e atividade antioxidante total, verificou-se que a geleia adicionada de goji berry apresentou maiores teores desses compostos. Dessa forma, pode-se afirmar que a farinha de goji berry apresenta maior teor desses compostos que as demais farinhas utilizadas neste estudo, tendo em vista que a formulação da geleia apenas diferiu em relação ao tipo de farinha utilizada. Os resultados encontrados corroboram com Donno et al. (2015), que afirmam que a Goji berry apresenta antioxidantes, podendo ter seu consumo associado a benefícios à saúde.

Diversos trabalhos avaliando as características físico-químicas de geléias desenvolvidas com outras frutas são encontrados na literatura. Pelegri et al. (2012) avaliaram os teores de antocianinas para geléia de mirtilo, constatando teor de 89,86mg/100g de geleia, bastante superior ao obtido nesta pesquisa, tendo em vista que o mirtilo apresenta elevado teor dessa substância (MATOS et al., 2014). Barcia et al. (2010), avaliando geléia de jambolão, obtiveram teor de pH correspondendo a 3,71, e Granada et al. (2005) desenvolveram e caracterizaram geléias *light* de abacaxi, obtendo valores de pH e acidez titulável de 3,53 e 0,85, respectivamente, valores próximos aos obtidos nesta pesquisa. Deve-se levar em consideração que a maioria das frutas tropicais apresenta baixo pH (SIQUEIRA; BORGES, 1997), o que corrobora os resultados apresentados neste estudo.

TABELA 3 – COMPOSIÇÃO CENTESIMAL E VALOR ENERGÉTICO TOTAL DE GELEIAS DE MORANGO ADICIONADAS DE INGREDIENTES FUNCIONAIS.

Análises	Formulações				
	GC	GGB	GL	GB	GA
Umidade (%)	33,71 ^b ±0,81	33,10 ^b ±0,36	32,05 ^{a,b} ±0,58	30,83 ^a ±0,25	31,12 ^a ±0,36
Cinzas (%)	0,22 ^a ±0,03	0,27 ^{a,b} ±0,05	0,47 ^c ±0,04	0,31 ^b ±0,02	0,43 ^c ±0,03
Proteína (%)	0,24 ^a ±0,04	0,96 ^b ±0,23	2,02 ^d ±0,10	1,30 ^c ±0,01	1,34 ^c ±0,09
Lipídeos (%)	nq*	nq*	nq*	nq*	nq*
Glicídios (%)	65,84 ^{a,b} ±0,87	65,66 ^{a,b} ±1,18	65,46 ^a ±0,53	67,56 ^b ±0,24	67,12 ^{a,b} ±0,32
VET (kcal)	264,31 ^a ±3,35	266,51 ^{a,b} ±4,48	267,21 ^{a,b} ±2,50	276,29 ^{b,c} ±1,00	273,82 ^b ±1,31

*não quantificável. ^{a,b} Médias com letras iguais, em mesma linha, não diferem entre si ao nível de 5% de significância para o teste de Tukey. GC: geleia controle. GGB: geleia com farinha de goji berry. GL: geleia com farinha de linhaça. GB: geleia com farinha de berinjela. GA: geleia com farinha de amaranto.

Os resultados obtidos quanto à composição centesimal estão expressos nas Tabela 3. Referindo-se à umidade, todas as amostras apresentaram teores entre 30,83 e 33,71 %, quanto às cinzas, os valores variaram de 0,22 a 0,47 %, quanto ao teor de proteínas, de 0,24 a 2,02 %, quanto ao teor de glicídios, de 65,46 a 67,56 %. O valor energético total das geleias variou de 264,31 a 276,29 kcal. Dessa forma, a geleia com farinha de linhaça se destacou com o maior conteúdo de cinzas (0,47 %) e proteínas (2,02 %), quando comparadas à amostra controle e às demais formulações.

O teor de cinzas entre as amostras contendo farinha de amaranto e farinha de linhaça não diferiu estatisticamente. O conteúdo de cinzas representa a quantidade de minerais contida no produto (COSTA; PINTO; SOARES, 2018). Mendonca (2005) afirmou que o amaranto representa expressiva fonte de minerais, apresentando em sua constituição teores consideráveis de selênio, cobalto, alumínio, manganês, zinco, ferro, sódio, cálcio e magnésio. Em relação à linhaça, ela possui em sua constituição cerca de 3,77 g/100g de cinzas (Novello; Pollonio, 2012), o que pode ter influenciado no resultado obtido nesta pesquisa.

O teor de proteínas constatado para a geleia elaborada com farinha da linhaça diferiu estatisticamente, ao nível de 5 % de significância, de todas as outras amostras analisadas. Dessa forma, pode-se afirmar que a farinha apresenta maior teor desses compostos que as demais utilizadas neste estudo, tendo em vista que a formulação da geleia apenas diferiu em relação ao tipo de farinha utilizada, não diferindo em quantidade adicionada.

Dessimoni-Pinto et al. (2011) desenvolveram uma geleia com inserção da casca da jabuticaba, essa geleia apresentou maiores teores de nutrientes que a polpa, destacando-se como fonte de fibras, carboidratos e pigmentos naturais. Com o mesmo propósito, Damiani et al. (2009) desenvolveram geleia de manga com adição de parte da casca e observaram teores significativamente maiores de proteínas, fibras insolúveis e sacarose e menores valores calóricos, acidez titulável, carboidratos totais e açúcares totais em relação ao controle.

Maciel, Pontes e Rodrigues (2008) realizaram um trabalho com a farinha de linhaça e a mesma também se destacou pelo teor de proteínas superior à farinha de trigo utilizada comumente. Esse teor de proteínas encontrado na farinha de linhaça já é esperado, pois diversos trabalhos já foram realizados com esse ingrediente e encontrando valores similares (BARROSO et al., 2014).

Os resultados obtidos na análise reológica estão expressos na Figura 1 e nas Tabelas 5 e 6. Não foram obtidos ajustes significativos dos dados para os modelos de Ostwald-de-Waelle e Herchel Bulkley.

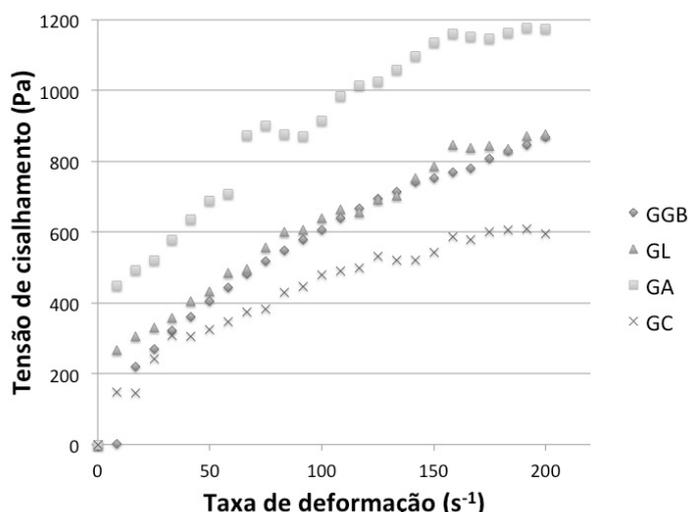


Figura 1. Comportamento reológico das formulações de geleia de morango. GC: geleia controle. GGB: geleia com farinha de goji berry. GL: geleia com farinha de linhaça. GB: geleia com farinha de berinjela. GA: geleia com farinha de amaranto.

Com o aumento da taxa de deformação, verificou-se aumento da tensão de cisalhamento, onde a geleia controle apresentou menores taxas de cisalhamento quando comparadas as demais formulações analisadas.

Moura et al. (2008) avaliaram o comportamento reológico de geleias e doces em massa, constatando ajuste dos dados obtidos referentes ao modelo de Herchel-Bulkley. Falcão et al (2009) obtiveram bom ajuste dos dados para o modelo da Lei da Potência, para geleia de uva.

Os parâmetros do modelo de Casson estão apresentados na Tabela 4. Para a tensão inicial de Casson, verificou-se que a geleia contendo farinha de amaranto apresentou maior valor para esse parâmetro, seguida das geleias de morango adicionadas de farinha de goji berry e farinha de linhaça. As geleias contendo farinha de berinjela e a geleia de morango controle (sem adição de farinha) apresentaram valores semelhantes para a tensão inicial.

Os resultados referentes a tensão inicial podem ser associados com os valores obtidos para a viscosidade plástica de Casson. As amostras que apresentaram maior tensão inicial apresentaram maior viscosidade plástica de Casson, o que confirma o comportamento reológico das amostras. Para as geleias contendo farinhas de amaranto, goji berry e amaranto, verificou-se um aumento nos valores dos parâmetros reológicos, quando comparado a geleia controle. Dessa forma, pode-se concluir que a adição das farinhas de goji berry, linhaça e amaranto resulta em modificação do comportamento reológico da geleia de morango. A adição de farinha de berinjela na geleia de morango, quando comparada às outras farinhas, apresentou menor modificação nas características reológicas, tendo em vista o modelo de Casson. Dessa forma, a adição dessa farinha, do ponto de vista reológico, apresenta-se interessante, pois poderia ser realizada sem modificação das condições industriais de processo da geleia.

TABELA 4 – PARÂMETROS DOS MODELOS REOLÓGICOS DE CASSON.

Parâmetros	GC	GGB	GL	GB	GA
K_{oc} (Pa)	8,292 ± 0,49	11,637 ± 0,61	10,670 ± 0,40	8,340 ± 0,41	12,629 ± 0,61
K_c (Pa.s ⁿ)	1,053 ± 0,44	1,324 ± 0,05	1,311 ± 0,04	1,071 ± 0,04	1,459 ± 0,06
R ²	0,8524	0,8474	0,9486	0,9011	0,8719

K_{oc} = tensão inicial de Casson, K_c = viscosidade plástica de Casson, R² = coeficiente de determinação. GC: geleia controle. GGB: geleia com farinha de goji berry. GL: geleia com farinha de linhaça. GB: geleia com farinha de berinjela. GA: geleia com farinha de amaranto.

Os dados obtidos nas análises reológicas também apresentaram ajuste ao modelo de Newton (Tabela 5), apesar de terem apresentado menor coeficiente de determinação, quando comparado ao modelo de Casson.

TABELA 5 – PARÂMETROS DOS MODELOS REOLÓGICOS DE NEWTON.

Parâmetros	GC	GGB	GL	GB	GA
η (Pa.s ⁿ)	3,061 ± 0,06	5,322 ± 0,118	4,888 ± 0,11	3,134 ± 0,06	6,414 ± 0,138
R ²	0,600	0,5238	0,6504	0,637	0,5574

η = viscosidade Newtoniana, R² = coeficiente de determinação. GC: geleia controle. GGB: geleia com farinha de goji berry. GL: geleia com farinha de linhaça. GB: geleia com farinha de berinjela. GA: geleia com farinha de amaranto.

Verificou-se que a geleia adicionada de farinha de berinjela apresentou viscosidade Newtoniana semelhante a geleia controle. As demais geleias (adicionadas de farinha de goji berry, farinha de linhaça e farinha de amaranto), apresentaram maior viscosidade Newtoniana. Esses resultados corroboram com os obtidos para o modelo de Casson.

CONCLUSÕES

A formulação adicionada de farinha de goji berry apresentou maior teor de ácido ascórbico, licopeno e polifenóis extraíveis totais.

A adição de farinha de berinjela não pareceu modificar as características reológicas da geleia de morango. Para as geleias contendo farinhas de amaranto, goji berry e linhaça, verificou-se um aumento nos valores dos parâmetros reológicos, o que implica em possível associação com a maior consistência do produto, quando comparado à geleia controle. Estudos posteriores são necessários visando avaliar sensorialmente a textura desses produtos, para cada formulação desenvolvida.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Centro Universitário Estácio do Ceará e a Universidade Federal do Ceará.

ABSTRACT

BIOACTIVE COMPOUNDS AND RHEOLOGICAL BEHAVIOR OF STRAWBERRY JAMS ADDED OF FUNCTIONAL INGREDIENTS

Different formulations of strawberry jam were added with flours with functional claims, using 5% of flax seed flour, amaranth, goji berry or eggplant, aiming evaluate their bioactive compounds and rheological behavior. The formulations were subjected to pH, soluble substances, total titratable acidity, anthocyanins and yellow flavonoids content, equivalent levels of β -carotene and lycopene, total extractable polyphenols content and total antioxidant activity analysis. It was also evaluated the levels of lipids, proteins, carbohydrates, ash and moisture. The formulations were also submitted to the study of rheological behavior, following the models of the Power Law, by Ostwald-de-Waelle, Herschel Bulkley, Casson and Newton. All the results obtained were statistically evaluated through linear regression analysis (rheological analysis) and analysis of variance and Tukey's test ($p < 0.05$), for other tests performed. The jams elaborated in this study presented similar characteristics in relation to pH, water activity, total titratable acidity and soluble solids content. Regarding bioactive compounds, the formulations added to goji berry flour have higher levels of lycopene and total extractable polyphenols. For a proximate composition, there are no major differences in the total energy value. The addition of eggplant flour does not result in differences in the rheological characteristics of strawberry jam. For the jellies included as other flours, there was an increase in the values of the rheological tests, when comparing the control jelly, resulting in differences in the consistency of the product. A preparation of strawberry jam contains goji berry flour, presented as a viable alternative for the production of a new product with functional characteristics, in view of the beneficial properties of the flour, combined with the bioactive compounds present in the strawberry.

KEYWORDS: FUNCTIONAL FLOUR, PROXIMATE COMPOSITION, RHEOLOGY.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 AMAYA-FARFAN, J.; MARCILIO, R.; SPEHAR, C.R. Deveria o Brasil investir em novos grãos para sua alimentação? A proposta do amaranto (*Amaranthus* sp.). **Segurança alimentar e nutricional**, v.12, n.1, p.47,56, 2005.
- 2 AOAC INTERNATIONAL. *Official methods of analysis*. 16ª ed., 3ª rev. Gaithersburg: Published by AOAC International, 1997. v.2, cap. 32, p.1-43.
- 3 BARCIA, M.T.; MEDINA, A.L.; ZAMBAZI, R.C. Características físico-químicas e sensoriais de geléias de jambolão. **B.CEPPA**, v. 28, n. 1, p. 25-36, 2010.
- 4 BARROSO, Ana Karina Mauro et al . Linhaça marrom e dourada: propriedades químicas e funcionais das sementes e dos óleos prensados a frio. **Cienc. Rural**, Santa Maria , v. 44, n. 1, p. 181-187, Jan. 2014.
- 5 BRASIL. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: Métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 4ª ed. Instituto Adolfo Lutz, São Paulo, Brasil, 1018p., 2008.
- 6 BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução n. 19, de 30 de abril de 1999. Aprova o Regulamento Técnico de Procedimentos para Registro de Alimento com Alegação de Propriedades Funcionais e ou de Saúde em sua Rotulagem. Brasília, 1999.
- 7 BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução n. 359, de 23 de dezembro de 2003. Regulamento Técnico de Porções de Alimentos Embalados para Fins de Rotulagem Nutricional. Brasília, 2003.
- 8 BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos. Resolução nº 12, de 1978. Normas Técnicas Especiais. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 24 de Julho de 1978
- 9 BRASIL. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Alimentos com Alegações de Propriedades Funcionais e ou de Saúde, Novos Alimentos/Ingredientes, Substâncias Bioativas e Probióticos. Resoluções n. 18/1999 e n. 19/1999. Disponível em:http://www.anvisa.gov.br/alimentos/comissoes/tecnologia_lista_alega.htm. Acesso em 10 de fevereiro de 2020.
- 10 CAVAZIM, PAULA FONTANA; FREITAS, GEYSE. As propriedades antioxidativas do goji berry no auxílio à melhora do centro de acuidade visual, com abordagem em tratamentos da retinopatia diabética. **Revista UNINGÁ Review**, 20(2), 2014.
- 11 COSTA, Ana Paula; PINTO, Ellen; SOARES, Dayana. Obtenção de farinha do mesocarpo de pequi. **Agrarian**, Dourados, v. 10, n. 38, p. 349-354, fev. 2018. ISSN 1984-2538. Disponível em: <<http://ojs.ufgd.edu.br/ojs/index.php/agrarian/article/view/7051/4158>>. Acesso em: 07 Mar. 2018.
- 12 CUPERSMID, Lilian; FRAGA, A.P.R.; ABREU, E.S.; PEREIRA, I.R.O. Linhaça: Composição química e efeitos biológicos. **e-Scientia**, v. 5, n. 2, p. 33-40, 2012.
- 13 DA FRUTICULTURA, Anuário Brasileiro. Santa Cruz do Sul. Editora Gazeta, 2017.
- 14 DAMIANI, Clarissa et al . Avaliação química de geléias de manga formuladas com diferentes níveis de cascas em substituição à polpa. **Cienc. agrotec.**, Lavras, v. 33, n. 1, p. 177-184, Fev. 2009.
- 15 DESSIMONI-PINTO, Nísia Andrade Villela et al. Jaboticaba peel for jelly preparation: an alternative technology. **Cienc. Technol. Aliment.**, Campinas, v. 31, n. 4, p. 864-869, Dec. 2011 .
- 16 DONNO, D.; BECCARO, G.L.; MELLANO, M.G.; CERUTTI, A.K.; BOUNOUS, G. Goji berry fruit (*Lycium* spp.): antioxidant compound fingerprint and bioactivity evaluation. *Journal of Functional Foods*, 2015.
- 17 FALCAO, A.P.; CHAVES, E.S.; FALCAO, L.D.; GAUCHE, C.; BARRETO, P.L.M.; LUIS, M.T.B. Rheological behavior and color stability of anthocyanins from Merlot (*Vitis vinifera* L.) and Bordô (*Vitis labrusca* L.) grapes in a jam model system. **Cienc. Technol. Aliment.**, v. 29, n. 4, p. 857-862, 2009.
- 18 FERNANDES, T.N.; RESENDE, J.V.; CRUVINEL, S.R.S.;RENO, M.J. Relação entre o comportamento reológico e a dinâmica do congelamento e descongelamento de polpa de morango adicionada de sacarose e pectina. **Cienc. Technol. Aliment.**, Campinas, v. 30, n. 1, p. 188-204, 2010.
- 19 FRANCIS, F.J. Analysis of anthocyanins. In: MARKAKIS, P. **Anthocyanins as food colors**. London: Academic Press, 1982. p.181-206.
- 20 FRANCO. G. **Tabela de composição de alimentos**. 8.ed. Rio de Janeiro: Atheneu, 1987. 230p.
- 21 GRANADA, G.G.; ZAMBAZI, R.C.; MENDONÇA, C.R.B.; SILVA, E. Caracterização física, química, microbiológica e sensorial de geléias de abacaxi light. **Cienc. Technol. Aliment.**, v.25, n.4, p. 629-635, 2005.
- 22 GUIMARÃES, P. R. et al. Eggplant (*Solanum melongena*) infusion has a modest and transitory effect on hypercholesterolemic subjects. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v. 33, n. 9, p. 1027-1036, 2000.
- 23 HUSSAIN, S.; ANJUM, F.M.; BUTT, M.S.; KHAN, M.I.; ASGHAR, A. Physical and sensory attributes of flaxseed flour supplemented cookies. **Turkish Journal of Biology**, v.30, n.2, p.87-92, 2006.

- 24 IBRAF, ANUARIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA (2018). Disponível em: <http://www.editoragazeta.com.br/flip/anuario-fruticultura-2018/files/assets/basic-html/page17.html>. Acesso em 17 de janeiro de 2020.
- 25 JORGE, P.A.R.; NEYRA, L.C.; OSAKI, R.M.; ALMEIDA, E.; BRAGAGNOLO, M. Efeito da berinjela sobre os lípidos plasmáticos, a peroxidação lipídica e a reversão da disfunção endotelial na hipercolesterolemia experimental. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, v.70 n.2, 1998.
- 26 LARRAURI, J. A.; RUPÉREZ, P.; SAURA-CALIXTO, F. Effect of drying temperature on the stability of polyphenols and antioxidant activity of red grape pomace peels. *J. Agric. Food Chem.*, v. 45, p. 1390-1393, 1997.
- 27 LAGO, E.S.; GOMES, E.; SILVA, R. Produção de geléia de jabolão (*Syzygium cumini* Lamarck): processamento, parâmetros físico-químicos e avaliação sensorial. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, Campinas, 26(4): 847-852, out./dez. 2006.
- 28 MACIEL, L. M. B.; PONTES, D. F.; RODRIGUES, M. C. P. Efeito da adição de farinha de linhaça no processamento de biscoito tipo cracker. *Alim. Nutr.*, Araraquara v.19, n.4, p. 385-392, out./dez. 2008.
- 29 MATOS, S., GUINÉ, R., GONÇALVES, F., & TEIXEIRA, D. (2014). Avaliação dos compostos fenólicos e atividade antioxidante em mirtilos de diferentes proveniências geográficas. **12º Encontro de Química dos Alimentos**, 332-335.
- 30 MENDONÇA, X.M.F.D.; ASCHERI, J.L.R.; ASCHERI, D.P.R.; MAIA, M.C.A. Extrusión de harina mixta de amaranto integral y arroz: Caracterización físico-química. *Alimentaria*. v. 367, p.74-83, 2005.
- 31 MILLER, G. L. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. *Analytical Chemistry*, Washington, v. 31, n. 3, p. 426-428, 1959.
- 32 MORAES, F.P.; COLLA, L.M. Alimentos funcionais e nutracêuticos: definições, legislação e benefícios a saúde. **Revista eletrônica de farmácia**, v.3, n.2, p. 109-122, 2006.
- 33 MOURA, S.C.S.R.; VISSOTTO, S.V.; ALMEIDA, M.E.M.; FEFIM, D.A. Comportamento reológico de soluções modelo de geléias e doce em massa light. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, v.2, n.2, 2008.
- 34 NAGATA, M.; YAMASHITA, I. Simple method for simultaneous determination of chlorophyll and carotenoids in tomato fruit. **Journal of Japanese Society of Food Science and Technology**, v.39, p.925-928, 1992.
- 35 NEUMANN, A.I.C.P.; ABREU, E.S.; TORRES, E.A.F.S. Alimentos saudáveis, alimentos funcionais, fármacoalimentos, nutracêuticos...Você ouviu falar neles? **Higiene Alimentar**, v.14, n.71, p. 19-23, 2000.
- 36 NOVELLO, D; POLLONIO, M.A.R. Caracterização e propriedades da linhaça (*Linum usitatissimum* L.) e subprodutos. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 29, n.2, 2011.
- 37 NOVELLO, Daiana; POLLONIO, Marise Aparecida Rodrigues. Caracterização físico-química e microbiológica da linhaça dourada e marrom (*Linum Usitatissimum* L.). **Revista do Instituto Adolfo Lutz (Impresso)**, v. 71, n. 2, p. 291-300, 2012.
- 38 PEARSON, D. **Técnicas de laboratório para el análisis de alimentos**. Zaragoza, España: Acribia, 1976. 331p.
- 39 PELEGRINE, D.H.G.; ALVES, G.L.; QUERIDO, A.F.; CARVALHO, J.G. Geléia de mirtilo elaborada com frutas da variedade climax: desenvolvimento e análise dos parâmetros sensoriais. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.14, n.3, p.225-231, 2012.
- 40 ROBERFROID, M. Functional food concept and its application to prebiotics. *Digestive and Liver Disease*. v. 34, Suppl. 2, p. 105-10, 2002.
- 41 RODRIGUES, M. G. V. **Produção e mercado de frutas desidratadas**. Portal TODAFRUTA. 2004. Disponível em: <http://www.todafruta.com.br/todafruta/mostra_conteudo.asp?conteudo=6687>. Acesso em:16/07/2011.
- 42 RUFINO, M. S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S.; JIMÉNEZ, J. P.; CALIXTO, F. S. Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. **Food Chemistry**, London, v. 121, n. 4, p. 996 - 1002, 2010.
- 43 SLAM, T., YU, X., BADWAL, T.S. et al. Comparative studies on phenolic profiles, antioxidant capacities and carotenoid contents of red goji berry (*Lycium barbarum*) and black goji berry (*Lycium ruthenicum*). *Chemistry Central Journal*, v. 11, n. 59, 2017.
- 44 SIQUEIRA, R. S.; BORGES, M. F. **Microbiologia de frutas e produtos derivados**. In: TORREZAN, R. (Coord.). Curso de processamento de frutas. Rio de Janeiro: EMBRAPA/CTAA, 1997. p. 2-13.
- 45 SOUSA, F. D. C. A., ALMEIDA, L. B. DA C., SILVA, R. C. C. Alimentos funcionais no manejo do Diabetes Mellitus tipo 2: uma abordagem bibliográfica. **Revista Ciência & Saberes-Facema**, v. 3, n. 4, p. 727-731, 2018.
- 46 THOMPSON, L.U., ROBB, P., SERRAINO, M., AND CHEUNG, F. Mammalian lignan production from various foods. **Nutrition and Cancer**, v. 16, p. 43-52, 1991.
- 47 WU, SUE-JING.; N, LEAN-TEIK.; LIN, CHUN-CHING. Antioxidant activities of some common ingredients of traditional chinese medicine, *Angelica sinensis*, *Lycium barbarum* and *Poria cocos*. **Phytotherapy Research**, v. 18, n.12, p. 1008–1012, 2004.