A young woman with dark hair, wearing a white lab coat with blue trim, is looking through a black and white compound microscope. She is smiling slightly. The background is a warm orange color with a faint network of orange lines and dots. The text is in white on the right side.

# Atividades de Pesquisa em Biotecnologia e Nanociências

---

Benedito Rodrigues da Silva Neto  
(Organizador)

Benedito Rodrigues da Silva Neto  
(Organizador)

# Atividades de Pesquisa em Biotecnologia e Nanociências

Atena Editora  
2019

2019 by Atena Editora  
Copyright © Atena Editora  
Copyright do Texto © 2019 Os Autores  
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora  
Editora Executiva: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Antonella Carvalho de Oliveira  
Diagramação: Natália Sandrini  
Edição de Arte: Lorena Prestes  
Revisão: Os Autores

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

### **Conselho Editorial**

#### **Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### **Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

#### **Ciências Biológicas e da Saúde**

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

### **Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

### **Conselho Técnico Científico**

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo  
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba  
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Prof.ª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará  
Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista  
Prof.ª Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia  
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof.ª Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal  
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)</b>	
A872	Atividades de pesquisa em biotecnologia e nanociências [recurso eletrônico] / Organizador Benedito Rodrigues da Silva Neto. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019.  Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-435-1 DOI 10.22533/at.ed.351192506  1. Biotecnologia. 2. Nanotecnologia. I. Silva Neto, Benedito Rodrigues da.  CDD 553.7
<b>Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422</b>	

Atena Editora  
Ponta Grossa – Paraná - Brasil  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
contato@atenaeditora.com.br

## APRESENTAÇÃO

Quando utilizamos o termo Biotecnologia estamos mencionando um conceito na verdade muito antigo, porém extremamente atual e futurista. A muito tempo a humanidade se utiliza dos processos biotecnológicos para a obtenção de novos produtos, todavia o avanço da tecnologia em todos os seus aspectos tem oferecido estratégias e ferramentas altamente eficientes para maximizar a obtenção desses produtos essenciais para a subsistência do homem.

A revolução tecnológica contribuiu grandemente com a evolução no campo da pesquisa básica e aplicada e as descobertas propiciadas por tecnologias mais apuradas possibilitaram um entendimento mais profundo dos mecanismos moleculares gerando cada vez mais novas perspectivas.

Tudo isso culminou em investimentos públicos e privados, favorecendo o desenvolvimento principalmente de regiões onde a tecnologia é priorizada. Todavia outras regiões também tem crescido e avançado à medida que investem esforços em patentes, aplicações comerciais e prestação de serviços especializados. Assim, destacamos a importância desta literatura aqui publicada, haja vista a diversidade de capítulos que abordam temas e conceitos atuais das nanociências aplicadas.

São diversas as possibilidades de aplicações biotecnológicas em diversos campos, neste livro tentaremos otimizar os conceitos biotecnológicos e das nanociências abordando potencialidades de aplicação da biotecnologia no campo da saúde, nutrição, farmacologia, toxicologia e biologia molecular que têm atraído o interesse de pesquisadores, da indústria, investidores privados e empreendedores e muitos outros visionários.

Nosso profundo desejo é que esta obra seja o “ponta-pé” inicial para que outros livros nessa mesma perspectiva possam ser elaborados pela comunidade científica do nosso país. Parabenizamos cada autor pela teoria bem fundamentada aliada à resultados promissores, e principalmente à Atena Editora por permitir que o conhecimento seja difundido e disponibilizado para que acadêmicos e docentes tenham em mãos material fundamentado nessa área tão promissora.

Benedito Rodrigues da Silva Neto

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
AVALIAÇÃO SENSORIAL E MICROBIOLÓGICA NA PRODUÇÃO DE GELEIA TIPO EXTRA DE MANGA COM CRAVO-DA-ÍNDIA	
Raul Felipe de Queiroz Freitas	
Dauany de Sousa Oliveira	
João Paulo do Rêgo Bezerra Travassos	
Pedro Victor Crescêncio de Freitas	
Sinthya Kelly Queiroz Moraes	
Jonnathan Silva Nunes	
Maria Eduarda Dantas Cândido	
Maria Mikalele da Silva Fernandes	
Alfredina dos Santos Araújo	
Maíra Felinto Lopes	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3511925061</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>11</b>
AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DE SORVETE DE MANGA A BASE DE KEFIR ELABORADO COM DIFERENTES TIPOS DE EDULCORANTES	
João Paulo do Rego Bezerra Travassos	
Wisla Kívia de Araújo Soares	
Larissa da Silva Santos Pinheiro	
Alfredina dos Santos Araújo	
Katiane Araújo do Bomfim	
Pedro Victor Crescêncio de Freitas	
Dauany de Sousa Oliveira	
Francisco Bruno Ferreira de Freitas	
Gloria Louine Vital da Costa	
Gleyson Batista de Oliveira	
Ranyelly Wellen Florentino de Oliveira	
Ayla Dayane Ferreira de Sá	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3511925062</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>20</b>
COMO AS TÉCNICAS DE BIOLOGIA MOLECULAR AVANÇAM A PESQUISA SOBRE REGENERAÇÃO EM PLANÁRIAS?	
Reginaldo Ramos de Lima	
Benedito R. Da Silva Neto	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3511925063</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>26</b>
ELABORAÇÃO E AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA FARINHA DE CASCAS DO LIMÃO TAHITI	
Katia Davi Brito	
Emmanuel da Paixão Neto	
Antonio Jackson Ribeiro Barroso	
Flavia Cristina dos Santos Lima	
Henrique Bruno Lima de Oliveira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3511925064</b>	

<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>33</b>
ELABORAÇÃO E AVALIAÇÃO SENSORIAL DE BARRA DE CEREAL ADICIONADA COM SEMENTE DE MORINGA ( <i>Moringa oleífera Lam.</i> )	
Thamires Queiroga dos Santos Ana Paula Costa Câmara Maíra Felinto Lopes Hozana Maria de Figueiredo Silva Robson Rogério Pessoa Coelho Fabrício Alves de Moraes	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3511925065</b>	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>40</b>
ESTUDO COMPARATIVO DOS EFEITOS DO USO DE DIFERENTES ADOÇANTES SOBRE AS CARACTERÍSTICAS REOLÓGICAS DE BOLOS TIPO ESPONJA	
Alba Valéria de Oliveira Barbosa	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3511925066</b>	
<b>CAPÍTULO 7</b> .....	<b>49</b>
FARMACOGENÉTICA E CÂNCER DE MAMA: PESQUISA INTEGRATIVA	
Marília Silva Marques Benedito R. Da Silva Neto	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3511925067</b>	
<b>CAPÍTULO 8</b> .....	<b>63</b>
INFLUÊNCIA DE REGULADORES DE CRESCIMENTO NA DIFERENCIAÇÃO CELULAR <i>IN VITRO</i> DE EXPLANTES FOLIARES DE PEQUIZEIRO ( <i>Caryocar brasiliense</i> )	
Bruno Henrique Gomes Ana Paula Caetano Procópio Mariane Rabelo Coelho Fernandes Maristela Mota Moraes Carolina de Souza Misawa Paula Guimarães Rabelo Mariana Gonçalves Mendes Ana Paula Oliveira Nogueira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3511925068</b>	
<b>CAPÍTULO 9</b> .....	<b>73</b>
INFLUÊNCIA DA SONICAÇÃO NO TAMANHO DE GOTÍCULA DE NANOEMULSÕES CONTENDO EXTRATO DE <i>Physalis Peruviana</i>	
Suelen Santos da Silva Maiara Taís Bazana Cristiane de Bona da Silva César Augusto Bizzi Cristiano Ragagnin de Menezes Cristiane Franco Codevilla	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3511925069</b>	

<b>CAPÍTULO 10</b> .....	<b>83</b>
PRODUÇÃO DA ALGA <i>Scenedesmus subspicatus</i> UTILIZANDO EFLUENTE BRUTO DE ABATEDOURO DE AVES COMO MEIO ALTERNATIVO DE CULTIVO	
Elizabeth Venialgo Hotz da Silva Luis Fernando Souza Gomes Raquel Stroher Francieli Fernandes de Assis	
<b>DOI 10.22533/at.ed.35119250610</b>	
<b>CAPÍTULO 11</b> .....	<b>86</b>
NANOTUBOS DE CARBONO – UMA REVISÃO SOBRE PROPRIEDADES, APLICAÇÕES E ASPECTOS TOXICOLÓGICOS	
Carolina Alvarenga Turini Paula Cristina Batista de Faria	
<b>DOI 10.22533/at.ed.35119250611</b>	
<b>CAPÍTULO 12</b> .....	<b>99</b>
MEMBRANA DE ULTRAFILTRAÇÃO MODIFICADA COM DIÓXIDO DE TITÂNIO PARA REMOÇÃO DE NITRATO PRESENTE EM SOLUÇÃO AQUOSA	
Eduarda Freitas Diogo Januário Taynara Basso Vidovix Natália de Camargo Lima Beluci Nicole Novelli do Nascimento Angélica Marquetotti Salcedo Vieira Rosângela Bergamasco	
<b>DOI 10.22533/at.ed.35119250612</b>	
<b>SOBRE O ORGANIZADOR</b> .....	<b>115</b>



## ESTUDO COMPARATIVO DOS EFEITOS DO USO DE DIFERENTES ADOÇANTES SOBRE AS CARACTERÍSTICAS REOLÓGICAS DE BOLOS TIPO ESPONJA

**Alba Valéria de Oliveira Barbosa**

Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia do Sertão Pernambucano  
Ouricuri-PE

**RESUMO:** Bolos são produtos de panificação muito apreciados pelos consumidores, no entanto, por ser muito calórico, seu consumo juntamente com outros alimentos de sabor doce tem sido associado ao aumento da incidência de doenças crônicas ligadas ao consumo do açúcar. Estudos relacionados a redução calórica de bolos, demonstraram que a substituição é possível desde que seja associado ao adoçante um agente de volume, já que o açúcar atua diretamente na qualidade estrutural desse produto como agente de volume responsável pelo aumento da viscosidade e assim manutenção da estrutura adequada dos bolos. Esse trabalho teve como objetivo comparar os efeitos do uso de diferentes adoçantes como substituto do açúcar nas características reológicas de bolos tipo esponja. Os resultados demonstraram que apesar de proporcionar um aumento na viscosidade as soluções de adoçante e goma não foram capazes de reter as bolhas de ar formadas prejudicando assim a expansão do produto e consequentemente afetando negativamente as características reológicas ao passo que se elevava o nível de

substituição.

**PALAVRAS-CHAVE:** Bolos; Redução calórica; características reológicas

### COMPARATIVE STUDY OF THE EFFECTS THE USE OF DIFFERENT SWEETENERS ON THE REOLOGICAL CHARACTERISTICS OF SPONGE CAKE

**ABSTRACT:** Cakes are baking products widely appreciated by consumers, however, because they are very caloric, their consumption along with other sweet-tasting foods has been associated with an increase in the incidence of chronic diseases linked to sugar consumption. Studies related to the caloric reduction of cakes have shown that substitution is possible provided that a volume agent is associated with the sweetener, since the sugar acts directly on the structural quality of that product as volume agent responsible for the increase of the viscosity and thus maintenance of the structure of the cakes. This work aimed to compare the effects of the use of different sweeteners as a substitute for sugar in the rheological characteristics of sponge type cakes. The results demonstrated that despite providing an increase in viscosity the sweetener and gum solutions were not able to retain the formed air bubbles thereby impairing the product expansion and consequently adversely

affecting rheological characteristics while raising the replacement level.

**KEYWORDS:** Cakes; Caloric reduction; rheological characteristics

## INTRODUÇÃO

O bolo vem adquirindo crescente importância no que se refere ao consumo e comercialização no Brasil, por apresentarem alta versatilidade e sabor agradável ao paladar brasileiro. No entanto em razão de conter altos níveis de açúcar e gordura, o mesmo é considerado um alimento muito calórico, onde estudos revelaram que a ingestão de alimentos ricos em calorias, estão ligados ao aumento do número de ocorrências de doenças crônicas como o diabetes (LEE; LIN, 2005; BORGES et al, 2006).

O Ministério da Saúde (2017) em pesquisa recente revelou dados alarmantes sobre o aumento do índice de diabetes em brasileiros, os índices elevaram-se a 61,8% em 10. Entre 2006 e 2016, o número de pessoas que dizem saber do diagnóstico de diabetes passou de 5,5% para 8,9%. O crescimento do diabetes é uma tendência mundial, devido ao envelhecimento da população, mudanças dos hábitos alimentares e prática de atividade física.

Estudos sobre a redução do açúcar datam desde a década de 80, onde se tem demonstrado que a redução substancial do açúcar pode ser feita em formulações tradicionais usando uma combinação de um adoçante de alta intensidade e um espessante de baixa caloria (BENNION; BAMFORD, 1997).

O uso de adoçantes artificiais como substituto do açúcar em formulações de bolos vem sendo exaustivamente estudado, entretanto essa substituição resulta em defeitos prontamente detectáveis em suas estruturas. O uso conjunto de um adoçante e um agente espessante, vem sendo testado com o intuito de solucionar ou minimizar os problemas relacionados da redução do açúcar nos bolos (BATTOCHIO, 2007).

Sob esta perspectiva, a indústria de panificação tem o desafio de produzir bolos menos calóricos, sem alterar sua qualidade, visto que, o papel do açúcar é importante, pois o mesmo age restringindo a formação do glúten, retardando as temperaturas de desnaturação proteica e a gelatinização do amido, e por consequência, contribuindo para o aumento do volume e formação da textura (FRYE; SETSER, 1991; MANISHA; SOUMYA; INDRANI, 2012; RONDA et al, 2005).

As massas de bolo são uma emulsão complexa óleo em água com uma fase aquosa contínua contendo ingredientes secos dissolvidos ou suspensos.

O açúcar atua como agente de volume, mantendo estável a emulsão pois aumenta a viscosidade da massa possibilitando maior retenção das células de ar incorporadas durante a mistura dos ingredientes contribuindo para a estabilidade e um maior volume desejado nos bolos (Schimer et al., 2012). Quando essa viscosidade é muito baixa, a massa não consegue reter as células de ar incorporadas, resultando em bolos de

baixo volume (RONDA et al., 2011).

Portanto, compreender o efeito da substituição do açúcar por combinações de adoçantes artificiais e agentes espessantes sobre as características reológicas das massas de bolo é essencial para o desenvolvimento de formulações com reduzido teor de açúcar sem acarretar prejuízos a sua estrutura, já que essas exercem efeitos durante o processamento e sobre as características finais do bolo (RONDA et al., 2011).

Objetivou-se, com esse trabalho, preparar bolos com substituições crescentes do açúcar por uma combinação de adoçantes (sucralose e acessulfame K) e espessante e comparar os efeitos dessa substituição ao açúcar sobre as características reológicas dos bolos.

## MATERIAL E MÉTODOS

**Material:** No preparo dos bolos com reduzido teor calórico, além dos ingredientes convencionais utilizou-se também os adoçantes: Sucralose, cedido gentilmente pela TATE & LYLE (São Paulo-SP) e o acessulfame K, cedido generosamente pela M. Cassab (São Paulo-SP) utilizados como agentes de doçura, selecionados pela sua resistência a altas temperaturas, e a goma xantana usada como agente de volume foi fornecida pela Gastronomy lab (Brasília-DF).

**Preparo dos bolos:** Para o preparo dos bolos com teor calórico reduzido, utilizou-se uma formulação controle otimizada por Cavalcante (2012), Foram elaboradas 7 (sete), mantendo fixas as proporções dos ingredientes, farinha de trigo, leite em pó, fermento químico, margarina, variando apenas a quantidade de açúcar no qual foi substituído em reduções crescentes pela solução dos adoçantes a 1% e goma xantana a 1,5%, totalizando 7 formulações para cada adoçante, com os mesmos níveis de substituição, para facilitar a comparação entre ambos, cuja codificação baseou-se no nível de substituição do açúcar pela solução dos adoçantes e goma xantana de acordo com o exposto na tabela 01, sendo F0, a formulação controle contendo apenas o açúcar na formulação.

Codificação das formulações	Nível de substituição do açúcar pela solução adoçante e goma (%)	Proporção de açúcar (g)	Proporção de solução de adoçante e goma (g)
Controle (F0)	0,00	155,88	0,00
F10	10,00	140,28	31,17
F19	19,00	126,27	59,23
F27	27,10	113,64	84,49
F34	34,39	102,28	107,21
F40	40,95	92,05	127,66
F46	46,86	82,83	146,09
F52	52,17	74,56	162,64

Definida as formulações, procedeu-se o preparo dos bolos, onde utilizou-se o método rápido de preparo no qual consiste em adicionar e bater os ingredientes em uma só etapa sem acarretar prejuízos a formação estrutural do bolo, depois de misturados os ingredientes foram batidos em batedeira comum por 1 (um) minuto na velocidade 1, para permitir a incorporação de ar necessária para o desenvolvimento dos bolos, depois de batidos os ingredientes, a massa obtida foi vertida em forma tipo W e levada para assar em forno elétrico previamente aquecido por 30 minutos a 180°C. Antes de serem levadas para o assamento, amostras das massas foram coletadas, inclusive da controle para análise reológica e densidade específica. Depois de assados, efetuou-se a medição do volume específico da fatia dos bolos, segundo metodologia descrita abaixo:

**Medidas das propriedades reológicas das massas dos bolos:** Para tanto, seguiu-se a metodologia aplicada por Psimouli e Oreopoulou (2012). As análises foram feitas em um reômetro (modelo AR 550, TA instruments), onde aproximadamente 18 g de massa foram submetidas a uma taxa de cisalhamento de 0,2 a 1 s<sup>-1</sup>, com controle de temperatura (25°C) por placa peltier. A viscosidade aparente foi medida em função da taxa de cisalhamento e os dados foram ajustados ao Modelo de Ostwald-de-Waele (Lei da potência),  $\mu = K \times \gamma^n$ , onde  $\mu$  é a viscosidade aparente (Pa s), K é o coeficiente de consistência (Pa s<sup>n</sup>) e  $\gamma$  é a taxa de cisalhamento (s<sup>-1</sup>) e n é o índice de fluxo. Para o ajuste dos dados utilizou-se o software TA Advantage Data Analysis, versão 5.0.38, do próprio equipamento. Análise feita em triplicata.

**Densidade específica das massas dos bolos:** Foi medida gravimetricamente, pela razão entre um recipiente padrão contendo 100 mL da massa e o peso do mesmo recipiente padrão contendo 100 mL de água segundo metodologia adotada por Lin e Lee (2005). Análise em triplicata.

**Volume específico do bolo:** Depois de assado os bolos, efetuou-se o quarteamento para melhor representatividade da amostra, efetuando em seguida a medição do volume específico da fatia dos bolos segundo metodologia descrita pela AACC (2000), por deslocamento da semente de painço. Análise feita em triplicata.

**Tratamento estatístico:** Os resultados obtidos com as análises da massa antes e depois do assamento foram submetidas à análise estatística, para tanto, usou-se o Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), onde foram feitas análises de variância (ANOVA) e cálculo do desvio das médias com posterior comparação das diferenças entre as médias pelo teste de Tukey a um nível de significância de 95 % (p<0,05), utilizando o software Statistica versão 8.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A figura 01 traz os reogramas com as curvas da viscosidade aparente em função da taxa de cisalhamento das formulações de massa dos bolos com substituição do açúcar pela solução de sucralose e goma xantana (A) e a solução de acessulfame K (B), para fins comparativos com a formulação controle (F0).

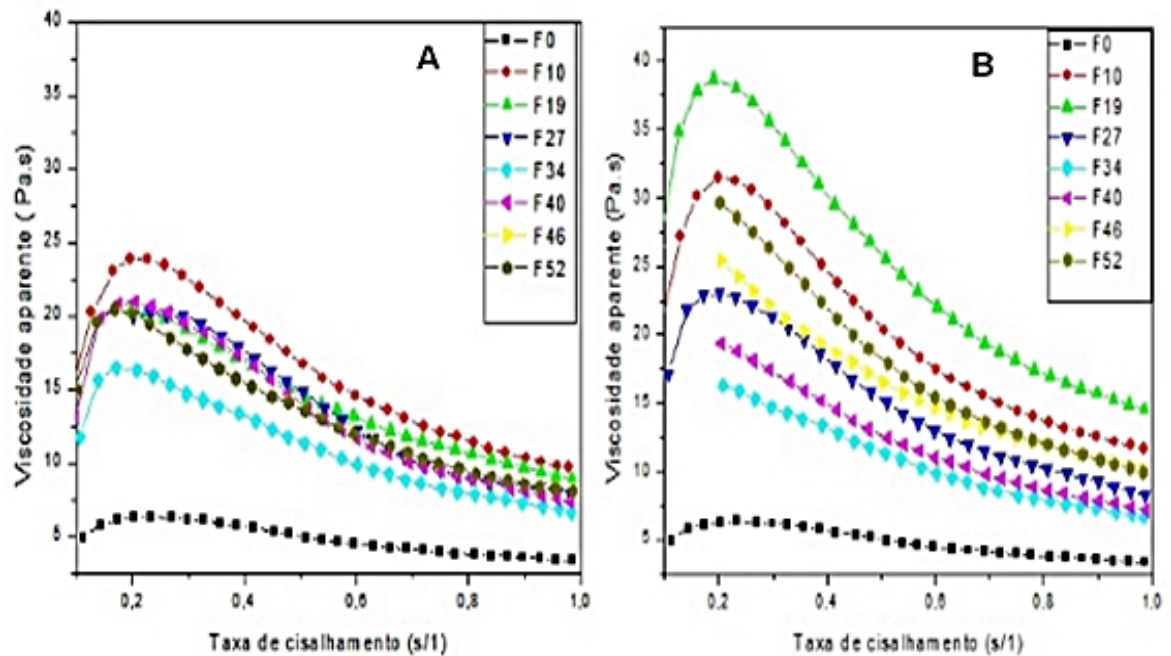


Figura 01: Curvas de viscosidade das massas de bolo com substituição parcial do açúcar por uma solução de sucralose (A) e Acessulfame K (B) com goma xantana.

Observa-se que todas as amostras, incluindo a controle F0, apresentaram um comportamento pseudoplástico, ou seja, a viscosidade aparente diminuiu com o aumento da taxa de cisalhamento. Os valores obtidos com o índice de fluxo, que variaram de 0,48-0,27 (massa dos bolos com substituição parcial do açúcar por sucralose e goma xantana (TSG)) (tabela 02) e 0,48-0,25 (massa dos bolos com substituição parcial do açúcar por sucralose e goma xantana (TAG)) (tabela 02), confirmaram esse comportamento das amostras de massas de bolo contendo os respectivos adoçantes e goma xantana, de acordo com o valor de  $n$  (índice de fluxo), onde  $n < 1$  o fluxo é pseudoplástico e  $n > 1$  é dilatante (TONELI et al., 2004).

Segundo Shiroma (2012), o coeficiente de consistência  $K$  indica o grau de resistência da amostra ao escoamento (fluxo), ou seja, quanto maior o valor de  $K$ , maior a sua resistência ao escoamento e, portanto, maior a sua viscosidade aparente. A viscosidade é uma importante propriedade física, uma vez que está intimamente relacionada com a qualidade do produto final. Ela também é um dos fatores que controlam o seu volume no final do processo de assamento (Lee et al., 2004). Os trabalhos de Lee et al., 2004, Martínez-Cervera et al., 2012 e Psimouli e Oreopoulou, 2012 mostraram que quando a viscosidade é elevada, essa proporciona o aumento da

incorporação e retenção das células de ar a massa durante a mistura dos ingredientes, contribuindo para um maior volume e estabilidade dos bolos, indicada por uma menor densidade específica da massa.

A densidade específica fornece uma indicação do total de ar incorporado e retido na massa durante a mistura. Valores baixos indicam uma boa incorporação de ar, obtendo-se um volume final elevado depois do forneamento (FRYE; SETSER, 1991; MARTÍNEZ-CERVERA et al., 2012)

Formulação	Sucralose		Acessulfame K	
	Coeficiente de consistência (Pa s <sup>n</sup> )	Índice de fluxo (n)	Coeficiente de consistência (Pa s <sup>n</sup> )	Índice de fluxo (n)
F0	3,29 <sup>e</sup> ± 0,32	0,48 <sup>a</sup> ± 0,00	3,29 <sup>e</sup> ± 0,32	0,48 <sup>a</sup> ± 0,00
F10	9,69 <sup>ab</sup> ± 0,29	0,38 <sup>b</sup> ± 0,01	11,49 <sup>ab</sup> ± 0,41	0,29 <sup>bcd</sup> ± 0,03
F19	9,21 <sup>b</sup> ± 0,06	0,37 <sup>b</sup> ± 0,02	11,69 <sup>a</sup> ± 0,14	0,32 <sup>bcd</sup> ± 0,02
F27	9,20 <sup>b</sup> ± 0,14	0,29 <sup>c</sup> ± 0,03	8,58 <sup>d</sup> ± 0,12	0,25 <sup>d</sup> ± 0,01
F34	7,32 <sup>d</sup> ± 0,04	0,33 <sup>bc</sup> ± 0,01	10,90 <sup>abc</sup> ± 0,27	0,30 <sup>bcd</sup> ± 0,04
F40	7,62 <sup>cd</sup> ± 0,03	0,28 <sup>c</sup> ± 0,03	7,88 <sup>d</sup> ± 0,64	0,27 <sup>cd</sup> ± 0,01
F46	8,27 <sup>c</sup> ± 0,10	0,32 <sup>bc</sup> ± 0,02	10,35 <sup>bc</sup> ± 0,04	0,35 <sup>bc</sup> ± 0,02
F52	10,26 <sup>a</sup> ± 0,43	0,34 <sup>bc</sup> ± 0,02	10,12 <sup>c</sup> ± 0,09	0,34 <sup>bc</sup> ± 0,02

Tabela 02: Valores de coeficiente de consistência e índice de fluxo, para massas de bolos elaborados com substituição parcial do açúcar pelas soluções de sucralose/acessulfame K e goma xantana

Os resultados são apresentados como valores médios ± desvio padrão. Valores seguidos por letras sobrescritas diferentes na mesma coluna são significativamente diferentes (P <0,05) onde a > b > c > d > e

Os resultados obtidos com a densidade específica demonstraram que houve uma boa incorporação de ar a massa, pois os referidos valores para as massas dos bolos TSG (tabela 03) variaram de 0,86-0,89g/cm<sup>-3</sup>, não diferindo significativamente entre si e a formulação F0. Com relação as massas dos bolos TAG (tabela 03) os valores variaram de 0,85-0,89g/cm<sup>-3</sup>, onde a formulações F46 e F52 diferiram significativamente da formulação controle com resultado superior a mesma, indicando que houve uma menor incorporação e retenção de ar nas mesmas quando comparada com a F0.

Formulação	Densidade Especifica (g/cm <sup>3</sup> )	
	Sucralose	Acessulfame K
F0	0,86 <sup>a</sup> ± 0,00	0,86 <sup>b</sup> ± 0,00
F10	0,86 <sup>a</sup> ± 0,03	0,85 <sup>b</sup> ± 0,01
F19	0,88 <sup>a</sup> ± 0,01	0,85 <sup>b</sup> ± 0,00
F27	0,86 <sup>a</sup> ± 0,02	0,88 <sup>ab</sup> ± 0,01
F34	0,87 <sup>a</sup> ± 0,01	0,87 <sup>ab</sup> ± 0,01
F40	0,87 <sup>a</sup> ± 0,00	0,88 <sup>ab</sup> ± 0,00
F46	0,87 <sup>a</sup> ± 0,00	0,89 <sup>a</sup> ± 0,01
F52	0,89 <sup>a</sup> ± 0,01	0,89 <sup>a</sup> ± 0,01

Tabela 03: Valores de densidade especifica das massas de bolo elaborados com substituição parcial do açúcar pelas soluções de sucralose/acessulfame K e goma xantana

Os resultados são apresentados como valores médios ± desvio padrão. Valores seguidos por letras sobrescritas diferentes na mesma coluna são significativamente diferentes (P <0,05) onde a > b

Baeva et al. (2003), Martinez-Cevera et al. (2012) e Manisha, Soumya e Indrani (2012), em seus trabalhos sobre redução do açúcar em bolos, estudaram o efeito da substituição do açúcar em diferentes concentrações por adoçantes artificiais associados a seus respectivos agentes de volume em formulações de bolo, todos relataram a redução no valor da densidade especifica, indicando que a substituição do açúcar não interferiu na incorporação de ar a massa durante a mistura.

Os valores obtidos com o volume especifico (tabela 04) dos bolos TSG variaram de 1,90- 1,06 cm<sup>3</sup>/g-1, resultados esses inferiores ao F0, excetuando as formulações F10 e F19, que não diferiram significativamente entre si e F0. Já os bolos TAG os valores para o volume especifico (tabela 04) variaram entre 1,90-1,06 cm<sup>3</sup>/g-1, resultados esses inferiores a controle, com exceção da formulação F10 que não diferiu significativamente da formulação controle.

Formulação	Volume especifico (cm <sup>3</sup> /g <sup>-1</sup> )	
	Sucralose	Acessulfame K
F0	1,81 <sup>a</sup> ± 0,01	1,81 <sup>b</sup> ± 0,01
F10	1,90 <sup>a</sup> ± 0,09	1,90 <sup>a</sup> ± 0,02
F19	1,80 <sup>a</sup> ± 0,03	1,59 <sup>c</sup> ± 0,06
F27	1,51 <sup>b</sup> ± 0,05	1,50 <sup>c</sup> ± 0,01
F34	1,19 <sup>c</sup> ± 0,03	1,29 <sup>d</sup> ± 0,02
F40	1,17 <sup>c</sup> ± 0,01	1,19 <sup>de</sup> ± 0,02
F46	1,16 <sup>c</sup> ± 0,02	1,10 <sup>f</sup> ± 0,03
F52	1,05 <sup>c</sup> ± 0,03	1,06 <sup>f</sup> ± 0,03

Tabela 04: Valores de volume especifico dos bolos elaborados com substituição parcial do açúcar por uma solução de sucralose/acessulfame K e goma xantana

Os resultados são apresentados como valores médios ± desvio padrão. Valores seguidos por letras sobrescritas diferentes na mesma coluna são significativamente diferentes (P <0,05) onde a > b > c > d > e > f

Verificou-se também uma relação inversamente proporcional entre os valores

de coeficiente de consistência (tabela 02) e volume específico (tabela 04). O volume específico pode ser utilizado como um indicador do desenvolvimento de volume e, conseqüentemente, da estrutura porosa do produto (PSIMOULI; OREOPOULOU, 2011).

Mesmo apresentando bons índices de consistência e incorporação de ar, os baixos valores de índice de fluxo (n) obtidos nas formulações das massas dos bolos TSG e TAG (Tabela 02), em relação a formulação controle (n=0,48) indicaram que essas formulações de bolo (TSG e TAG) foram mais susceptíveis as deformações provocadas pelo aumento da taxa de cisalhamento.

Ocorrendo uma redução na viscosidade mais acentuada à medida que, a taxa de cisalhamento era elevada, como ilustra os reogramas apresentados na figura 01, apontando para uma possível incapacidade de retenção do ar (oriundo da incorporação de células de ar durante a mistura e da fermentação química e do vapor de aquecimento) durante o forneamento, permitindo seu escape para a superfície do bolo e restringindo assim sua expansão (SARABJIT; ALAVA, 2003), resultando em bolos de baixo volume.

Sugerindo que, durante o assamento as formulações com substituição parcial do açúcar por pelos adoçantes e goma em questão apresentaram incapacidade de retenção das células de ar. O que permitiu o escape dessas células de ar para a superfície do bolo restringindo assim expansão da massa, resultando em bolos de menor volume.

## CONCLUSÕES

As características reológicas da massa são fatores de controle das características de qualidade do bolo, no que concerne o desenvolvimento do volume desejado. Portanto, conclui-se que a substituição crescente do açúcar pelas soluções de adoçantes e goma xantana, mesmo apresentando elevado índice viscoso, foram incapazes de reter as células de ar durante o forneamento, resultando em bolos de baixo volume. As formulações F10 e F19 obtiveram resultados reológicos e físicos semelhantes a controle. Isso significa que nesses níveis de substituição do açúcar não a prejuízos as propriedades reológicas da massa e do volume final dos bolos.

## REFERÊNCIAS

AACC International. **Approved methods of the AACC**. 10<sup>th</sup> ed. AACC The Association: St Paul, Minnesota, 2000.

BENNION, E.B.; BAMFORD, G. S. T. **The Technology of Cake Making**. London: Blackie Academic e Professional, 1997.

BORGES, J. T. S.; PIROZI, M. R.; VIDIGAL, J. G.; Paula, D. C. de.; SILVA, N. A. S. de. **Utilização de farinha mista de aveia e trigo na elaboração de bolos**. *R. Brasileira Tecno.l Agroin.*, v. 24, p. 145-162, 2006.



CAVALCANTE, R. S. **Avaliação das características estruturais de bolos com redução calórica.** Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2012.

LEE, S.; INGLETT, G. E.; CARRIERE, C. **Effect of Nutrim Oat Bran and Flaxseed on Rheological Properties of Cakes.** *Cereal Chem.*, v. 81, p. 22-33, 2004.

LIN, S-D.; LEE, C-C. **Qualities of chiffon cake prepared with indigestible dextrin and sucralose as replacement for sucrose.** *Cereal Chem.*, v. 82, p. 405–413, 2005.

PSIMOULI, V.; OREOPOULOU, V. **The effect of alternative sweeteners on batter rheology and cake properties.** *J. sci Food Agric.*, v. 92, p. 99-105, 2012.

RONDA, F.; OLIETE, B. GOMEZ, CABALLERO, P. A., PANDO, V. **Rheological study of layer cake batters made with soybean protein isolate and different starch sources.** *J. Food Eng*, v. 102, p.272-277, 2011.

SARABJIT, S.; ALAVA, J. M. **Functionality of emulsifiers in sponge cake Production.** *J. Sci Food Agric.*, v. 83, p.1419–1429, 2003.

SCHIRMER, M. **Physicochemical interactions of polydextrose for sucrose replacement in pound cake.** *Food Research Inter.* V. 49, 2012.

SHIROMA, P. H. **Estudo do comportamento reológico de suspensões aquosas de bentonita e CMC: Influência da concentração de NaCl.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Química). Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-435-1

