

Estudo do efeito da temperatura, concentração e PH na viscosidade da Pectina ATM**Study of the effect of temperature, concentration and PH on ATM Pectin viscosity**

DOI:10.34117/bjdv6n1-347

Recebimento dos originais: 30/11/2019

Aceitação para publicação: 30/01/2020

Marco Antonio Conti Carlotti Filho

Mestre em Processos Químicos e Bioquímicos

Instituição: Faculdade de Tecnologia Termomecanica

Endereço: Estrada dos Alvarengas, 4001, São Bernardo do Campo - São Paulo

Email: pro5429@cefsa.edu.br

Bruna de Farias Cardoso

Graduanda em Engenharia de Alimentos

Instituição: Faculdade de Tecnologia Termomecanica

Endereço: Estrada dos Alvarengas, 4001, São Bernardo do Campo - São Paulo

E-mail: brunadefarias13@gmail.com

Verônica Rocha Ferreira

Engenharia de Alimentos

Faculdade de Tecnologia Termomecanica

Endereço: Estrada dos Alvarengas, 4001, São Bernardo do Campo - São Paulo

E-mail: ve_rofe@hotmail.com

RESUMO

Diversos hidrocoloides são aplicados na indústria de alimentos. Na manufatura de bebidas são utilizados principalmente como agentes espessantes, estabilizantes, emulsificantes e espumantes em diferentes tipos. Cada produto tem parâmetros particulares e diferentes condições de processo, portanto deve-se conhecer o comportamento dos hidrocoloides em condições operacionais distintas para realizar a escolha adequada. O objetivo do trabalho foi realizar o estudo da viscosidade em soluções aquosas de pectina ATM cítrica submetidas à diferentes parâmetros de concentração, temperatura e pH. A combinação das variáveis foi determinada por um planejamento experimental com três variáveis (2³) e metodologia de superfície resposta, que permite verificar o efeito das variáveis no processo, em conjunto com o modelamento matemático do processo. Todas as análises laboratoriais foram realizadas em viscosímetro rotativo Visco basic – R Fungilab® e as análises estatísticas foram realizadas no software Statistica com nível de significância de 5%. Os resultados avaliados nos gráficos de superfície e no modelo matemático obtido apontaram que a viscosidade de soluções com pectina ATM apresenta correlação direta mais significativa com a concentração utilizada do hidrocoloide. Também, pH e temperatura interferiram nas viscosidades alcançadas, pois

maiores valores foram obtidos na faixa de 2,8 a 3,6 de pH e menores índices nas soluções submetidas a temperaturas superiores a 90°C. Conclui-se que os fatores causais de espessamento de soluções com pectina ATM se dão pelo aprisionamento de água pelo hidrocoloide, por meio de pontes de hidrogênio, neutralização de suas cargas em meios ácidos e manutenção do comprimento de suas cadeias por prevenção de hidrólise térmica.

Palavras-chave: hidrocoloides, pectina, viscosidade, bebidas, planejamento experimental.

ABSTRACT

Several hydrocolloids are applied in the food industry. In the manufacture of beverages, they are mainly used as thickeners, stabilizers, emulsifiers and foaming agents in different types. Each product has particular parameters and different process conditions, so it is necessary to know the behavior of hydrocolloids under different operating conditions to make the appropriate choice. The objective of the work was to carry out the study of viscosity in aqueous solutions of citric ATM pectin submitted to different parameters of concentration, temperature and pH. The combination of variables was determined by an experimental design with three variables (2³) and a response surface methodology, which allows verifying the effect of the variables on the process, together with the mathematical modeling of the process. All laboratory analyzes were performed using a Visco basic - R Fungilab® rotary viscometer and statistical analyzes were performed using the Statistica software with a 5% significance level. The results evaluated in the surface graphs and in the mathematical model obtained showed that the viscosity of ATM pectin solutions has a more significant direct correlation with the hydrocolloid concentration used. Also, pH and temperature interfered with the viscosities reached, since higher values were obtained in the range of 2.8 to 3.6 pH and lower indices in solutions subjected to temperatures above 90°C. It is concluded that the causal factors for thickening of solutions with ATM pectin are due to the trapping of water by the hydrocolloid, by means of hydrogen bonds, neutralization of their charges in acidic media and maintenance of the length of their chains in order to prevent thermal hydrolysis.

Keywords: hydrocolloids, pectin, viscosity, drinks, experimental design.

1 INTRODUÇÃO

A indústria de bebidas constitui um importante setor da indústria de transformação, sendo responsável por 3% do valor da produção da indústria brasileira no ano de 2014 (IBGE, 2017 apud VIANA, 2017). Em pesquisa realizada pelo Euromonitor International em 2016 citada por Viana (2017), o Brasil é o quinto país com maior consumo de bebidas não alcoólicas no mundo, sendo que o mercado de bebidas não alcoólicas no país está em plena expansão, particularmente o de suco de frutas, que em 2016, ocupou o terceiro lugar no cômputo geral.

A formulação do produto, além do seu processo produtivo, é de extrema importância para garantir a sua qualidade. Para isso, é importante pensar detalhadamente nos ingredientes, suas proporções e a relação destes com o processamento em que o produto será submetido.

Diversos problemas podem ocorrer ao preparar um suco industrializado; por exemplo, a não estabilização da mistura ou também a falta de corpo ao produto. A utilização de hidrocoloides torna-se aliada ao melhoramento, principalmente das características sensoriais e visuais do produto, devido às suas diversas funções, que segundo Brasil (2010), podem ser de espessante, estabilizante, emulsificante ou até mesmo espumante. Para saber qual o indicado para o produto que será fabricado, é necessário, como para qualquer ingrediente, avaliar toda a cadeia produtiva, das matérias primas até às condições de manipulação do consumidor, uma vez que além de possuir características específicas, os hidrocoloides podem ter sua funcionalidade afetada pelos mais diversos fatores, como sua concentração, temperaturas e pHs a que são submetidos e presença ou não de outros ingredientes interferentes. Esses fatores isoladamente ou em conjunto, influenciam, por exemplo, no seu poder espessante.

O poder espessante dos hidrocoloides é utilizado para estabilizar bebidas, visando manter sua homogeneidade e impedir a separação dos diferentes componentes presentes nesses sistemas alimentícios. Por ser, em geral, carboidratos de cadeia longa, formam uma estrutura capaz de manter juntas substâncias menores nos alimentos, formando um produto mais estável (FOOD INGREDIENTS BRASIL, 2010; FOOD INGREDIENTS BRASIL, 2013).

Dentre os hidrocoloides utilizados em bebidas encontra-se a pectina de alto teor de metoxilação (ATM), que possui a capacidade de oferecer uma camada secundária protetora para proteínas atuando como estabilizante, principalmente em iogurtes, além de apresentar poder gelificante, agindo como agente de corpo ou espessante, corroborando com o aumento da viscosidade de algumas bebidas (WILLIAMS, 2003). Segundo Darmodaran, Parkin e Fennema (2010), as pectinas em água dão soluções altamente viscosas mesmo em baixas concentrações. De acordo com Belitz e Groch (1997), as pectinas têm grande importância na estabilização de bebidas.

A pectina é formada por cadeias de ácido D-galacturônico unidos por ligações glicosídicas em α -1,4 de forma linear, com exceção onde pode haver moléculas de l-ramnose que quebram a estrutura linear. Tem em seu conteúdo quantidades variadas de éster metílico. Em sua estrutura pode haver grupos carboxila metilados, outros na forma livre e outros na forma de sais (BOBBIO, 2001; DARMODARAN, 2010).

Um aspecto que as diferencia é o seu grau de metoxilação que compreende os grupos carboxílicos da molécula com grupos metilas esterificadas a eles. O grau de metoxilação é definido como 100 vezes a razão entre o número de resíduos de ácido galacturônico

esterificados e o número total de resíduos de ácido galacturônico (RIBEIRO; SERAVALLI, 2004).

Este aspecto, grau de esterificação ou metoxilação (GM), faz com que as pectinas sejam subdivididas em pectinas de alto grau de metoxilação (ATM) ou pectinas HM quando apresentam mais de 50% de seus grupos carboxílicos esterificados e pectinas de baixo grau de metoxilação (BTM) ou pectinas LM, quando menos de 50% dos grupos carboxílicos de sua estrutura encontram-se sob a forma de éster metílico. Algumas pectinas, em sua obtenção, são tratadas com amônia o que promove a conversão de 15 a 25% de seus grupos carboxílicos em grupos de carboxiamida. Estas são denominadas pectinas amidadas LM, pois serão pectinas com baixo grau de metoxilação (BOBBIO, 2001; DAMODARAN, 2010; FOOD INGREDIENTS BRASIL, 2014).

Este estudo visa analisar o comportamento da pectina ATM frente às alterações de temperatura, pH e concentração, avaliando a influência destes parâmetros em seus poderes espessantes.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A pectina utilizada para desenvolvimento dos experimentos foi a GENU[®] pectin type 8140 U. Também foram utilizados açúcar refinado da marca Barra[®] e água destilada para o preparo das soluções. Além disso, os reagentes para ajuste de pH utilizados foram o ácido cítrico (50% - m/V) e o hidróxido de sódio (50%).

Os equipamentos utilizados para a realização dos experimentos foram agitador magnético com aquecimento da marca Quimis[®], viscosímetro Visco basic – R da marca Fungilab[®] S.A, pHmetro da marca LogenScientific[®] e balança analítica da marca Mettler Toledo[®].

A definição das variáveis testadas para a elaboração de cada amostra foi realizada pelo uso de planejamento experimental. As variáveis estudadas foram: pH, denominado x1, temperatura, x2 e concentração, x3. Os valores iniciais (0) foram determinados por meio de pesquisas e confirmados ou ajustados, a partir de experimentos iniciais realizados em laboratório. Para a determinação dos outros valores (-1,68; -1; 1 e 1,68) foram realizadas interpolações lineares.

Após a determinação desses valores, a quantidade de experimentos a serem realizados foi determinada de acordo com o planejamento experimental, sendo o número de ensaios 2ⁿ, em que n equivale ao número de variáveis testadas (RODRIGUES; IEMMA, 2014). Acrescido

a esses 8 ensaios, realizou-se 6 testes axiais e 5 repetições dos testes centrais, totalizando 19 experimentos.

O método para determinação da viscosidade das amostras procedeu-se de acordo com o fluxograma da figura 11.

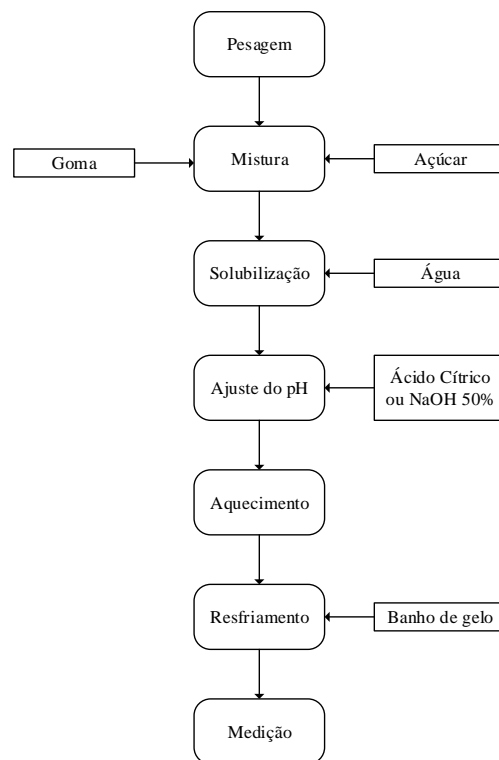


Figura 11: Fluxograma do método de preparação das misturas para medição da viscosidade.

Fonte: Elaboração própria.

A pesagem foi realizada com auxílio de balança analítica, como pode ser visualizado na figura 12. Foram pesados o hidrocoloide e o agente dispersante (açúcar) seguindo o planejamento experimental de acordo com a concentração desejada.

Tabela 7: Resultados obtidos para a pectina ATM.

Ensaio	Valores Codificados			Valores Descodificados			Resposta
	x1	x2	x3	pH	Temperatura (°C)	Concentração (%)	Viscosidade (cP)
1	-1	-1	-1	2,58	67,0	2,50	250
2	-1	-1	1	2,59	67,0	3,50	1229
3	-1	1	-1	2,59	85,0	2,50	239
4	-1	1	1	2,54	85,0	3,50	850
5	1	-1	-1	3,52	67,0	2,50	220
6	1	-1	1	3,47	67,0	3,50	797
7	1	1	-1	3,53	85,0	2,50	218
8	1	1	1	3,5	85,0	3,50	840
9	-1,68	0	0	2,29	76,0	3,00	435
10	1,68	0	0	3,8	76,0	3,00	406
11	0	-1,68	0	3,07	60,9	3,00	566
12	0	1,68	0	2,99	91,2	3,00	429
13	0	0	-1,68	3,0	76,0	2,16	158
14	0	0	1,68	3,0	76,0	3,84	1430
15	0	0	0	3,05	76,0	3,00	451
16	0	0	0	3,07	76,0	3,00	460
17	0	0	0	3,04	76,0	3,00	499
18	0	0	0	3,0	76,0	3,00	450
19	0	0	0	3,0	76,0	3,00	484

Fonte: Elaboração própria.



Figura 12: Pesagem dos ingredientes em balança analítica

Fonte: Autoria própria.

Para adição da goma utilizou-se um agente dispersante. De acordo com Cao et al (1990 apud SOUZA, 2009), o agente pode ser açúcar ou outro ingrediente desidratado que faça parte da formulação. Para esses autores, o ideal é que essa pré-mistura seja feita com pelo menos 5

partes do agente dispersante para 1 do hidrocoloide, antes que seja acrescentado água. Nos experimentos realizados, o agente dispersante escolhido foi o açúcar. A proporção estabelecida foi de 1:5 (hidrocoloide: açúcar).

A mistura foi realizada em béquer, anteriormente à solubilização, para obtenção de uma solução mais homogênea, minimizando a formação de grumos.

A solubilização da mistura ocorreu com a água em temperatura ambiente (25°C), sendo adicionada de forma gradativa na mistura.

Posteriormente o ajuste de pH das amostras, ilustrado na figura 13, de acordo com o determinado pelo planejamento experimental, foi realizado com auxílio de pHmetro. Soluções de ácido cítrico (50%) ou hidróxido de sódio (50%) foram utilizadas de acordo com a necessidade.

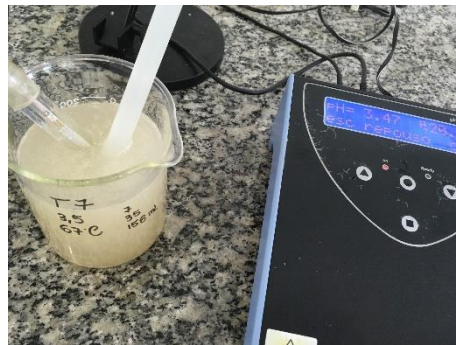


Figura 13: Ajuste do pH das soluções.

Fonte: Autoria própria.

O aquecimento das amostras, de acordo com o estabelecido pelo planejamento experimental foi realizado em chapas de aquecimento.

Após o alcance da temperatura desejada, cada amostra foi submetida a banho de gelo, para resfriamento rápido até atingir temperatura ambiente (25°C). Posteriormente, foi realizada a mensuração da viscosidade, em duplicata.

Pode-se observar na figura 14 um exemplo de medição da viscosidade da solução.

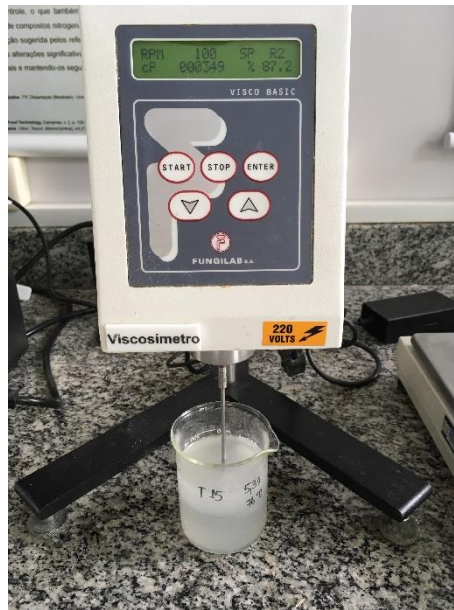


Figura 14: Medição de viscosidade da solução

Fonte: Autoria própria.

A análise dos dados foi realizada no software Statistica, no qual se obteve a tabela ANOVA dos dados inseridos com o nível de significância definido em 5%, além dos gráficos de superfície resposta e de perfis, obtendo-se, dessa forma os coeficientes necessários para definição do modelo correspondente ao conjunto de pontos e as respostas obtidas. Para obtenção da equação, foi escolhido o modelo que observa as interações lineares, quadráticas e bidimensionais das variáveis do processo.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores dos pontos centrais (0), os níveis de variação (-1 e 1), e os pontos axiais (-1,68 e 1,68) foram estabelecidos e seus valores demonstrados na tabela 6:

Tabela 6: Variáveis determinadas para a pectina ATM

Variáveis	-1,68	-1	0	1	1,68
pH	2,2	2,5	3,0	3,5	3,8
Temperatura (°C)	60,9	67,0	76,0	85,0	91,2
Concentração (%)	2,16	2,5	3,0	3,5	3,84

Fonte: Elaboração própria.

Em um estudo de utilização da pectina em polpas de pitanga amora e mirtilo, tem o pH das polpas variando de $\pm 2,86$ a $\pm 4,3$ (GAZZOLA, 2016). Em outro estudo, o suco de mangaba,

em que se é adicionada a pectina, passa por um tratamento térmico de 85°C (MARTINS, 2017). Tais parâmetros demonstram que os valores testados contemplam a realidade de uso do hidrocoloide.

Conforme Brasil (2013), não há limite da concentração de uso da pectina em bebidas como sucos, néctares e sucos tropicais.

Os resultados obtidos de viscosidade, para a pectina ATM, nas amostras testadas estão demonstrados na tabela 7:

Com os resultados elaborou-se no software Statistica a tabela ANOVA, cuja imagem está demonstrada na figura 15:

ANOVA; Var.:Viscosidade; R-sqr=.98348; Adj.:96697 3 factors, 1 Blocks, 19 Runs; MS Pure Error=472,7 DV: Viscosidade					
Factor	SS	df	MS	F	p
(1)pH (L)	22176	1	22176	46,914	0,002378
pH (Q)	3623	1	3623	7,665	0,050404
(2)Temperatura(L)	24643	1	24643	52,133	0,001951
Temperatura(Q)	1751	1	1751	3,704	0,126593
(3)Concentração(L)	1778339	1	1778339	3762,088	0,000000
Concentração(Q)	185051	1	185051	391,477	0,000038
1L by 2L	23220	1	23220	49,122	0,002182
1L by 3L	19110	1	19110	40,428	0,003136
2L by 3L	13041	1	13041	27,589	0,006287
Lack of Fit	33017	5	6603	13,970	0,012148
Pure Error	1891	4	473		
Total SS	2113695	18			

Figura 15: Tabela ANOVA ($p < 0,05$) de dados gerada no programa Statistica referente às análises da pectina ATM.

Fonte: Elaboração própria.

Analisando-se o valor p dos fatores, a $p < 0,05$, foi possível perceber que os fatores quadráticos de pH e temperatura não eram significativos e, por isso, foram excluídos, obtendo-se, então, a ANOVA demonstrada na figura 16.

ANOVA; Var.:Viscosidade; R-sqr=.9806; Adj.:96825 (r
3 factors, 1 Blocks, 19 Runs; MS Pure Error=472,7
DV: Viscosidade

Factor	SS	df	MS	F	p
(1)pH (L)	22176	1	22176	46,914	0,002378
(2)Temperatura(L)	24550	1	24550	51,935	0,001965
(3)Concentração(L)	1778339	1	1778339	3762,088	0,000000
Concentração(Q)	192169	1	192169	406,535	0,000036
1L by 2L	23220	1	23220	49,122	0,002182
1L by 3L	19110	1	19110	40,428	0,003136
2L by 3L	13041	1	13041	27,589	0,006287
Lack of Fit	39120	7	5589	11,823	0,015487
Pure Error	1891	4	473		
Total SS	2113695	18			

Figura 16: Tabela ANOVA, a $p < 0,05$, com dados significativos gerada no software Statistica, referente às análises da Pectina ATM.

Fonte: Elaboração própria.

O modelo matemático ajustado obtido está demonstrado na equação 2:

$$\mu = 464,23 - 41,11 x_1 - 42,38 x_2 + 361,01 x_3 + 116,61 x_3^2 + 53,88 x_1x_2 - 48,88 x_1x_3 - 40,38 x_2x_3 \quad (2)$$

O ajuste alcançado ($R^2=0,9806$) mostrou dependência da viscosidade em relação às três variáveis testadas x_1 (pH), x_2 (Temperatura) e x_3 (Concentração). Observa-se, contudo, que os fatores associados à concentração são os mais importantes na elevação da viscosidade por apresentar coeficientes numéricos mais elevados.

Os perfis tridimensionais das superfícies de resposta do modelo e as projeções bidimensionais estão demonstrados nas figuras 17 a 22:

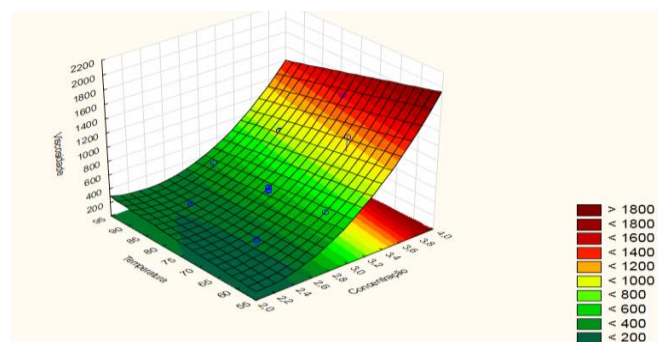


Figura 17: Superfície resposta da pectina ATM em relação à temperatura e concentração com pH fixado em 3,0.

Fonte: Elaboração própria.

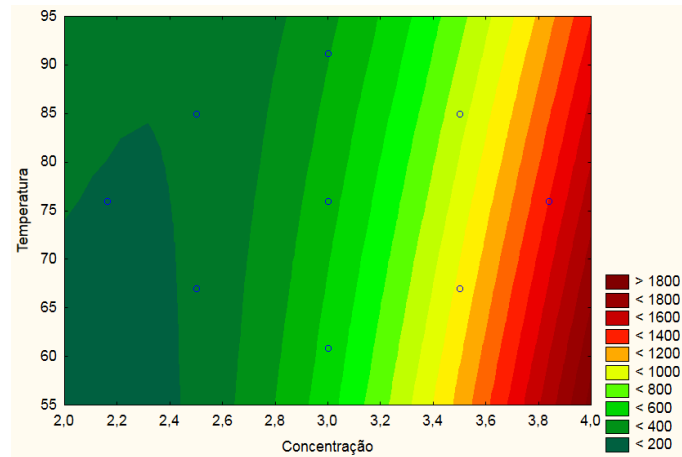


Figura 18: Perfil de variação da viscosidade da pectina ATM em relação à temperatura e concentração com pH fixado em 3,0.

Fonte: Elaboração própria.

Nas figuras 17 e 18, verifica-se o perfil obtido da viscosidade pela variação dos parâmetros temperatura e concentração, mantendo-se fixado o valor do pH em 3,0 (ponto central). Pode-se observar que, dentre o intervalo de valores testados, a concentração, foi o fator mais importante na alteração dos resultados obtidos, tendo a elevação de seus valores direta relação com o aumento da viscosidade. Maiores concentrações da pectina potencializam seu poder espessante pelo maior aprisionamento de água da solução.

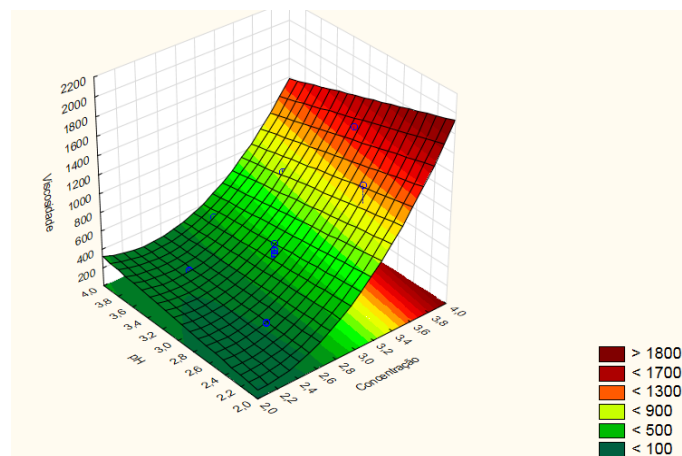


Figura 19: Superfície resposta da pectina ATM em relação à pH e Concentração com temperatura fixada em 76°C.

Fonte: Elaboração própria.

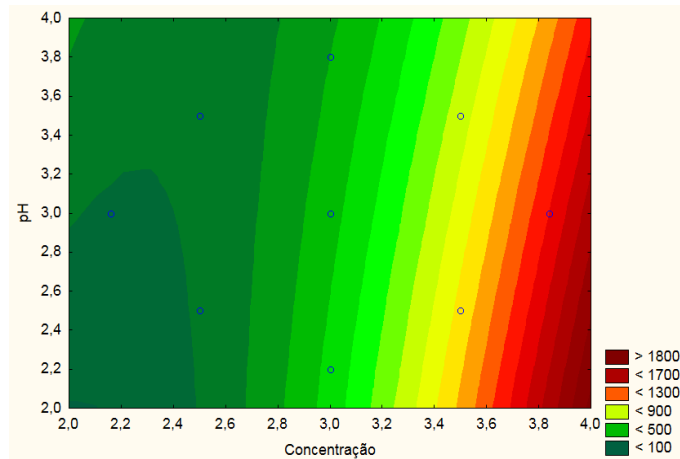


Figura 20: Perfil de variação da viscosidade da pectina ATM em relação à pH e concentração com temperatura fixada em 76°C.

Fonte: Elaboração própria.

Na representação tridimensional do modelo e projeção bidimensional representados nas figuras 19 e 20, respectivamente, observou-se o comportamento das variáveis concentração e temperatura, mantendo-se o valor de temperatura fixado em 76°C (ponto central). Novamente é verificada a maior influência da concentração na viscosidade das amostras.

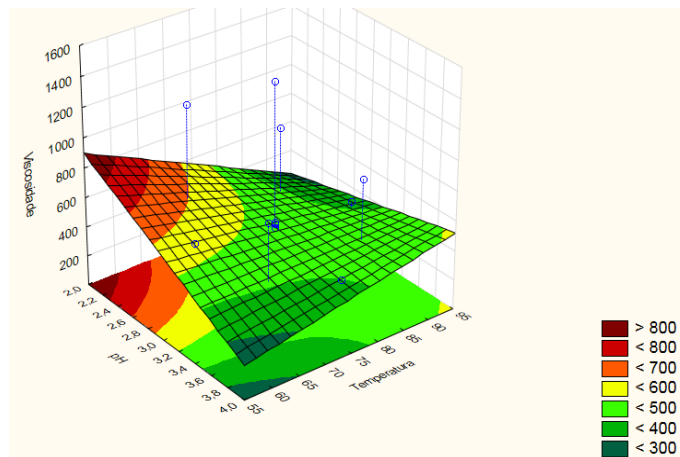


Figura 21: Superfície resposta da pectina ATM em relação à pH e temperatura com concentração fixada em 3%.

Fonte: Elaboração própria.

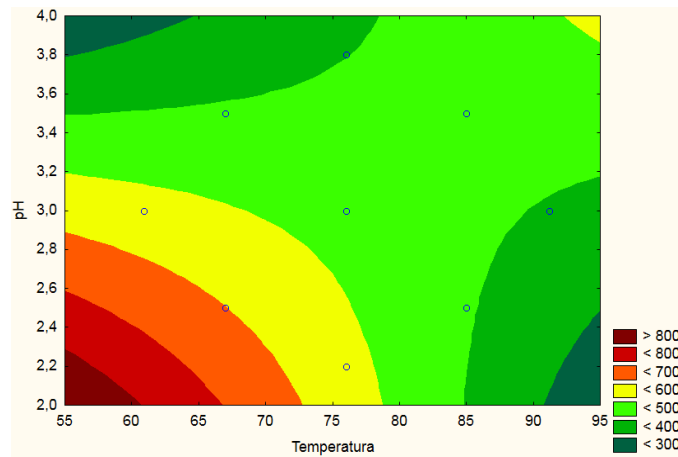


Figura 22: Perfil de variação da viscosidade da pectina ATM em relação à pH e temperatura com concentração fixada em 3,0%.

Fonte: Elaboração própria.

Ao se analisar o comportamento da variação do pH e da temperatura com a concentração fixada no valor central de 3,0%, no qual a representação do modelo e a projeção bidimensional estão demonstrados, respectivamente, nas figuras 21 e 22, pode-se observar que, dentre os valores testados, temperaturas (<70 °C) e pH mais baixos (<2,8) promoveram elevação da viscosidade das amostras. Os resultados coadunam com o relatado por Bobbio e Bobbio (1995) e Darmodaran (2010) de que há a formação de soluções mais viscosas da pectina, com a presença de sacarose, quando em meio ácido. A neutralização das cargas da ramificação carboxílica promove a aproximação das cadeias poliméricas de forma estendida o que eleva sua capacidade de retenção de água. Este fenômeno da modificação espacial da estrutura da pectina relacionado à sua capacidade de retenção de água também foi observado por Veiga (2000).

A temperaturas mais elevadas, a viscosidade apresentou diminuição de seus valores pela hidrólise da molécula, diminuindo, conseqüentemente, sua capacidade de retenção de água. Segundo a Food Ingredients (2013) há uma temperatura limite em que a pectina promove aumento da viscosidade. Brangante (2009) afirma que submissão à altas temperaturas, sem a intervenção de outro reagente, podem partir a molécula de pectina, reduzindo sua capacidade gelificante.

4 CONCLUSÃO

Após análise dos gráficos de superfícies e perfil de variação elaborados, além das equações encontradas, é possível concluir que a variável que teve maior influência na viscosidade das amostras elaboradas com pectina ATM foi a concentração, com relação diretamente proporcional. Pela pectina ser um hidrocolóides eletrolíticos, níveis de acidez elevados ($\text{pH} < 4,0$) promovem elevação da viscosidade por neutralização de cargas. A associação de temperaturas elevadas com pH ácido promove hidrólise do hidrocoloide com consequente diminuição da viscosidade.

REFERÊNCIAS

BELITZ, H. D.; GROSCH, W. **Química de los alimentos**. Espanha. Editorial acribia, s.a. p.336-337, 1997.

BOBBIO, P. A;BOBBIO, F. **Introdução à Química de Alimentos**. 2.ed. São Paulo: Varela, 1995.

BRAGANTE, A.G. **Fabricação de polpa e néctar de frutas** . Artigo. 7f. 2009. Disponível em:

<<http://abgtecalim.yolasite.com/resources/Fabrica%C3%A7%C3%A3o%20Polpa%20e%20N%C3%A9ctar%20de%20Frutas.pdf>>. Acesso em 28 mar 2018.

BRASIL. RDC nº 45, de 03 de novembro de 2010. **Dispõe sobre aditivos alimentares autorizados para uso segundo as Boas Práticas de Fabricação (BPF).Regulamento Técnico Sobre Aditivos Alimentares Autorizados Para Uso Segundo As Boas Práticas de Fabricação (bpf)**. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br>> Acesso em 27 set. 2017.

_____ RDC nº 08, de 6 de março de 2013. **Dispõe sobre a aprovação de uso de aditivos alimentares para produtos de frutas e de vegetais e geleia de mocotó**. Disponível em <http://www.lexeditora.com.br/legis_24243224_RESOLUCAO_N_8_DE_6_DE_MARCO_DE_2013.aspx> Acesso em 27 set. 2017.

DARMODARAN, S; PARKIN, L. K; FENNEMA, R.O. **Química de alimentos de Fennema** – 4 ed.- Porto Alegre: Artmed, 2010.

FOOD INGREDIENTS BRASIL. **Estabilizantes**. Edição n° 14, p 42 e 43, 2010. Disponível em: <<http://www.revista-fi.com/materias/145.pdf> > Acesso em: 15 set. 2017.

_____. **Gelificantes**. Edição n° 27, 2013. Disponível em <http://revista-fi.com.br/upload_arquivos/201606/2016060387431001464960519.pdf>.

Acesso em 25 set. 2017

GAZZOLA, B. M. et al. **Elaboração e caracterização de bebidas à base de extrato hidrossolúvel de soja com polpa de pitanga, amora e mirtilo**. 2016. B.CEPPA, Curitiba, v. 34, n. 2, jul./dez.. Acesso em: 11 set.2017.

MARTINS, H. D. et al. **Caracterização e estudo da estabilidade física de suco misto adoçado de mangaba e cagaita**. Revista de Agricultura Neotropical, Cassilândia-MS, v. 4, n. 2, p. 81-87, abr./jun. 2017. Acesso em: 11 set.2017

RIBEIRO, E. P.; SERAVALLI, E. A. **Química de Alimentos**. São Paulo: Edgard Blücher Ltda, p.22-23, 2004.

RODRIGUES, I. M; IEMMA. F. A. **Planejamento de experimentos e otimização de processos**. 2014. 3 ed – Campinas, SP: Casa do Espírito Amigo Fraternidade Fé e Amor, 2014.

SOUZA, J. L. L. de. **Hidrocolóides nas características físico-químicas e sensoriais do néctar de pêsego [Prunus persica (L) Batsch]**. 2009. 96f. Dissertação - Universidade Federal De Pelotas, 2009. Disponível em: <http://www.dcta.create.inf.br/manager/uploads/documentos/dissertacoes/MEST_JARBAS_LUIZ_LIMA_DE_SOUZA.pdf>. Acesso em 11 set. 2017.

Brazilian Journal of Development

VEIGA, P. G. et al. **Caracterização química, reológica e aceitação sensorial do queijo *petit suisse* brasileiro**. 2000. Ciênc. Tecnol. Aliment. vol.20 no.3 Campinas. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612000000300012>> Acesso em 05 mai. 2018.

VIANA, F. **Indústria de bebidas não alcoólicas**. 2017. Disponível em: <<http://www.banconordeste.gov.br/documents/80223/1722440/bebidas+nao+alcoolicas.pdf/cba10d3c-3da1-a89b-2acc-84e7a2b17dcf>>. Acesso em 27 set. 2017.

WILLIAMS, P. A. **Handbook of Hydrocolloids**. Woodhead Publishing Limited. p. 171-175. 2003