



PROPRIEDADES REOLÓGICAS DE PURÊ DE MIRTILO FORMULADO COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE GOMA XANTANA E FRUTOSE

Carolina Pereira Kechinski¹, Ligia Damasceno Ferreira Marczak¹, Isabel Cristina Tessaro¹ e Nilo Sérgio Medeiros Cardozo²

¹ Laboratório de Tecnologia e Processamento de Alimentos (LATEPA)

² Laboratório de Tecnologia de Polímeros (LATEP)

Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

R. Eng. Luis Englert, s/n. Campus Central. CEP: 90040-040 - Porto Alegre - RS - BRASIL,

E-MAIL: {carolpk, ligia, isabel, nilo}@enq.ufrgs.br

Resumo: No presente trabalho a influência da temperatura, goma xantana e adição de frutose sobre o comportamento reológico em estado estacionário de purê de mirtilo foi avaliada. A polpa de mirtilo foi formulada com a adição de goma xantana (1,6-2,0 - 2,5 - 3,0 e 3,3%) e frutose (6,6-10,0 - 15,0-20,0 e 23,4%). Após, as propriedades reológicas (viscosidade e tensão de cisalhamento) foram avaliadas em reômetro rotacional com geometria de cilindros concêntricos nas temperaturas de 27, 40, 60, 80 e 93 °C. A análise da influência da formulação na viscosidade do purê foi realizada em duas etapas: i) estimação dos parâmetros do modelo de Casson e ii) análise da influência da formulação e da temperatura sobre os parâmetros reológicos do modelo. O teor de goma xantana apareceu como uma variável determinante do comportamento reológico do purê. A correlação entre as variáveis estudadas foi representada através de modelos estatísticos que podem ser utilizados para o desenvolvimento de formulações com viscosidade especificada na faixa de concentrações dos aditivos estudados.

Palavras-chave: purê de mirtilo, equações constitutivas e propriedades reológicas.

1. Introdução

Em países em desenvolvimento e desenvolvidos o consumo de alimentos processados para bebês, tais como as “papinhas” têm aumentado nos últimos anos. Estes produtos são normalmente formulados a base de frutas e legumes que são ricos em nutrientes e fontes naturais de compostos antioxidantes. Dietas ricas em alimentos contendo esses compostos estão correlacionadas com a redução no risco de certas doenças crônico-degenerativas como câncer e doenças coronárias (SCHIEBER *et al.*, 2001) e, no caso de bebês pode prevenir o estresse oxidativo (GOMES *et al.*, 2005). Especialmente para os bebês, a prevenção do estresse oxidativo está entre os benefícios de dietas ricas em antioxidantes (BUONOCORE *et al.*, 2002).

As antocianinas estão relacionadas com o potencial antioxidante e o mirtilo pode ser considerado uma das principais fontes naturais desses compostos, superando outras frutas vermelhas, tais como: o morango, a framboesa e a amora (RASEIRA e ANTUNES, 2004). Em vista disto, a elaboração de purês com apelo funcional aparece como uma alternativa interessante quando se considera o desenvolvimento do mercado de produtos à base de mirtilo. Estudos recentes reportam que as

antocianinas são capazes de reverter declínios na tradução de sinal neuronais bem como déficits no sistema motor e cognitivo, além de que dietas, suplementadas com esse fruto, são capazes de aumentar a plasticidade hipocampal, podendo prevenir problemas relacionados a doenças neurodegenerativas que incluem o Mal de Alzheimer, Mal de Parkinson e esclerose lateral (RAMIREZ *et al.*, 2005).

Os possíveis benefícios à saúde dos produtos derivados de mirtilo são dependentes do tipo de produto, formulação e as condições de processamento, uma vez que vários estudos apresentam a sensibilidade das antocianinas a altas temperaturas ao longo do processo de obtenção da polpa e suco (SARNI *et al.*, 1995; GRADINARU *et al.*, 2003; CEMEROGLU *et al.*, 2006; WANG e XU, 2007; CISSE *et al.*, 2009; KECHINSKI *et al.*, 2010). Estes parâmetros e, conseqüentemente, a otimização de qualquer operação de transformação de produtos alimentares estão intimamente relacionados com as características reológicas das formulações utilizadas.

As medidas de parâmetros reológicos são consideradas uma excelente ferramenta analítica para explicar organização estrutural complexa do alimento. Sua composição, junto com a estrutura química, determina a sua reologia. Importantes nos fenômenos relacionados à transferência de massa que tem lugar nos processos

industriais, as características reológicas são também imprescindíveis na otimização, no desenvolvimento de produtos, na avaliação sensorial, no controle de qualidade e nos cálculos de processos como dimensionamento de trocadores de calor, sistemas de bombeamento, filtração, concentração e pasteurização (VIDAL *et al.*, 2004; AHMED e RAMASWANY, 2007).

Devido à importância da caracterização reológica e modelagem de formulações de alimentos, o número de estudos científicos publicados sobre este assunto tem aumentado significativamente nos últimos anos. Concentrando-se exclusivamente na reologia de polpas de frutas e purês, a grande maioria dos estudos relata um comportamento pseudoplástico, frequentemente combinado com a ocorrência de tensão de cisalhamento e/ou efeitos dependentes do tempo. Estes produtos apresentam-se como não newtoniano em virtude da sua complexa estrutura, relacionadas com as alterações estruturais induzidas por cisalhamento (DURAN e COSTELL, 2007).

Os purês derivados de frutas são sistemas bifásicos, compostos por partículas sólidas dispersas em um meio aquoso. Alguns podem apresentar escoamentos newtonianos, embora a maioria flua com características pseudoplásticas, mostrando, por vezes, uma resistência inicial ao fluir e/ou uma dependência do tempo. A variabilidade do comportamento reológico está relacionada com a alteração estrutural provocada pelo cisalhamento (DURAN e COSTELL, 2007). Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a influência da temperatura, adição de gomas e açúcar no comportamento reológico em estado estacionário de purê de mirtilo dando atenção especial a dependência das propriedades com o tempo visando caracterizar o produto desenvolvido e sua estabilidade.

2. Materiais e Métodos

2.1. Materiais

O mirtilo (*Vaccinium ashei*), adquirido em um mercado local, passou por um processo de classificação e seleção com a finalidade de eliminar os frutos deteriorados e padronizar o tamanho. A polpa a ser utilizada para as diferentes formulações de purê foi obtida a partir de uma única batelada de processamento. O despulpamento foi realizado em despulpadeira de facas com tela de 1,6 mm de abertura. As polpas (pH=4,5 e 9,5 °Brix) foram então embaladas em porções de aproximadamente 60 g, em frascos plásticos estéreis e descartáveis, congeladas e estocadas a -18 °C por um período de 2 semanas até o momento dos ensaios. A polpa utilizada para todas as formulações foi obtida de uma mesma batelada.

As diferentes formulações de purê foram homogeneizadas manualmente a temperatura ambiente de acordo com a formulação definida pelo desenho experimental da Seção 2.3.

2.2. Testes Reológicos

O comportamento reológico das amostras foi medido em reômetro rotacional (Ares, TA Instruments, New

Castle, E.U.A.) utilizando uma geometria de cilindros concêntricos com as seguintes dimensões: diâmetro do cilindro interno de 27 mm; diâmetro do cilindro externo de 25 mm e comprimento de 32 mm. A quantidade de purê usada em cada ensaio foi de aproximadamente 8 g. As etapas seguidas em cada teste foram: *i*) carregamento da amostra no suporte de medição; *ii*) homogeneização da temperatura da amostra durante 5 min; *iii*) leitura da curvas de fluxo ascendente de taxa de cisalhamento (2-300 s⁻¹) e *iv*) leitura da curvas de fluxo descendente de taxa de cisalhamento rampa (300-2 s⁻¹). Em ambas as curvas de fluxo (ascendente e descendente), 10 valores de taxa de cisalhamento foram utilizadas (2, 30, 60, 95,130, 165, 200, 235, 270 e 300 s⁻¹), com uma duração de 3 min para cada ciclo. O erro experimental observado nas medidas ficou em torno de 7%. A tixotropia das amostras foi quantificada como a diferença entre as áreas das curvas de fluxo ascendente e descendente (RAZAVI e KARAZHIYAN, 2009).

2.3. Desenho experimental

Um planejamento fatorial 2³ composto central rotacional (CCR), com seis pontos axiais ($\alpha = 1,67$) e cinco repetições no ponto central (total de 19 experimentos) foi empregado para estudar o efeito das variáveis independentes sobre o comportamento de fluxo das formulações de purê de mirtilo. As variáveis independentes foram: a goma xantana (Goma xantana, Hexus Food ®, São Leopoldo, Brasil) conteúdo (X_1), frutose (frutose, Doce Menor ®, São Paulo, Brasil) conteúdo (X_2) e temperatura do ensaio reológico (X_3). O projeto da matriz com os valores codificados (x_i) e não codificados (X_i) junto com os valores das variáveis independentes é apresentado na Tabela 1. Os experimentos foram realizados em modo aleatório para minimizar os efeitos dos erros sistemáticos.

2.4. Modelo Reológico e Análise Estatística

O modelo reológico utilizado para o ajuste dos dados experimentais foi o de Casson (Equação 1) por ser largamente utilizado em alimentos (DAK *et al.*, 2006; NINDO *et al.*, 2007; VANDRESEN *et al.*, 2009).

$$\tau^{0,5} = k_{0C} + K_C(\dot{\gamma})^{0,5} \quad (1)$$

onde: τ é a tensão de cisalhamento (Pa); k_{0C} é a raiz quadrada da tensão de escoamento de Casson (Pa^{0,5}); K_C é a raiz quadrada da viscosidade plástica de Casson (Pa^{0,5}.s^{0,5}) e $\dot{\gamma}$ é a taxa de deformação (s⁻¹).

A estimação de parâmetros foi realizada pelo método dos mínimos quadrados, utilizando o software Origin ® 7 (OriginLab Corporation, Northampton, E.U.A.). O erro percentual médio entre os valores experimentais e preditos foram calculados de acordo com a Equação 2:

$$E (\%) = \frac{100}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{y_{exp} - y_{calc}}{y_{exp}} \right| \quad (2)$$

onde n é o número de dados experimentais e y_{exp} e y_{calc} são, respectivamente, os valores experimentais e preditos.

Os resultados dos experimentos realizados foram avaliados utilizando a metodologia de análise da variância (ANOVA) para definir a significância de efeitos e gerar as

superfícies de resposta. A análise estatística foi realizada utilizando o programa Statistica para Windows, versão 7.0 da Statsoft® e, com base no erro experimental observado nas medidas reológicas, utilizou-se um grau de confiança de 93% para a análise da variância.

Tabela 1. Planejamento composto central, valores originais e codificados das variáveis de estudo (tempo e temperatura) empregado para polpa de mirtilo.

Trat*	Goma Xantana	Frutose (%)	Temperatura (°C)
	(%)		
	$X_1(x_1)$	$X_2(x_2)$	$X_3(x_3)$
T1	2 (-1)	10 (-1)	40 (-1)
T2	2 (-1)	20 (+1)	80 (+1)
T3	3 (+1)	10 (-1)	80 (+1)
T4	3 (+1)	20 (+1)	40 (-1)
T5	2 (-1)	10 (-1)	80 (+1)
T6	2 (-1)	20 (+1)	40 (-1)
T7	3 (+1)	10 (-1)	40 (-1)
T8	3 (+1)	20 (+1)	80 (+1)
T9	1,6 (-1,67)	15 (0)	60 (0)
T10	3,3 (+1,67)	15 (0)	60 (0)
T11	2,5 (0)	6,6 (-1,67)	60 (0)
T12	2,5 (0)	23,4 (+1,67)	60 (0)
T13	2,5 (0)	15 (0)	27 (-1,67)
T14	2,5 (0)	15 (0)	93 (+1,67)
T15	2,5 (0)	15 (0)	60 (0)
T16	2,5 (0)	15 (0)	60 (0)
T17	2,5 (0)	15 (0)	60 (0)
T18	2,5 (0)	15 (0)	60 (0)
T19	2,5 (0)	15 (0)	60 (0)

x representa os níveis codificados das variáveis.

X representa o valor original das variáveis.

Os números dentro dos parênteses representam os valores codificados das variáveis.

* executados aleatoriamente.

3. Resultados e Discussões

3.1. Descrição geral do comportamento reológico apresentado pelas formulações de purê de mirtilo

Em termos gerais todas as formulações de purê analisadas apresentaram características reológicas semelhantes. Portanto, para simplificar a discussão dos resultados, as características gerais do comportamento reológico do purê de mirtilo são discutidas tomando o exemplo do ponto central do planejamento fatorial (Tratamento 19).

Na Figura 1 são apresentadas as curvas de fluxo ascendentes e descendentes referentes ao Tratamento 19. A dependência da viscosidade com o tempo é evidenciada pelo fato de que estas curvas não são coincidentes, indicando que o purê de mirtilo formulado com goma xantana e frutose apresenta dependência com o tempo. Resultados semelhantes foram relatados para *Lepidium sativum* (KARAZHIYAN *et al.*, 2009), suco de uva concentrado (ARSLAN *et al.*, 2005) e as polpas de abacaxi

e manga (KAYA e BELIBAGLI, 2002; PELEGRINE *et al.*, 2002). Esse comportamento pode ser atribuído às mudanças estruturais na amostra devido às forças hidrodinâmicas geradas e ao consequente alinhamento das moléculas na direção do fluxo (ALPARSALAN e HAYTA, 2002).

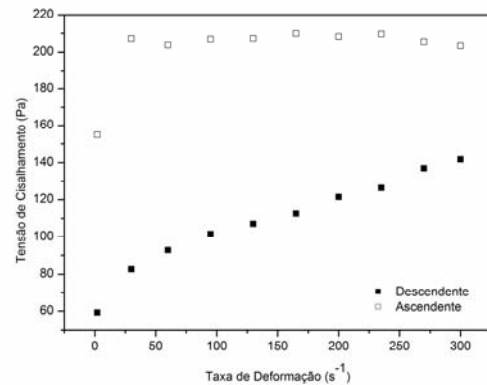


Figura 1. Curvas de fluxo ascendente e descendente para purê de mirtilo (Formulação 19).

Visando minimizar o efeito do tempo, na análise dos efeitos da taxa de deformação e da temperatura sobre a viscosidade do purê de mirtilo, utilizou-se somente os dados etapa de taxa de deformação decrescente, como sugerido por Sato e Cunha (2009).

As referidas curvas nas temperaturas de 27, 40, 50, 60, 70, 80 e 93 °C para uma formulação com 2,5% de goma xantana e 15% de frutose (ou seja, uma formulação equivalente à utilizada no Tratamento 19) são mostradas na Figura 2. Nesta figura pode-se observar que o purê de mirtilo formulado com goma xantana apresenta comportamento pseudoplástico em todas as condições analisadas. O mesmo comportamento foi relatado para as formulações de purê de mirtilo contendo apenas glucose e polpa de mirtilo (NINDO *et al.*, 2007). Quanto ao efeito da temperatura (Figura 2) o comportamento típico descrito na literatura para diferentes tipos de purê foi observado: diminuição da viscosidade com o aumento da temperatura.

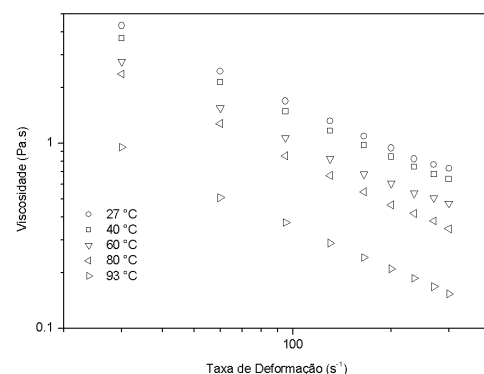


Figura 2. Curvas de fluxo descendente (em escala logarítmica) para purê de mirtilo formulado com 2,5 % de Goma Xantana e 15 % de frutose avaliados nas temperaturas de 27, 40, 60 e 93 °C.

3.2. Efeito da composição sobre o comportamento pseudoplástico de purês de mirtilo

As curvas de fluxo obtidas nos experimentos realizados de acordo com a Tabela 1 são mostradas na Figura 3. Também neste caso são apresentados somente os dados correspondentes à etapa de taxa de deformação decrescente. Devido ao comportamento pseudoplástico das amostras, além das variáveis estipuladas no planejamento experimental (% de goma, % de frutose e temperatura), a taxa de deformação aparece como uma variável adicional na etapa de análise dos resultados. Assim, a fim de sistematizar a análise estatística dos resultados do planejamento, adotou-se uma estratégia baseada em duas etapas: *i*) estimação dos parâmetros do modelo de Casson e *ii*) estudo do efeito das variáveis de interesse sobre esses parâmetros utilizando a análise da variância (ANOVA) e a metodologia de superfície de resposta (MSR).

3.2.1 Estudo da adequação de modelos constitutivos para o purê de mirtilo

No estudo da adequação de modelos constitutivos, foi testado o modelo de Casson e os resultados da estimação de parâmetros são apresentados na Tabela 2. Nesta Tabela observa-se que o modelo de Casson apresenta boa qualidade de ajuste, caracterizada por baixo valor de erro médio e elevado de coeficiente de correlação (R^2).

3.2.2 Efeito das variáveis de interesse sobre o limite de escoamento de Casson (k_{0C})

A Tabela 3 mostra a Análise de Variância (ANOVA) para o limite de escoamento de Casson (k_{0C}). Nela podemos observar que o teor de Goma Xantana e a temperatura exercem uma influência significativa ($p < 0,07$) sobre este parâmetro, enquanto que o teor de frutose não apresentou influência significativa ($p > 0,07$) sobre o limite de escoamento na faixa de teores estudada.

Fazendo-se a estimação de parâmetros a partir dos resultados da ANOVA, obteve-se para o limite de escoamento de Casson o seguinte modelo estatístico:

$$k_{0C} = 7,53(\pm 0,09) + 0,17(\pm 0,07) \times x_1 - 0,25(\pm 0,06) \times x_1^2 + - 0,75(\pm 0,07) \times x_3 - 0,29(\pm 0,07) \times x_3^2 + + 0,22(\pm 0,09) \times x_1 \times x_3 \quad (3)$$

onde a notação $\alpha_i (\pm \sigma(\alpha_i))$ foi utilizada para facilitar apresentação da informação relativa ao desvio padrão de cada parâmetro estimado. Nesta notação α_i representa cada um dos parâmetros estimados e $\sigma(\alpha_i)$ indica o desvio padrão do respectivo parâmetro. O valor de R^2 obtido com este modelo foi de 0,8230. As superfícies de contorno obtidas para k_{0C} com a Equação 3 são apresentadas na Figura 4, onde observa-se que o valor máximo de k_{0C} para as formulações estudadas do purê de mirtilo é obtido a baixas temperaturas e teores de goma em torno de 2,5%.

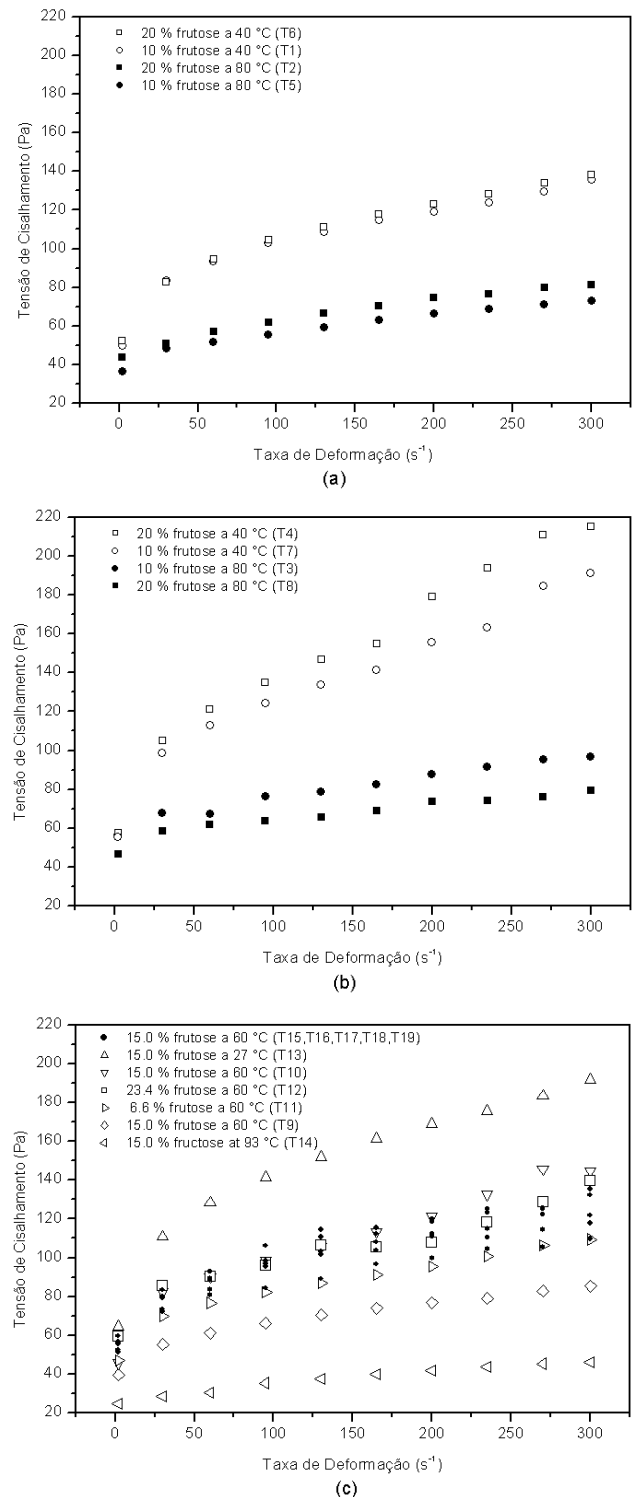


Figura 3. Comportamento reológico de purê de mirtilo para diferentes percentuais de Goma Xantana: (a) 2%; (b) 3% e (c) 2,5%.

Tabela 2. Resultados da estimação para os parâmetros do modelo de Casson.

Trat	k_{0C}	K_C	Error	R ²
T1	7,510 ± 0,256	0,243 ± 0,020	4,00	0,978
T2	6,355 ± 0,037	0,157 ± 0,003	0,50	0,999
T3	7,255 ± 0,089	0,148 ± 0,007	1,26	0,992
T4	7,516 ± 0,261	0,415 ± 0,020	4,52	0,993
T5	5,989 ± 0,069	0,150 ± 0,005	0,77	0,995
T6	7,553 ± 0,216	0,250 ± 0,017	3,43	0,985
T7	7,542 ± 0,267	0,357 ± 0,020	5,05	0,989
T8	6,826 ± 0,082	0,119 ± 0,006	1,16	0,989
T9	6,402 ± 0,115	0,167 ± 0,009	1,56	0,990
T10	6,955 ± 0,246	0,299 ± 0,019	3,88	0,987
T11	7,012 ± 0,146	0,201 ± 0,011	1,94	0,989
T12	7,653 ± 0,251	0,221 ± 0,019	4,23	0,973
T13	8,562 ± 0,299	0,313 ± 0,023	5,49	0,982
T14	4,718 ± 0,054	0,122 ± 0,004	0,05	0,996
T15	7,311 ± 0,149	0,188 ± 0,012	2,17	0,987
T16	7,781 ± 0,207	0,190 ± 0,016	3,52	0,975
T17	7,879 ± 0,192	0,217 ± 0,015	3,00	0,984
T18	7,374 ± 0,210	0,221 ± 0,016	3,06	0,981
T19	7,579 ± 0,210	0,233 ± 0,016	2,83	0,983

Tabela 3. Análise de Variância para o limite de escoamento de Casson (k_{0C}).

Fator	Efeito	SQ	GL	MQ	F	P
Goma Xantana	Linear (x_1)	0,415	1	0,415	6,78	0,0598
Goma Xantana	Quadrático (x_1^2)	0,933	1	0,933	15,26	0,0174
Frutose	Linear (x_2)	0,078	1	0,078	1,27	0,3221
Frutose	Quadrático (x_2^2)	0,022	1	0,022	0,36	0,5807
Temperatura	Linear (x_3)	7,495	1	7,495	122,63	0,0004
Temperatura	Quadrático (x_3^2)	1,113	1	1,113	18,21	0,0130
Goma × Frutose	Interação (x_1x_2)	0,093	1	0,093	1,53	0,2842
Goma × Temperatura	Interação (x_1x_3)	0,379	1	0,379	6,21	0,0674
Frutose × Temperatura	Interação (x_2x_3)	0,001	1	0,001	0,01	0,9144
Puro erro		0,244	4	0,061		
Total SS		12,643	18			

* Efeito significativo (p<0,07); SQ = Soma dos Quadrados; GL = graus de liberdade; MQ = Mínimos quadrados; F = valor de F e p = probabilidade.

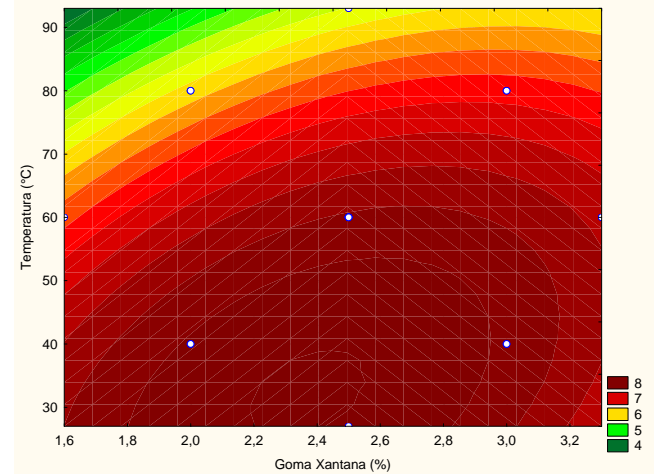


Figura 4. Superfície de Contorno para o limite de escoamento de Casson (k_{0C}).

3.2.3. Efeito das variáveis de interesse sobre a viscosidade plástica de Casson (K_C)

A Tabela 4 mostra a Análise de Variância (ANOVA) para a viscosidade plástica de Casson (K_C). Nela podemos observar que o teor de goma xantana, a temperatura e a interação entre ambos exercem uma influência significativa (p<0,07) sobre a viscosidade plástica de Casson, enquanto que o teor de frutose, dentro da faixa estudada, não apresentou influencia significativa (p>0,07) sobre este índice.

O modelo estatístico obtido usando os efeitos significativos definidos na Tabela 4 foi o seguinte:

$$K_C = 0,2220(\pm 0,0046) + 0,0332(\pm 0,0054) \times x_1 - 0,0749(\pm 0,0054) \times x_1^2 - 0,0397(\pm 0,0070) \times x_1 \times x_3 \quad (4)$$

o qual resultou em um R² de 0,9214. Na superfície de resposta obtida com esse modelo (Figura 5) o teor de goma aparece como o fator determinante para a definição de K_C e, conseqüentemente, da viscosidade em longos períodos de cisalhamento nas formulações estudadas purê de mirtilo, embora os efeitos da temperatura só se tornem importantes para altos teores de goma xantana.

Tabela 4. Análise de Variância para viscosidade plástica de Casson (K_C).

Fator	Efeito	SQ	GL	MQ	F	P
Goma Xantana	Linear (x_1)	0,0163	1	0,0163	41,07	0,0030
Goma Xantana	Quadrático (x_1^2)	0,0015	1	0,0015	3,78	0,1239
Frutose	Linear (x_2)	0,0004	1	0,0004	1,09	0,3561
Frutose	Quadrático (x_2^2)	0,0001	1	0,0001	0,13	0,7322
Temperatura	Linear (x_3)	0,0753	1	0,0753	190,28	0,0002
Temperatura	Quadrático (x_3^2)	0,0003	1	0,0003	0,66	0,4630
Goma × Frutose	Interação (x_1x_2)	0,0000	1	0,0000	0,07	0,8030
Goma × Temperatura	Interação (x_1x_3)	0,0127	1	0,0127	32,15	0,0048
Frutose × Temperatura	Interação (x_2x_3)	0,0009	1	0,0009	2,39	0,1969
Puro erro		0,0016	4	0,0004		
Total SS		0,1122	18			

* Efeito significativo (p<0,07); SQ = Soma dos Quadrados; GL = graus de liberdade; MQ = Mínimos quadrados; F = valor de F e p = probabilidade.

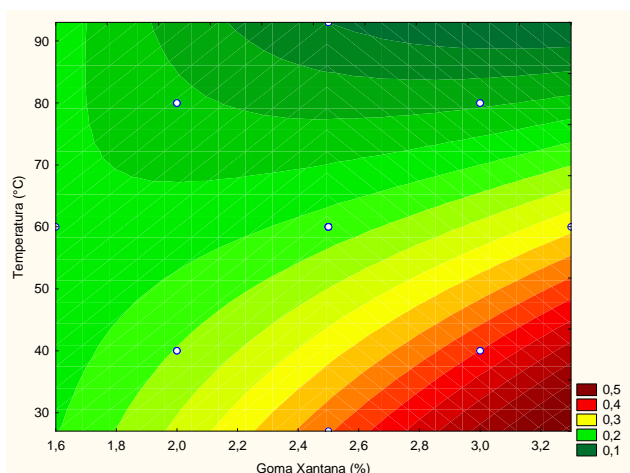


Figura 5. Superfície de Contorno para a viscosidade plástica de Casson (K_C).

4. Conclusões

O presente trabalho estudou a influência da adição de goma xantana e frutose e da temperatura no comportamento reológico de purês de mirtilo. Os resultados mostraram que esses purês apresentam dependência com o tempo e comportamento pseudoplástico. O modelo de Casson apresentou um bom ajuste aos dados experimentais e uma baixa variação de seus parâmetros. O comportamento reológico do purê mostrou uma dependência complexa sobre a concentração dos aditivos e da temperatura. O teor de goma xantana aparece como uma variável determinante no comportamento reológico do purê. Na faixa de concentração dos aditivos estudados, os modelos propostos poderiam ser utilizados para o desenvolvimento de formulações com viscosidade especificada, constituindo uma ferramenta útil para a modelagem e desenvolvimento de operações unitárias relacionadas com a produção de purê de mirtilo.

5. Referências

AHMED, J.; RAMASWANY, H. S. Dynamic rheology and thermal transitions in meat-based strained baby foods. *Journal of Food Engineering*, v. 78, p. 1274-1284, 2007.

ALPARSALAN, M.; HAYTA, M. Rheological and sensory properties of pekmez (grape molasses)/tahin (sesame paste) blends. *Journal of Food Engineering*, v. 54, n. 1, p. 89-93, 2002.

ARSLAN, E.; YENER, M. E.; ESIN, A. Rheological characterization of tahin/pekmez (sesame paste/concentrated grape juice) blends. *Journal of Food Engineering*, v. 69, p. 167-172, 2005.

BUONOCORE, G.; PERRONE, S.; LONGINI, M.; VEZZOSI, P.; MARZOCCHI, B.; PAFFETTI, P.; BRACCI, R. Oxidative Stress in Preterm Neonates at Birth and on the Seventh Day of Life. *Pediatric Research*, v. 52, n. 1, p. 46-49, 2002.

CEMEROGLU, B.; VELIOGLU, S.; ISIK, S. Degradation Kinetics of Anthocyanins in Sour Cherry Juice and Concentrate. *Journal of Food Science*, v. 59, n. 6, p. 1216 - 1218, 26 Aug 2006, 2006.

CISSE, M.; VAILLANT, F.; ACOSTA, O.; DHUIQUE-MAYER, C.; DORNIER, M. Thermal Degradation Kinetics of Anthocyanins from Blood Orange, Blackberry, and Roselle Using the Arrhenius, Eyring, and Ball Models. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 57, p. 6285-6291, 2009.

DAK, M.; VERMA, R. C.; SHARMA, G. P. Flow characteristics of juice of "Totapuri" mangoes. *Journal of Food Engineering*, v. 76, n. 4, p. 557-561, 2006.

DURAN, L.; COSTELL, E. Rheology of Apricot Puree: Characterization of Flow. *Journal of Texture Studies*, v. 13, n. 1, p. 43-58, 2007.

GOMES, M. M.; SAUNDERS, C.; ACCIOLY, E. Papel da vitamina A na prevenção do estresse oxidativo em recém-nascidos. *Revista Brasileira de Saúde Materno Infantil*, v. 5, n. 3, p. 275-282, 2005.

GRADINARU, G.; BILIADERIS, C. G.; KALLITHRAKA, S.; KEFALAS, P.; GARCIA-VIGUERA, C. Thermal stability of *Hibiscus sabdariffa* L. anthocyanins in solution and in solid state: effects of copigmentation and glass transition. *Food Chemistry*, v. 83, n. 3, p. 423-436, 2003.

KARAZHIYAN, H.; RAZAVI, S. M. A.; YAPENG, G. O. P.; SAPHWAN, F.; NISHINARI, A.-A. K.; FARHOOSH, R. Rheological properties of *Lepidium sativum* seed extract as a function of concentration, temperature and time. *Food Hydrocolloids*, v. 23, n. 8, p. 2062-2068, 2009.

KAYA, A.; BELIBAGLI, K. B. Rheology of solid Gaziantep Pekmez. *Journal of Food Engineering*, v. 54, p. 221-226, 2002.

KECHINSKI, C. P.; GUIMARÃES, P. V. R.; NOREÑA, C. P. Z.; TESSARO, I. C.; MARCZAK, L. D. F. Degradation Kinetics of Anthocyanin in Blueberry Juice during Thermal Treatment. *Journal of Food Science*, v. 75, p. C173-C176, 2010.

NINDO, C. I.; TANG, J.; POWERS, J. R.; TAKHAR, P. S. Rheological properties of blueberry puree for processing applications. *Lebensmittel Wissenschaft und Technologie*, v. 40, p. 292-299, 2007.

PELEGRINE, D. H.; SILVA, F. C.; GASPARETTO, C. A. Rheological behavior of pineapple and mango pulps. *Lebensmittel Wissenschaft und Technologie*, v. 35, n. 8, p. 645-648, 2002.

RAMIREZ, M. R.; IZQUIERDO, I.; RASEIRA, M. D. C. B.; ZUANAZZI, J. A.; BARROS, D.; HENRIQUES, A. T. Effect of lyophilised vaccinium Berries on memory, anxiety and locomotion in adult rats. *Pharmacological Research*, v. 52, p. 457-462, 2005.

RASEIRA, M. D. C. B.; ANTUNES, L. E. C. A cultura do mirtilo (*Vaccinium myrtillus*). Pelotas: Embrapa Clima Temperado. 69 p., 2004.

RAZAVI, M. A.; KARAZHIYAN, H. Flow properties and thixotropy of selected hydrocolloids: Experimental and modeling studies. *Food Hydrocolloids*, v. 23, p. 908-912, 2009.

SARNI, P.; FULCRAND, H.; SOUILLOL, V.; SOUQUET, J. M.; CHEYNIER, V. Mechanisms of anthocyanin degradation in grape must-like model solutions. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v. 69, n. 3, p. 385-391, 1995.

SATO, A. C. K.; CUNHA, R. L. Effect of particle size on rheological properties of jaboticaba pulp. *Journal of Food Engineering*, v. 91, p. 566-570, 2009.

SCHIEBER, A.; STINTZING, F. C.; CARLE, R. By-products of plant food processing as a source of functional compounds-recent developments. *Trends in Food Science & Technology*, v. 12, p. 401-413, 2001.

VANDRESEN, S.; QUADRI, M. G. N.; SOUZA, J. A. R. D.; HOTZA, D. Temperature effect on the rheological behavior of carrot juices. *Journal of Food Engineering*, v. 92, n. 3, p. 269-274, June 2009, 2009.

VIDAL, J. R. M. B.; PELEGRINE, D. H.; GASPARETTO, C. A. Efeito da temperatura no comportamento reológico da polpa de manga (mangífera indica L-Keitt). *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 24, p. 39-42, 2004.

WANG, W.-D.; XU, S.-Y. Degradation kinetics of anthocyanins in blackberry juice and concentrate. *Journal of Food Engineering*, v. 82, n. 3, p. 271-275, 2007.