

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
COORDENAÇÃO DE ALIMENTOS**

FLÁVIA ROBERTA BUSS MAREDA

**COMPORTAMENTO REOLÓGICO DE DISPERSÕES COLOIDAIAS
AQUOSAS DE POLISSACARÍDEOS NA PRESENÇA DE ÁCIDOS
ORGÂNICOS EM DIFERENTES TEMPERATURAS**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PONTA GROSSA

2012

FLÁVIA ROBERTA BUSS MARENDÁ

**COMPORTAMENTO REOLÓGICO DE DISPERSÕES COLOIDAIAS
AQUOSAS DE POLISSACARÍDEOS NA PRESENÇA DE ÁCIDOS
ORGÂNICOS EM DIFERENTES TEMPERATURAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial para obtenção do título de Tecnóloga em Alimentos, destinado a Coordenação de Alimentos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientadora: Prof^ª Dr^ª Sabrina Ávila Rodrigues.

PONTA GROSSA

2012



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Ponta Grossa

Diretoria de Graduação e Educação Profissional
Coordenação de Alimentos



Termo de Aprovação

COMPORTAMENTO REOLÓGICO DE DISPERSÕES COLOIDAIAS AQUOSAS DE
POLISSACARÍDEOS NA PRESENÇA DE ÁCIDOS ORGÂNICOS EM DIFERENTES
TEMPERATURAS

por

FLÁVIA ROBERTA BUSS MARENDA

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado em 25 de Junho de 2012, como requisito parcial para a obtenção do título de Tecnóloga em Alimentos. A candidata foi arguida pela Banca Examinadora composta pelos professores a baixo assinados. Após a deliberação a banca considerou o trabalho aprovado.

Profª Drª *Sabrina Ávila Rodrigues*

Profª Drª Orientadora

Profª Msc *Simone Bowles*

Membro Titular

Profª Drª *Maria Helene G. Canteri*

Membro Titular

Profª Drª *Denise Milléo Almeida*

Responsável pelos Trabalhos
de Conclusão de Curso

Profª Drª *Sabrina Ávila Rodrigues*

Coordenadora do Curso
UTFPR – Campus Ponta Grossa

*“Sempre antes de realizar um sonho,
a Alma do Mundo resolve testar
tudo aquilo que foi aprendido
durante a caminhada.*

*Ela faz isto não porque seja má,
mas para que possamos juntos com
o nosso sonho, conquistar também
lições que aprendemos seguindo
em direção a ele.”*

Paulo Coelho

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me acompanhar nessa longa jornada, me ensinando a ter sabedoria para escolher o caminho certo a seguir.

Aos meus pais João Roberto e Marinêz Buss Marena, por me apoiarem em todas as decisões importantes de minha vida, por eles sento amor incondicional.

A minha irmã Laura Maria Buss Marena por me proporcionar alegria e amizade nos momentos difíceis.

Aos meus queridos amigos que não mediram esforços para me ajudarem, oferecendo carinho e alegria.

À Jessica Spak Szeremeta, por dedicar seu tempo e me auxiliar na realização das análises deste trabalho.

Especialmente, à Professora Sabrina Ávila Rodrigues, por me acompanhar na elaboração deste trabalho, me proporcionando conhecimento, sabedoria e amizade.

A UTFPR pela estrutura e pelos colaboradores disponibilizados para a realização desse trabalho.

Enfim a todos os que por algum motivo contribuíram para minha formação, meu muito obrigado.

RESUMO

MARENDA, Flávia Roberta Buss. **Comportamento reológico de dispersões coloidais aquosas de polissacarídeos na presença de ácidos orgânicos em diferentes temperaturas.** 2012. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Alimentos) - Coordenação de Alimentos. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2012.

Polissacarídeos são moléculas de alto peso molecular com a propriedade de conferir viscosidade quando se apresentam em dispersão coloidal. Com origens e formas de obtenção diferenciada, cada polissacarídeo exibe diferentes propriedades reológicas, sendo que as suas dispersões coloidais podem sofrer influência de diversos fatores, como a temperatura, o tempo de armazenamento, e os componentes do meio. Este trabalho teve por objetivo avaliar o comportamento reológico de dispersões coloidais aquosas de polissacarídeos na presença de ácidos orgânicos em diferentes temperaturas. Foram preparadas 48 dispersões coloidais variando os ácidos (ascórbico, cítrico e tartárico) e polissacarídeos (goma CMC, goma guar e goma xantana). Cada amostra foi analisada em quatro temperaturas: 10, 25, 40 e 90°C,. O comportamento reológico foi avaliado em viscosímetro Brookfield (Brookfield Engineering Laboratories/ Modelo LVT) com Spindle nº SC4-31, utilizando uma alíquota de 8 mL de amostra, onde foi observada a viscosidade em função da velocidade (1 a 100 rpm), em ciclos de 20 minutos. O comportamento reológico variou de 0 até 19375 mPa.s. Todas as amostras apresentaram comportamento pseudoplástico. A temperatura e os ácidos influenciaram na viscosidade das amostras. A viscosidade das amostras apresentou-se inversamente proporcional à temperatura. A viscosidade para todos os espessantes foi maior nas dispersões coloidais aquosas, seguida pelas dispersões coloidais de ácido cítrico e ácido tartárico. As viscosidades mais baixas foram observadas nas amostras com adição de ácido ascórbico.

Palavras-chave: polissacarídeos, ácidos orgânicos, comportamento reológico.

ABSTRACT

MARENDA, Flávia Roberta Buss. **Rheological behavior of colloidal dispersion of polysaccharides in the presence of organic acids in different temperatures.** 2012. End of Course Paper (Technology in Food). Coordination of Food at the Federal Technological University of Paraná. Ponta Grossa, 2012.

Polysaccharides are molecules of high weight which the property to confer viscosity when it is in solution state. With different origins and shapes, each polysaccharide shows different rheological properties, once its solubility can suffer influence from divers factors, like temperature, storage period and medium components. This work had, as objective, the evolution of rheological behavior of liquid polysaccharides solutions in the presence of organic acids in different temperatures. Forty-eight colloidal dispersion were prepared with variation of acid (ascorbic, citric and tartaric acids), also polysaccharides (CMC gum, guar gum and xanthan gum). Each sample was analyzed in four temperatures: 10, 25, 40 and 90°C. The rheological behavior was evaluated through Brookfield's viscosimeter, (Brookfield Engineering Laboratories / model LVT). With Spindle number SC4-31, where an amount of an 8mL sample was used and the viscosity was observed according to speed (1 to 100 rpm) in cycles of 20 minutes. The rheological behavior varied from 0 to 19375 mPa.s. All samples presented pseudoplastic behavior. The temperature and the acids influenced on the viscosity of the samples. The sample viscosity showed it self inversely proportional to the temperature. The viscosity for all thickenings was larger in liquid solutions, followed by the citric acid and tartaric acid. The lowest viscosities were observed in the samples with addition of ascorbic acid.

Keywords: polysaccharides, organic acids, rheological behavior.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Estrutura química da goma CMC	14
Figura 2: Estrutura química da goma guar	15
Figura 3: Estrutura química da goma xantana.....	16
Figura 4: Estrutura química do ácido ascórbico	18
Figura 5: Estrutura química do ácido cítrico	18
Figura 6: Estrutura química do ácido tartárico.....	19
Figura 7: Comportamento reológico da goma xantana (0,5 %) em dispersão coloidal aquosa e com ácidos: ascórbico, cítrico e tartárico a 10, 25, 40 e 90°C	24
Figura 8: Comportamento reológico da goma CMC (0,5 %) em dispersão coloidal aquosa e com ácidos: ascórbico, cítrico e tartárico a 10, 25, 40 e 90°C	26
Figura 9: Comportamento reológico da goma guar (0,5 %) em dispersão coloidal aquosa e com ácidos: ascórbico, cítrico e tartárico a 10, 25, 40 e 90°C	28

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
1.1 Objetivo	11
1.2 Objetivos Específicos	11
2. REVISÃO DE LITERATURA	12
2.1 Polissacarídeos	12
2.1.1 Goma CMC	13
2.1.2 Goma Guar	14
2.1.3 Goma Xantana.....	15
2.2 Ácidos Orgânicos.....	17
2.2.1 Ácido Ascórbico	17
2.2.2 Ácido Cítrico	18
2.2.3 Ácido Tartárico.....	19
3. MATERIAL E MÉTODOS	20
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	22
5. CONCLUSÃO	29
6. REFERÊNCIAS	30

1. INTRODUÇÃO

O estilo de vida atual da população procura produtos práticos, saborosos e saudáveis. Os consumidores desejam alimentos com características sensoriais marcantes e com isso a indústria de alimentos torna-se dependente de uma produção eficiente com a qualidade elevada (TONELLI, *et al.*, 2005; LUVIELMO, *et al.*, 2009).

Reologia é a ciência que estuda a deformação da matéria, ou a mobilidade dos fluidos. Existem duas maneiras de estudar as características reológicas: através de equações matemáticas ou através do comportamento mecânico observado (BORGES, *et al.*, 2008; ROHR, 2007).

O comportamento reológico destaca-se em diversas áreas industriais, tais como: operações unitárias, determinação de funcionalidade de ingredientes, desenvolvimento de produtos, controle de qualidade, testes de tempo de prateleira e avaliação das características sensoriais. Portanto, as propriedades reológicas estão diretamente ligadas com as estruturas químicas dos alimentos e relacionadas com a qualidade dos produtos. (FREITAS, *et al.*, 2004; TONELLI, *et al.*, 2005).

Fundamental em diversas áreas da Tecnologia em Alimentos, a reologia pode ser percebida pelo consumidor através da cremosidade, suculência, maciez, suavidade e dureza dos produtos (DIAZ, *et al.*, 2004; QUENEHENN, 2008).

O comportamento reológico é um determinante de qualidade em diversos produtos. As gomas CMC, guar e xantana são utilizadas na indústria de alimentos como espessantes e estabilizantes, e os ácidos ascórbico, cítrico e tartárico são utilizados principalmente com a finalidade de controlar o pH dos produtos.

A viscosidade e o comportamento reológico dos polissacarídeos podem ser afetados por pH, componentes da formulação, temperatura e tempo de armazenamento dos produtos, sendo por isso tais compostos escolhidos para a realização deste trabalho.

1.1. Objetivo

Avaliar o comportamento reológico de dispersões coloidais aquosas de polissacarídeos na presença de ácidos orgânicos em diferentes temperaturas.

1.2.2. Objetivos específicos

- ✓ Avaliar a viscosidade das gomas polissacarídicas: CMC, xantana e guar em dispersão coloidal aquosa e na presença dos ácidos ascórbico, cítrico e tartárico.
- ✓ Avaliar a estabilidade das Gomas: CMC, xantana e guar submetidas a diferentes temperaturas, sendo: 10, 25, 40 e 90° C.
- ✓ Avaliar o comportamento reológico das gomas estudadas.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Polissacarídeos

Os polissacarídeos são moléculas formadas pela união de monossacarídeos, que por sua vez são carboidratos simples, constituídos de carbono, hidrogênio e oxigênio (CORDEIRO, 2010; TAVERNARI, *et al.*, 2008).

Para despertarem o interesse industrial, os polissacarídeos devem apresentar elevada viscosidade em amplas faixas de pH e temperatura. Para alimentos, a composição química dos produtos deve ser compatível com o metabolismo humano (CORDEIRO, 2010).

Os polissacarídeos podem ser também chamados de hidrocolóides, possuindo uma ampla gama de aplicação nas indústrias: biomédicas, farmacêuticas, cosméticas, petrolíferas e alimentícias. Na indústria de alimentos, a maioria dos polissacarídeos são utilizados como espessantes e estabilizantes (CUNHA *et al.*, 2009; MESOMO, 2007).

Os estabilizantes unem as partículas que naturalmente se manteriam em suspensão, proporcionando a textura desejável aos produtos. Os espessantes apresentam função de aumentar a viscosidade dos produtos, tornando-os mais macios (ALVES, 2009; VALSECHI, 2001).

As gomas são polímeros de alta massa molecular utilizadas nas indústrias para controlar características sensoriais de determinados produtos, tais como as gomas: CMC, guar e xantana (MESOMO, 2007). Tem diferentes origens, como algas marinhas, sementes de plantas terrestres, exsudatos de plantas, modificações químicas e bioprocessos. As gomas tem elevada importância para a indústria de alimentos e geralmente apresentam comportamento pseudoplástico (PIGATTO, 2008; TONELI, *et al.*, 2005).

O comportamento pseudoplástico é caracterizado pela redução da viscosidade com o aumento da taxa de deformação, ou seja, quando ocorre a aplicação de uma determinada força ao produto, ele se deforma (DIAZ, *et al.*, 2004).

Pseudoplasticidade é um fenômeno que caracteriza a redução da viscosidade com o aumento da taxa de deformação, o que indica um comportamento não-newtoniano (TONELLI, *et al.*, 2005).

Dispersões coloidais pseudoplásticas acentuam as características sensoriais dos alimentos, realçando o sabor do produto e reduzindo a sensação de goma percebida (LUVIELMO, *et al.*, 2009).

Segundo a Resolução nº 386 de 5 de Agosto de 1999, as gomas CMC (INS 466), guar (INS 412) e xantana (INS 415) tem função de espessante, emulsificante e estabilizante. (NETO, 2002). A sigla INS significa *International Number System*, que representa o sistema de nomenclatura dos códigos dos aditivos no mundo (RODRIGUES, 2006).

Os polissacarídeos são afetados por radicais livres e desde que os foram adicionados à formulações de alimentos, é desejável a inibição dessa oxidação. Os ácidos ascórbico, cítrico e tartárico ajudam a inibir os radicais livres (PAQUETE, *et al.*, 2010).

Para a escolha adequada de aditivos, deve-se levar em consideração vários fatores, como: aparência do produto, compatibilidade com os aditivos, conservação, considerações legais, estabilidade e aplicação (ROHR, 2007).

Segundo Cunha *et al.* (2009), no período de 2001 a 2007 no Brasil, ocorreu um grande crescimento no segmento de polissacarídeos em geral, tanto em importações quanto em exportações, o setor gerou em 2001, US\$ 2,6 bilhões de dólares, já em 2007, gerou US\$ 40 bilhões de dólares.

Segundo Borschiver *et al.* (2008) em 2015, o mercado de polissacarídeos brasileiro consumirá 1.000.000 toneladas de polissacarídeos por ano, perfazendo um mercado de US\$ 2 bilhões de dólares.

2.1.1 Goma CMC

Originada a partir de modificações químicas da celulose com o monoacetato de sódio, é também conhecida como carboximetilcelulose (ALVES, 2009; PIGATTO, 2008; ROHR, 2007).

Foi sintetizada pela primeira vez por Jacques E. Brandenberg em 1908, na tentativa de desenvolver um material impermeável. A partir daí houveram vários produtos derivados da celulose (GIL, *et al.*, 2006).

Com ampla aplicação na indústria de alimentos, a goma CMC aumenta a viscosidade de dispersões coloidais, tem a capacidade de formar filmes, possui

resistência a óleos, gorduras e solventes orgânicos, é utilizada na formulação de produtos dietéticos, é também como retentora de umidade (ROHR, 2007).

Exerce funções secundárias como a incorporação de ar em determinados produtos e evita a formação de cristais em produtos congelados (RODRIGUES, 2006).

Considerada um produto de baixo custo, é aplicada em: gelatinas, produtos em conserva, congelados, semi-congelados, patês, pescados entre outros (BESANÇON, *et al.*, 1988).

Além da indústria de alimentos, a goma CMC pode ser aplicada a indústrias cosméticas, de tintas, eletrôdos, mineração, entre outras (ALVES, 2009; ROHR, 2007).

A estrutura química é baseada no polímero β -(1,4)-D-glucopiranosose da celulose (Figura 1), permitindo a troca de no máximo nove grupos hidroxilas em cada molécula de glicose, conferindo as propriedades desejadas em determinados produtos (ALVES, 2009; ROHR, 2007).

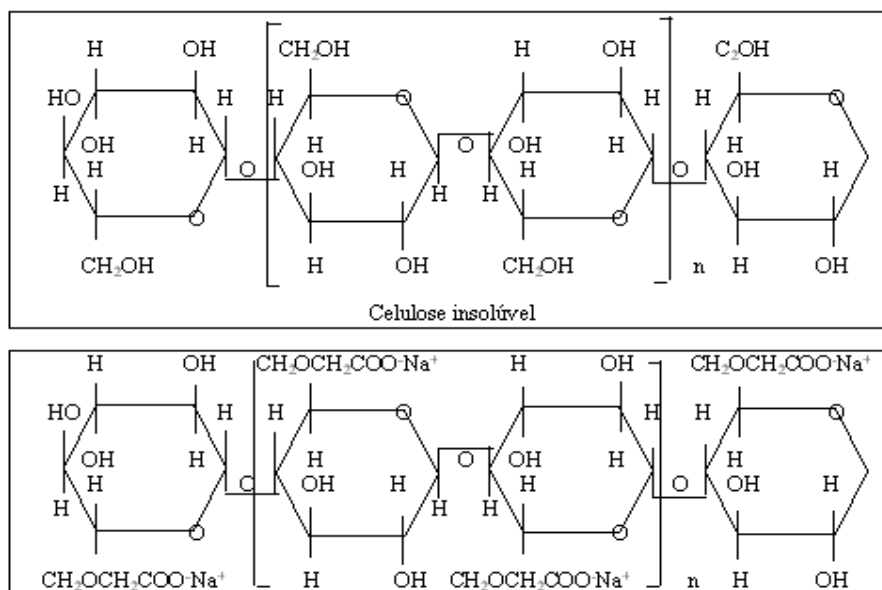


Figura 1: Estrutura química da goma CMC

Fonte: RODRIGUES, 2006.

A celulose e seus derivados são os polissacarídeos mais importados do Brasil, movimentando cerca de US\$ 190 milhões de dólares a cada cinco anos (CUNHA *et al.*, 2009).

2.1.2 Goma Guar

Originária a partir de sementes de plantas terrestres, conhecida como *Cyamopsis tetragonolobus*. A goma guar é classificada no grupo das galactomanas, pertencente a família das leguminosas (FERNANDES, *et al.*, 2006; PIGATTO, 2008).

Atinge alta viscosidade em contato com água fria, também com capacidade de se unir com outros polissacarídeos, resultando no aumento da viscosidade de uma dispersão coloidal em um fenômeno chamado sinergismo. Produz dispersões coloidais viscosas em baixas concentrações e sua viscosidade decresce com o aumento do cisalhamento (NIKAEDO, *et al.*, 2004).

Utilizada em sopas, sorvetes, bebidas, pudins, produtos de panificação, alimentos dietéticos e enterais (BESANÇON, *et al.*, 1988).

Sua estrutura química é constituída de moléculas de manose e galactose na proporção de 2:1 (Figura 2) (FOOD INGREDIENTS, 2010; BESANÇON, *et al.*, 1988).

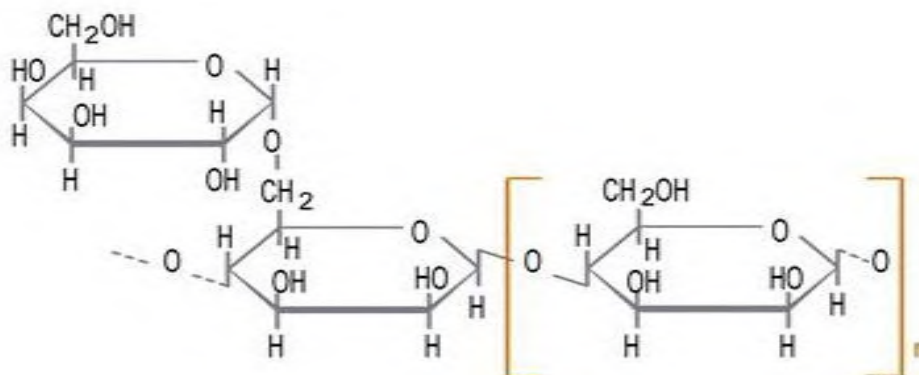


Figura 2: Estrutura química da goma guar

Fonte: BESANÇON, *et al.*, 1988.

2.1.3 Goma Xantana

Obtida a partir de bioprocessos, a goma xantana é sintetizada por bactérias fitopatogênicas do gênero *Xanthomonas campestris pv. campestris*, pertencente a família das *Pseudomonas sp.*, com elevada importância comercial (PEREIRA, 2009; PIGATTO, 2008;).

A maior vantagem de polímeros microbianos sobre os outros, são as propriedades físico-químicas reprodutíveis, além do baixo custo de produção e a

possibilidade de produção contínua sem ser afetada por sazonalidades (DIAZ, *et al.*, 2004).

Foi descoberta em 1950 por cientistas do *Northern Regional Research Laboratory*, do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos sendo a primeira goma de origem microbiana a ser utilizada na indústria de alimentos, aprovada pela *Food and Drug Administration* (FDA) em 1969, devido a sua atoxicidade. Viável como estabilizante, emulsificante e espessante para alimentos. Dispersões coloidais de xantana são altamente pseudoplásticas (BORGES, *et al.*, 2008; CORDEIRO, 2010; MESOMO, 2007; RODRIGUES, 2006).

Utilizada em diversos segmentos industriais, tais como: têxtil, petrolífero, alimentício, farmacêutico, cosmético e químico. Na indústria de alimentos é empregada para melhorar as características reológicas dos produtos, controla a viscosidade e a textura, retêm aroma e estabiliza emulsões. Aplicada em molhos, catchup, produtos de panificação, sucos, sopas, caldos, charopes, coberturas, sobremesas, produtos cárneos, e produtos com baixo teor de açúcar (FOOD INGREDIENTS, 2010; PIGATTO, 2008).

Em sua estrutura química, apresenta uma unidade básica repetitiva, constituída por unidades de glicose, possui duas moléculas de manose, e uma molécula de ácido glucurônico. Também possui moléculas de piruvato e acetil, sua cadeia principal consiste em unidades de β -D-glicose com ligações nas posições 1 e 4 (Figura 3) (BORGES, *et al.*, 2008; PEREIRA, 2009; PIGATTO, 2008).

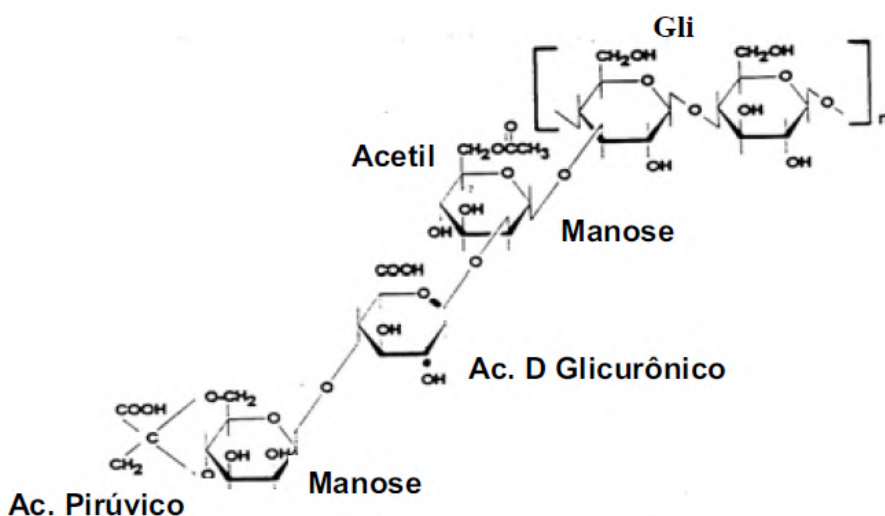


Figura 3: Estrutura química da goma xantana
Fonte: PIGATTO, 2008.

Segundo Borschiver, *et al.* (2008) o mercado de goma xantana em 2015 irá perfazer US\$ 400 milhões e 80.000 toneladas, devido ao seu elevado interesse em aplicações industriais.

O Brasil não produz goma xantana comercialmente, porém possui alto potencial para iniciar a produção, devido a existência de importantes usinas de álcool e açúcar no país, substratos adequados para o *Xanthonomas campestris pv. campestris* (BORGES, *et al.*, 2007; PIGATTO, 2008).

2.2 Ácidos Orgânicos

A maioria dos ácidos orgânicos foram descobertos por um químico sueco chamado Carl Wilhelm Sheele, que realizou mais de 20 mil experimentos, Entre suas descobertas, são atribuídos os ácidos tartárico e cítrico (FIORUCCI, *et al.*, 2002).

Importantes na indústria de alimentos, contribuem para aumentar a conservação dos alimentos, prejudicam a reprodução de microrganismos e a ação de radicais livres (RODRIGUES, 2006).

O ácido ascórbico (INS 300) tem função antioxidante e melhorador de farinha. O ácido cítrico (INS 330) tem função acidulante, antioxidante, regulador de acidez e sequestrante. E o ácido tartárico (INS 472d) tem função emulsificante (NETO, 2002).

Amplamente utilizados na indústria de alimentos como aditivos, são adicionados, com o objetivo de reduzir o pH, desempenham ação conservante, agente neutralizante, controlador de alcalinidade, agentes antimicrobianos e antioxidante (Quadro 1) (FIORUCCI, *et al.*, 2002).

Quadro 1: Aplicações dos ácidos ascórbico, cítrico e tartárico na indústria de alimentos

Aditivo	Função	Ação	Alimentos
Ácido Ascórbico	Antioxidante Estabilizante Antimicrobianos	Previne a perda de cor e sabor do produto, reage com oxigênio indesejável em alimentos. Evita a formação de nitrosaminas, é também utilizado como inibidor do crescimento de microrganismos.	Carnes Sucos Alimentos enriquecidos
Ácido Cítrico	Aromatizante Antioxidante	Utilizado como ácido forte, em aromatizante cítrico, e também como antioxidante.	Sorvetes Sucos de frutas Bebidas carbonatadas Batatas fritas
Ácido Tartárico	Acidulante	Controlador de acidez.	Fermento em pó Massas assadas

Fonte: FIORUCCI *et al.*, 2002.

2.2.1 Ácido Ascórbico

Conhecido como vitamina C, derivado da ionização de uma hidroxila em grupos enólicos (Figura 4). Tem muito significado para a nutrição humana, e pode ser encontrado em frutas e hortaliças (FIORUCCI, *et al.*, 2002; SILVA, *et al.*, 2004).

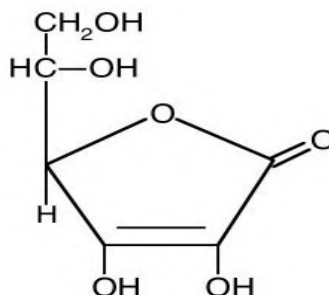


Figura 4: Estrutura química do ácido ascórbico

Fonte: BESANÇON, *et al.*, 1988.

Desempenha importantes funções biológicas relacionadas ao sistema imune do indivíduo, como formação de colágeno, absorção de ferro e atividades antioxidantes (SILVA, *et al.*, 2004). Pode ser aplicado em um amplo número de produtos, especialmente em derivados de cítricos como: morango, manga e goiaba. É adicionado para obter alimentos enriquecidos com vitamina C (FIORUCCI, *et al.*, 2002).

Classificado como um dos principais antioxidantes, previne o escurecimento de produtos, tais como: cerveja, vinho, leite e derivados. Utilizado também como estabilizante para carnes e melhorador de produtos de panificação (RODRIGUES, 2006).

2.2.2 Ácido Cítrico

Um ácido tricarbóxico considerado fraco, presente na maioria das frutas, principalmente no limão e na laranja. Sua nomenclatura oficial é denominada 2-hidroxiopropan-1,2,3- propanotricarbóxico (Figura 5) (PEREIRA, 2010; RODRIGUES, 2006).

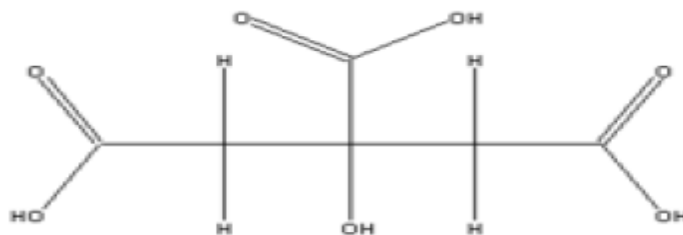


Figura 5: Estrutura química do ácido cítrico

Fonte: PEREIRA, 2009.

Aplicado amplamente em óleos, gorduras, emulsões, frutas, legumes, previne a descoloração de frutas e vegetais enlatados, com função acidulante, flavorizante, tamponante e sequestrante (PEREIRA, 2009).

Possui alto potencial de acidificação, baixo custo, não deixa sabor e aroma residual pronunciado. É um dos mais utilizados pela indústria de alimentos, pode ser adicionado em geléias, sucos, molhos e diversos outros (FIORUCCI, *et al.*, 2002).

Têm como característica marcante a alta solubilidade, previne reações indesejáveis de cor e aroma sendo considerado de baixa corrosividade para as instalações industriais (RODRIGUES, 2006).

2.2.3. Ácido Tartárico

Considerado um ácido fraco, porém com função mista e nomenclatura oficial dihidróxi-butanodióico (Figura 6). Está presente em uvas, bananas e no tamarindo (PEREIRA, 2009; RODRIGUES, 2006).

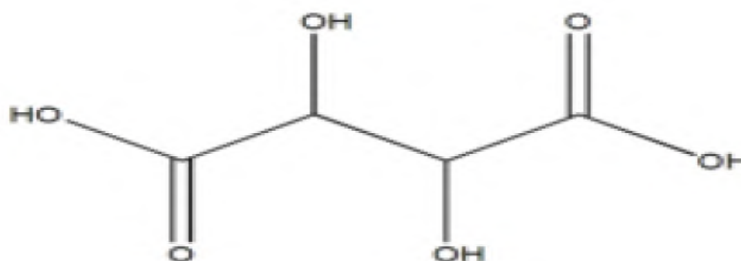


Figura 6: Estrutura química do ácido tartárico

Fonte: PEREIRA, 2009.

Utilizado nas indústrias de suco, refrigerante, vinho, caramelo, frutas e produtos de panificação. O ácido tartárico atua como intensificador do sabor de diversos produtos (PEREIRA, 2009).

Classificado como agente inativador de metais, pode ser comparado com o ácido cítrico, sendo utilizado como agente sinergista para antioxidantes (RODRIGUES, 2006).

3. MATERIAL E MÉTODOS

As atividades foram desenvolvidas no laboratório de Industrialização de Laticíneos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) no Câmpus de Ponta Grossa.

Cada polissacarídeo selecionado (CMC, guar e xantana) foi solubilizado em dispersões coloidais aquosas e também em dispersões coloidais de ácidos (ascórbico, cítrico e tartárico). Cada dispersão coloidal foi analisada em quatro temperaturas: 10, 25, 40 e 90°C, (Tabela 1).

Cada uma das 48 dispersões coloidais foram preparadas utilizando 200mL de água ou solução ácida (pH3,5) e 1g de polissacarídeo (0,5%), sendo homogeneizadas em agitador magnético (Biomixer/ Modelo WCJ-802) por 60 minutos. As dispersões coloidais preparadas permaneceram em repouso durante 24 horas, em temperatura de 7°C.

O comportamento reológico foi avaliado em Reômetro tipo Brookfield (Brookfield Engineering Laboratories/ Modelo LVT) com o sensor Spindle nº SC4-31, em uma alíquota de 8 mL de amostra, na qual foi observada a viscosidade em função da velocidade.

A velocidade rotacional variou de 1 a 100 rpm (rotação por minuto) medidas de 5 em 5 rpm em ciclos de 20 minutos. O Reômetro foi zerado antes do início das análises para garantir a confiabilidade dos resultados. As amostras foram colocadas em banho termostático até a estabilização da temperatura.

Tabela 1: Delinemeno experimental da avaliação do comportamento reológico de dispersões coloidais aquosas de polissacarídeos na presença de ácidos orgânicos em diferentes temperaturas.

Amostra	Goma	Dispersão coloidal	Temperatura
1	Xantana	Água	10 °C
2			25 °C
3			40 °C
4			90 °C
5		Ácido Ascórbico	10 °C
6			25 °C
7			40 °C
8			90 °C
9		Ácido Cítrico	10 °C
10			25 °C
11			40 °C
12			90 °C
13		Ácido Tartárico	10 °C
14			25 °C
15			40 °C
16			90 °C
17	CMC	Água	10 °C
18			25 °C
19			40 °C
20			90 °C
21		Ácido Ascórbico	10 °C
22			25 °C
23			40 °C
24			90 °C
25		Ácido Cítrico	10 °C
26			25 °C
27			40 °C
28			90 °C
29		Ácido Tartárico	10 °C
30			25 °C
31			40 °C
32			90 °C
33	Guar	Água	10 °C
34			25 °C
35			40 °C
36			90 °C
37		Ácido Ascórbico	10 °C
38			25 °C
39			40 °C
40			90 °C
41		Ácido Cítrico	10 °C
42			25 °C
43			40 °C
44			90 °C
45		Ácido Tartárico	10 °C
46			25 °C
47			40 °C
48			90 °C

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

As 48 amostras do estudo apresentaram comportamento pseudoplástico (Figuras 7, 8 e 9). Este comportamento é desejado pela indústria, uma vez que é possível obter produtos com alta viscosidade quando em repouso, ou seja, no momento do uso pelo consumidor, mas com viscosidade reduzida no momento de importantes operações unitárias, como o bombeamento de produtos por tubulações no processamento (TONELLI, *et al.*, 2005).

A intensidade do comportamento pseudoplástico variou para cada uma das amostra em função dos polissacarídeos, dos ácidos e das diferentes temperaturas analisadas, que interferiram no comportamento reológico das amostras.

A temperatura estudada mostrou-se inversamente proporcional à viscosidade para as 48 amostras, ou seja, os maiores valores de viscosidade foram encontrados nas menores faixas de temperatura entre 10 e 25° C.

A viscosidade de polissacarídeos é controlada pela concentração, que pode ser influenciada por outros componentes da dispersão coloidal. As propriedades reológicas de diversos hidrocolóides estão relacionados com a concentração e com a temperatura dos polissacarídeos (TONELLI, *et al.*, 2005; PAQUET, *et al.*, 2010).

Para as amostras de goma CMC, o comportamento reológico (Figura 7) nas quatro temperaturas, indica que a dispersão coloidal aquosa apresentou-se mais viscosa que as demais.

As amostras com adição de ácidos orgânicos, apresentou maior redução para as amostras com ácido ascórbico (A21 até A24). Já as amostras com adição de ácido cítrico e tartárico apresentaram redução de viscosidade semelhante entre si.

A viscosidade das amostras de CMC oscilou de zero mPa.s para a amostra A17 (goma CMC em dispersão coloidal aquosa a 10°C) em 1 rpm até 1019 mPa.s para a amostra A24 (goma CMC com adição de ácido ascórbico a 90°C) em 100 rpm.

Rodrigues (2006) afirma que a viscosidade da goma CMC aumenta com o aumento da temperatura ou com a substituição das moléculas constituintes.

Matuda (2008) estudou a goma CMC em concentrações de 0,2, 0,6 e 1,0% utilizada em produtos de panificação. As massas foram armazenadas durante 30 dias, reduzindo a atividade de fermentação dos pães. O volume específico dos pães estudados foi maior com adição de CMC 0,6% e fermento, quando comparados a adição de somente fermento.

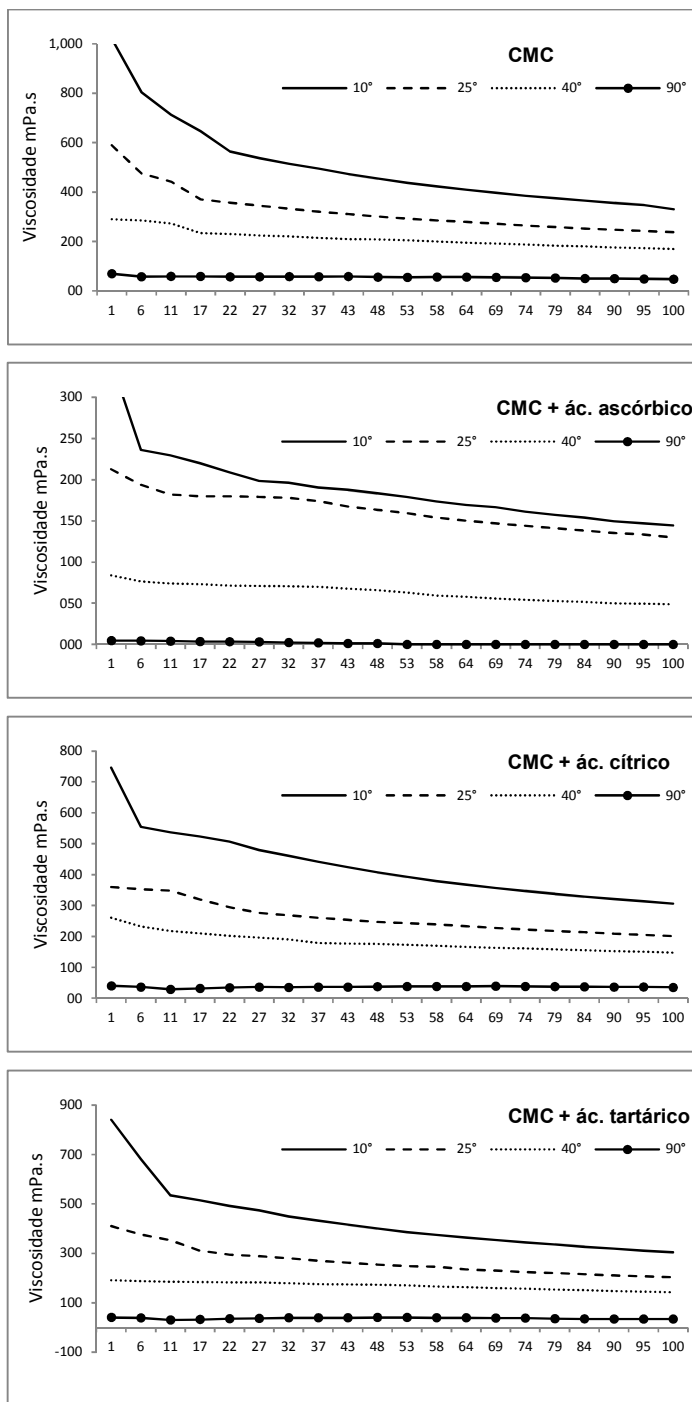


Figura 7: Comportamento reológico da goma CMC (0,5 %) em dispersão coloidal aquosa e com ácidos: ascórbico, cítrico e tartárico à 10, 25, 40 e 90°C.

Para as amostras de goma guar, os ácidos exerceram influência sobre o comportamento reológico (Figura 8). A maior redução foi observada nas amostras com ácido ascórbico.

Para os ácidos cítrico e tartárico, a redução apresentou-se de forma semelhante para todas as temperaturas quando comparadas à amostra em dispersão coloidal aquosa.

A viscosidade das amostras de goma guar oscilou de 1,47 mPa.s para a amostra A39 (goma guar em dispersão coloidal de ácido ascórbico a 90° C) em 100 rpm até 529 mPa.s para a amostra A45 (goma guar em dispersão coloidal de ácido tartárico a 10° C) em 1 rpm.

Segundo Nikaedo, *et al.* (2004) a goma guar atinge alta viscosidade em contato com água fria e produz dispersões coloidais viscosas em baixas concentrações.

Em um estudo desenvolvido por OLIVEIRA, *et al.* (2005) observou-se que a goma guar em concentração de 0,5% melhora a incorporação de ar e a estabilidade da massas de sorvetes quando comparadas em concentrações de 0,2 a 0,4% de goma guar adicionadas nas formulações.

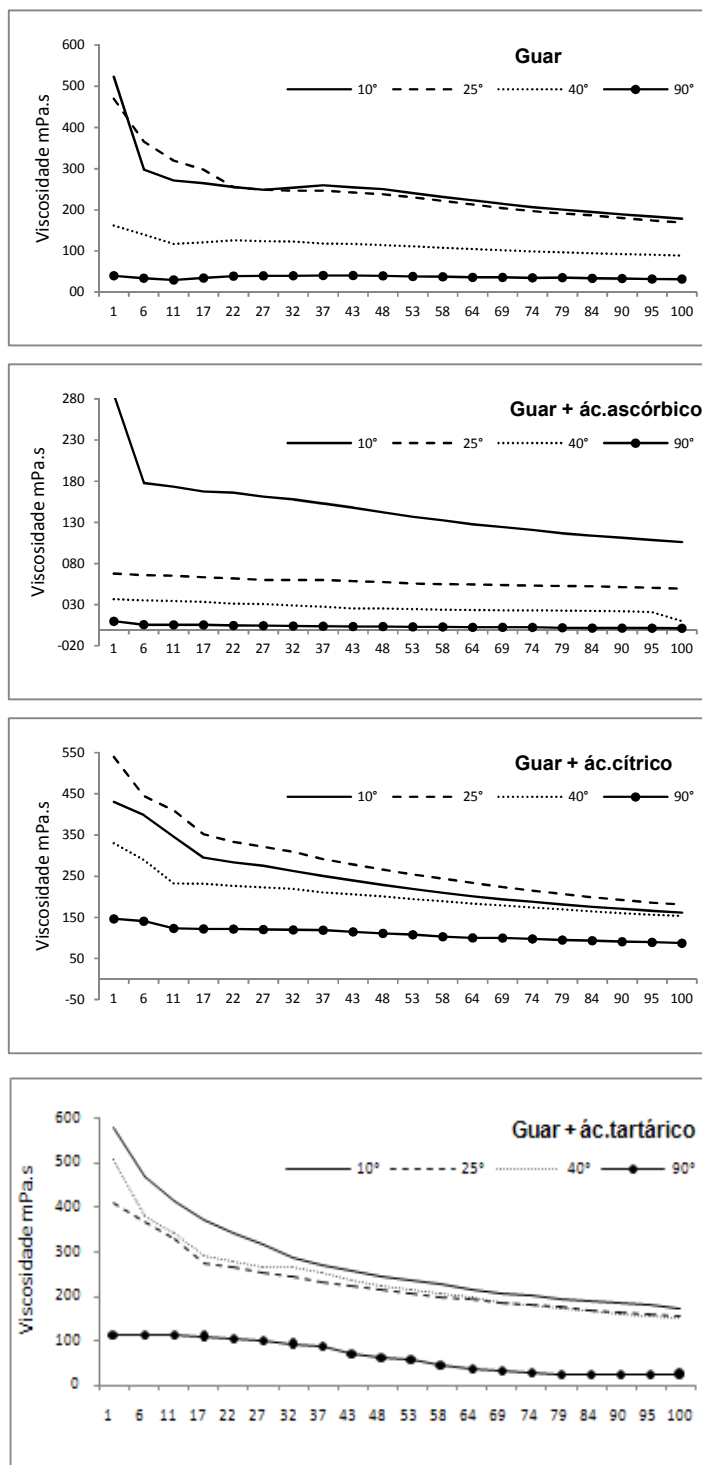


Figura 8: Comportamento reológico da goma guar (0,5 %) em dispersão coloidal aquosa e com ácidos: ascórbico, cítrico e tartárico à 10, 25, 40 e 90°C.

Para goma xantana, o comportamento reológico (Figura 9) apresentou-se maior estabilidade à adição dos ácidos, não sofrendo alterações em 10 e 25°C. A

partir de 40°C, o ácido tartárico apresentou maior influência sobre a viscosidade, seguido do ácido cítrico, variando apenas 5% entre si.

O ácido tartárico foi o que menos contribuiu para a redução da viscosidade quando comparado aos demais ácidos, sendo esse efeito somente observado em 90°C. Foi o ácido que apresentou maior redução comparado aos demais.

A viscosidade das amostras de goma xantana oscilou de zero mPa.s para a amostra A8 (xantana em dispersão coloidal de ácido ascórbico a 90° C) em 100 rpm até 19375,9 mPa.s para a amostra A13 (xantana em dispersão coloidal de ácido tartárico a 10° C) em 1 rpm.

As propriedades reológicas da goma xantana permitem a formação de soluções viscosas em baixas concentrações (0,05 a 1,0 %), tendo estabilidade em uma ampla faixa de pH e em diferentes temperaturas (DIAZ, *et al.*, 2004; PEREIRA, 2009; PIGATTO, 2008).

A viscosidade de goma xantana não é fortemente afetada com mudanças de pH, dependendo de sua concentração. As dispersões coloidais de xantana são resistentes ao calor podem se manter em elevadas temperaturas por prolongados períodos sem muitas alterações na viscosidade, sendo também estáveis a frio (BORGES, *et al.*, 2008; PIGATTO, 2008).

Matuda (2008) afirma que a goma xantana em concentrações de 0,2, 0,6 e 1,0% utilizada em produtos de panificação, armazenadas durante 30 dias, afirma que reduziu a atividade de fermentação as massas. Porém, o volume específico das massas foi maior com adição de hidrocolóides (goma CMC e goma xantana) e fermento, quando comparados a adição de somente fermento as massas.

Em um estudo realizado por Borges, *et al.* (2009), observou-se que na temperatura de 80°C ocorreu acentuada redução da viscosidade em dispersões coloidais de xantana com a taxa de deformação 60 rpm. O aumento da temperatura reduz a pseudoplasticidade da goma xantana nas temperaturas entre 65 e 80°C.

Matta (2009) afirma que a goma xantana é pouco afetada em temperaturas que variam de 10 a 90°C. Afirma também que essa goma possui elevada viscosidade e plasticidade.

Para goma xantana Luvielmo, *et al.* (2009) afirma que a temperatura pode variar entre 4 e 93°C não afetando a viscosidade das dispersões coloidais de polissacarídeos, dependendo de suas concentrações e de seus componentes.

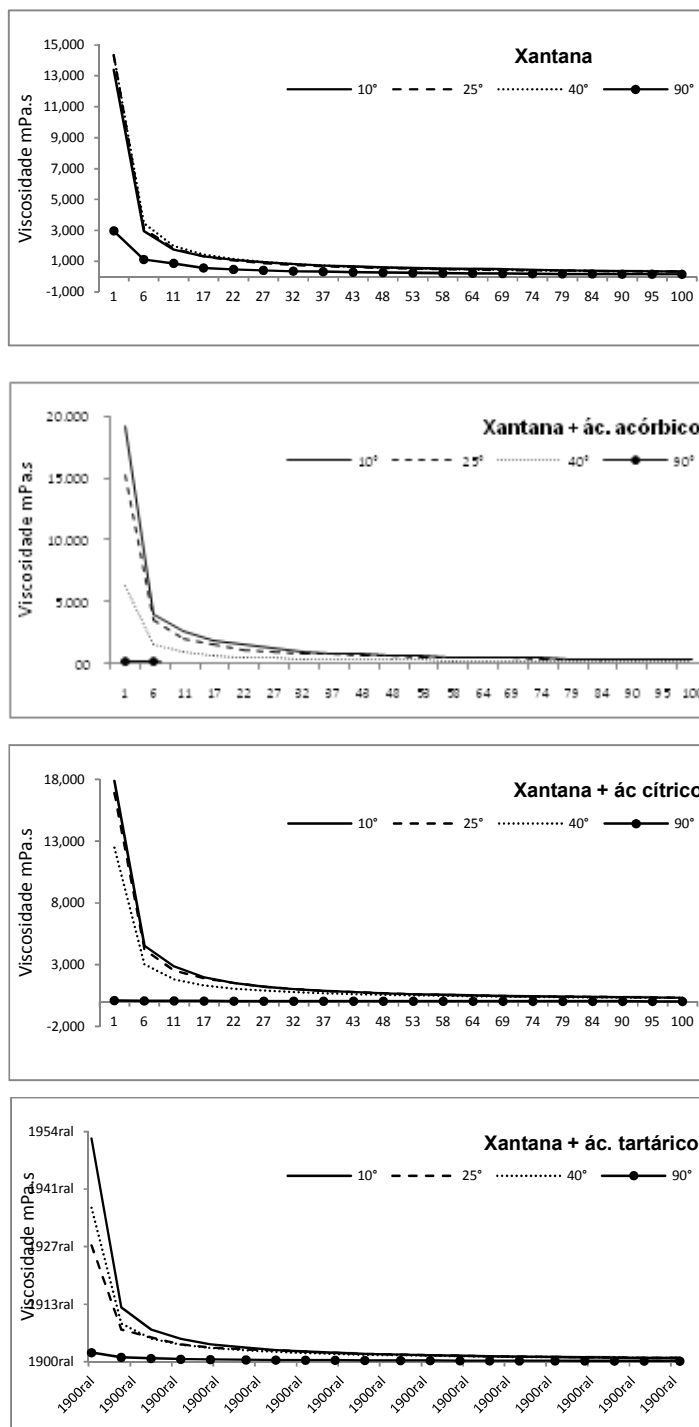


Figura 9: Comportamento reológico da goma xantana (0,5 %) em dispersão coloidal aquosa e com ácidos ascórbico, cítrico e tartárico à 10, 25, 40 e 90°C.

5. CONCLUSÃO

Todas as amostras apresentaram comportamento pseudoplástico, para cada amostra em função dos polissacarídeos, dos ácidos e das temperaturas utilizadas.

A goma xantana foi a que apresentou maior estabilidade reológica diante das demais gomas estudadas, com as dispersões coloidais aquosas, e ácidas.

A viscosidade apresentou-se inversamente proporcional à temperatura para as 48 amostras, sendo que os maiores valores de viscosidade foram encontrados nas menores faixas de temperatura, que também influenciou no comportamento reológico das amostras.

Para todos os polissacarídeos a viscosidade foi maior em dispersões coloidais aquosas, seguidas pelas dispersões de ácido tartárico, cítrico e ascórbico. As dispersões coloidais aquosas apresentaram-se mais viscosas que as dispersões coloidais ácidas.

Concluindo que os ácidos orgânicos e as diferentes temperaturas analisadas influenciaram no comportamento reológico das 48 amostras.

6. REFERÊNCIAS

ALVES, Mariana. **A aplicabilidade do polímeros carboximetilcelulose (CMC)**. Trabalho de Conclusão de Curso Superior de Tecnologia em Produção com Ênfase em Plásticos. Centro Tecnológico da Zona Leste. São Paulo, 2009.

AMARIZ, Andréia; LIMA, Maria Auxiliadora C. de; TRINDADE, Danielly C. G. da; RIBEIRO, Thalita P.; SANTOS, Ana Cristina N. dos; COSTA, Ana Carolina S.; SOUZA, Sandra O. **Aplicação de revestimento de carboximetilcelulose combinados com dextrina e armazenamento refrigerado de manga 'Tommy Atkins'**. Pesquisa em parceria com a Embrapa e Universidade Federal de Viçosa. Petrolina, 2007

BESANÇON, Pierre; *et al.* **Aditivos y auxiliares de fabricación em La industrias agroalimentarias**. Editorial: Acribia S.A. Zaragoza – España, 1988.

BORSCHIVER, Suzana; ALMEIDA, Luiz F. M.; ROITMAN, Tamar. Monitoramento tecnológico e mercadológico de biopolímeros. **Revista Polímeros: Ciência e Tecnologia**, volume 18, número 3, páginas 256-261. Rio de Janeiro, 2008.

BORGES, Caroline Dellinghausen; BASTOS, Caroline Peixoto; VENDRUSCOLO, Claire Tondo. **Avaliação das características físico- químicas de gomas xantanas**. Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas, volume 28, número 2, páginas 107- 114. Londrina, 2007.

BORGES, Caroline Dellinghausen; VENDRUSCOLO, Claire Tondo. **Goma Xantana: características e condições operacionais de produção**. Semina: Ciências Biológicas e da Saúde, volume 29, número 2, páginas 171- 188. Londrina, 2008.

BORGES, Caroline Dellinghausen; VENDRUSCOLO, Claire Tondo. Comportamento reológico de xantana produzida por *Xanthomonas arboricola* pv pruni para aplicação em fluidos de perfuração de poços de petróleo. **Revista Polímeros: Ciência e Tecnologia**, volume 19, número 2, páginas 160- 165. Londrina, 2009.

CORDEIRO, Adriana Rute, **Goma xantana: propriedade e aplicações para obtenção**. Monografia de Especialização do Programa de Pós- graduação em processos biotecnológicos. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2010.

CUNHA, Pablyana Leila R.; PAULA, Regina Célia M.; FEITOSA, Judith P.A. Polissacarídeos da biodiversidade brasileira: uma oportunidade de transformar

conhecimento em valor econômico. **Revista Química Nova**, volume 32, número 3 páginas 649-660. Fortaleza, Ceará, 2009.

DIAZ, Patrícia Silva; VENDRUSCOLO, Claire Tondo; VENDRUSCOLO, João Luiz Silva. **Reologia de xantana: uma revisão sobre a influência de eletrólitos na viscosidade de soluções aquosas de gomas xantana**. Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas volume 25, número 1, páginas 15- 28. Londrina, 2004.

FERNANDES, Luciana Rodrigues, XISTO, Marilene Diniz, PENNA, Michele Groenner, MATOSINHOS, Izabela Mascarenhas, LEAL, Matheus Calab, PORTUGAL, Luciane Rodrigues; LEITE, Jaqueline I. Alvarez. **Efeito da goma guar parcialmente hidrolizada no metabolismo de lipídeos e na aterogênese de camundongos**. Departamento de Bioquímica e Imunológica, Instituto de Ciências Biológicas. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2006.

FIORUCCI, Antônio Rogério; SOARES, Marlon Herbert Flora Barbosa; CAVALHEIRO, Éder Tadeu Gomes. Ácidos orgânicos: dos primórdios da química experimental à sua presença em nosso cotidiano. **Revista Química Nova Escola** número 15, páginas 6- 10. São Carlos, 2002.

FOOD INGREDIENTS. Estabilizantes. **Revista Food Ingredients do Brasil**, número 14 páginas 42-48. Brasil, 2010.

FREITAS, Jean Carlos de Oliveira; QUEIROZ, Alexandre José de Melo; FIGUEIRÊDO, Rosana Maria Feitosa de; RODRIGUES, Adriana Evangelista. Combinações de mel e acerola em pó: Avaliação Reológica. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, volume 6, número 1, páginas 87-95. Campina Grande, 2004.

GIL, M.H.; FERREIRA, P. Polissacarídeos como biomateriais. **Revista Química. Grupos Glucídicos**, número 100, páginas 72-74. Rio de Janeiro, 2006.

LUVIELMO, Marcia de Mello; SCAMPARINI, Adilma Regina Pippa. Goma xantana produção, recuperação, propriedades e aplicação. **Revista: Estudos Tecnológicos**, volume 5, número 1, páginas 50- 67. São Paulo, 2009

MATTA Júnior, Manoel Divino da. **Caracterização de biofimes obtidos a partir de amido de ervilha (*Psium sativum*) associado a goma xantana e glicerol**. Dissertação de Mestrado do Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2009.

MATUDA, Tatiana Guinoza. **Estudo do congelamento da massa de pão: determinação experimental das propriedades termofísicas e desempenho de panificação.** Tese de Doutorado em Engenharia Química. Escola politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2008.

MESOMO, Michele Cristiane. **Produção de goma xantana em biorreator utilizando meio a base de soro de queijo.** Dissertação de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos. Centro Tecnológico de Uri. Campus de Erechim, Rio Grande do Sul. Erechim, 2007.

NETO, Gonzalo Vecina; **Resolução nº 386, de 5 de Agosto de 1999. Contemplada pela RDC (Resolução da Diretoria Colegiada) número 234 de 19 de Agosto de 2002, alterada pela RDC (Resolução da Diretoria Colegiada) RE número 140 de 9 de Agosto de 2002.** Agência Nacional da Vigilância Sanitária (ANVISA). Ministério da Saúde. Brasil, 2002.

NIKAEDO, Patrícia Hikedo Lemos; AMARAL, Florence Franco; PENNA, Ana Lucia Barreto. Caracterização tecnológica de sobremesas lácteas achocolatadas cremosas, elaboradas com concentrado protéico de soro e misturas de goma carragena e guar. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, volume 40, número 3. São Paulo, 2004.

NORTE, Maria I. de Jesus; FRANCA, Lorena Galdino; ALMEIDA, Fernanda Godim; OLIVEIRA, Ana C Monteiro; CHAVES, Maria J. Lima; BRAGA, Renata Chastinet; SILVA, Mayara Salgado. **Teste do uso de polissacarídeos de carolina e tamarino como espessantes no suco de acerola.** Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia. Limeira do Norte, 2010.

OLIVEIRA, Andressa Lopes de; SILVA, Guilherme Flora da; SOBRAL, Paulo José do Amaral; OLIVEIRA, Carlos Augusto Fernandes de; HABITANTE, Ana Mônica Quinta Barbosa. Propriedades físicas de misturas de *sherbet* de mangaba. **Revista Agropecuária brasileira**, volume 40, número 6, páginas 581-586. Brasília, 2005.

PAQUET, E.; TURGEON, S.L.; LEMIEUX, S. Effect of xanthan gum on the degradation of cereal B- glucan by ascorbic acid. Institute of Nutraceuticals and Functional Food (INAF). **Journal of Cereal Science** 52. Université Laval, Quebec, Canada, 2010.

PEREIRA, Elizabete Regina Braga. **Cobertura de framboesa (*Rubus idaeus*): Efeito de espessantes e ácidos no processamento e estabilidade.** Dissertação de Mestrado do Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia. Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2009.

PIGATTO, Gisele. **Irradiação UV em *Xanthonomas campestris pv. campestris* visando a produção da goma xantana.** Dissertação de Mestrado do Programa de Pós Graduação em Microbiologia do Instituto de Biociências. Universidade Estadual de São Paulo. São José do Rio Preto, 2008.

QUENEHENN, Alessandra. **Efeito da temperatura no reológico de mel de flores silvestres e eucalipto.** Trabalho de Conclusão de Curso do Curso Superior de Tecnologia em Processamento de Alimentos Vegetais. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2008.

RODRIGUES, Sabrina Ávila. **Efeito de acidulantes, espessantes e cultivadores nas características físico-químicas e estruturais do *topping* do mirtilo.** Dissertação de Mestrado do Programa de Pós- Graduação em Ciência e Tecnologia Agroindustrial. Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2006.

ROHR, Thiago Gusmão. **Estudo reológico da mistura de carboximetilcelulose/ amido e sua utilização como veículo de inoculação bacteriano.** Dissertação de Mestrado da Pós graduação em Engenharia Química. Universidade Federal Rural do Rural do Rio de Janeiro. Seropédica, 2007.

SILVA, Mara Reis; SILVA, Maria Sebastiana; OLIVEIRA, Jeanne Silva. **Estabilidade do ácido ascórbico e pseudofrutos de caju-do-cerrado refrigerados e congelados.** Faculdade de Nutrição. Universidade Federal de Goiás. Revista: Pesquisa Agropecuária Tropical, número 34 páginas 9-14. Goiânia, 2004.

TAVERNARI, Fernando de Castro; CARVALHO, Thony Assis; LIMA, Heder J. D'ávila. Polissacarídeos não amiláceo solúvel na dieta de suínos e aves. **Revista Eletronica Nutrime**, artigo 68, volume 5, número 5, página 689. São Paulo, 2008.

TONELI, Juliana Tóffano de Campos Leite; MURR, Fernanda Elisabeth Xidieh; PARK, Kil Jin. Estudo da reologia de polissacarídeos utilizados na indústria de alimentos. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**. Edição Especial, volume7, número 2, páginas 181- 204. Campina Grande, 2005.

VALSECHI, Octávio Antonio, **Aditivos**. Texto transcrito de material didático fornecido pela Sociedade brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos. Universidade Federal de São Carlos. Centro de Ciências Agrárias. Araras, São Paulo, 2001.