

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO RIO GRANDE DO SUL
UNIDADE UNIVERSITÁRIA EM CAXIAS DO SUL
CURSO SUPERIOR EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS**

POLIANA GOMES BACELAR

**ANÁLISES FÍSICA E FÍSICO-QUÍMICA DE BOLO TIPO PÃO DE LÓ COM
ADIÇÃO DE GOMA XANTANA**

CAXIAS DO SUL

2019

POLIANA GOMES BACELAR

**ANÁLISES FÍSICA E FÍSICO-QUÍMICA DE BOLO TIPO PÃO DE LÓ COM
ADIÇÃO DE GOMA XANTANA**

Trabalho de conclusão de curso apresentada
como requisito parcial para obtenção do título de
Bacharel em Ciência e Tecnologia de Alimentos
na Universidade Estadual do Rio Grande do Sul.

Orientadora: Dr^a. Junia Cápua de Lima Novello

CAXIAS DO SUL

2019

Catálogo de publicação na fonte (CIP)

B116a Bacelar, Poliana Gomes

Análises física e físico-química de bolo tipo pão de ló com adição de goma xantana / Poliana Gomes Bacelar – Caxias do Sul, 2019.

39 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Curso de Ciência e Tecnologia de Alimentos (Bacharelado), Unidade em Caxias do Sul, 2019.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Junia Cápua de Lima Novello

1. Bolo Tipo Pão de Ló. 2. Goma Xantana. 3. Hidrocolóides. 4. Trabalho de Conclusão de Curso Graduação. I. Novello, Junia Cápua de Lima. II. Curso de Ciência e Tecnologia de Alimentos (Bacharelado), Unidade em Caxias do Sul, 2019. III. Título.

POLIANA GOMES BACELAR

**ANÁLISES FÍSICA, FÍSICO-QUÍMICA DE BOLO TIPO PÃO DE LÓ COM ADIÇÃO
DE GOMA XANTANA**

Trabalho de conclusão de curso apresentada
como requisito parcial para obtenção do título de
Bacharel em Ciência e Tecnologia de Alimentos,
na Universidade Estadual do Rio Grande do Sul.

Orientadora: Dr^a. Junia Cápua de Lima Novello

Aprovada em: / /

Conceito:

BANCA EXAMINADORA

Orientador (a): Prof^a. Dr^a. Junia Cápua de Lima Novello
Universidade Estadual do Rio Grande do Sul – UERGS

Prof. Dr. Cleber Rabelo da Roza
Universidade Estadual do Rio Grande do Sul – UERGS

Prof^a. Msc. Fernanda Magalhães Stalliviere
Universidade Estadual do Rio Grande do Sul – UERGS

CAXIAS DO SUL

2019

A Deus por me dar força e determinação ao meu marido e companheiro de todas as horas, Leonardo Leal, que sempre me apoiou e; ao meu filho, Leo Medeiros, que teve que suportar minha ausência em diversos momentos para que esse trabalho fosse realizado.

AGRADECIMENTO

Primeiramente a Deus por permitir que tudo isso acontecesse e não somente nestes anos como universitária, mas em todos os momentos da minha vida.

A esta Universidade, seu corpo docente, direção e administração que oportunizaram a janela de aprendizagem.

A Simone Beatriz Pacheco e Alex Fabian Bottin e aos professores Fernanda Magalhães, Betina Bitencourt, Adriana Mesquita, Rogério Thum, Jacinto Esteves, Cleber Rabelo da Roza e Eléia Righi pela orientação, apoio e confiança durante esses anos de graduação.

A minha orientadora Júnia Cápua pelo suporte no tempo que lhe coube, pelas suas correções, orientações e incentivos.

Ao meu marido Leonardo Leal por sempre estar ao meu lado, por me ajudar nas atividades domésticas do dia a dia, por me dar forças em todas as vezes que precisei durante todos estes anos.

Ao meu filho Léo Medeiros por ser compreensivo e todas as vezes que me ausentei, pelo seu carinho e ajuda com os afazeres da casa.

Aos meus pais e irmãos, Joel Bacelar, Dircelene Gomes Bacelar, Luana Gomes Bacelar, Franciano Gomes Bacelar e Abdiel Gomes Bacelar, pelo amor, incentivo e apoio incondicional.

À minha amiga Graciela Dosso obrigado por sempre ter me incentivado a estudar e por ter acreditado em mim.

Ao laboratório de Análises Ambientais Ecocerta, pelo apoio nas análises para que esse trabalho fosse concluído.

A minha colega de trabalho Gabriela Poloni e minha Supervisoras Franciele Molon e Catusa de Marco pela ajuda e apoio.

Aos amigos e parentes agradeço pela compreensão por ter me ausentado tanto das reuniões e festividades.

RESUMO

A goma xantana é um polissacarídeo produzido através da fermentação da bactéria *Xanthomonas campestris*. Atualmente, é empregada na produção de produtos sem glúten, devido às suas propriedades de emulsificante, estabilizante e espessante e estuda-se o emprego desse hidrocolóide na produção de produtos panificados. O objetivo deste estudo foi verificar os fatores de qualidade físico e físico-químicos em bolos tipo pão de ló com adição de goma xantana. Assim, avaliou-se as propriedades de volume específico, umidade, pH, simetria e tempo de forneamento para amostras de bolo tipo pão de ló sem ou com adição de diferentes concentrações de xantana (0,25%, 0,50% e 0,75%, m/m). Observou-se que nas amostras com adição de goma houve melhoria do volume, umidade e simetria. Entretanto, os resultados de pH não diferiram significativamente. Observou-se também uma maior uniformidade dos alvéolos na estrutura de miolo e melhoria da textura. Assim, conclui-se que a goma xantana pode ser utilizada na elaboração de produtos de panificação, principalmente em bolo tipo pão de ló, devido às suas propriedades estabilizantes e espessantes que auxiliam na qualidade do produto final. Trabalhos futuros devem ser realizados para avaliar sensorialmente a aceitação de bolos que contêm a goma.

Palavras chaves: Goma Xantana; hidrocolóides; bolo tipo pão de ló; panificação; físico-química.

ABSTRACT

Xanthan gum is a polysaccharide produced by the fermentation of the bacterium *Xanthomonas campestris*. Nowadays, it is used in to produce of gluten-free products, due to its emulsifying, stabilizing and thickening properties. The use of this hydrocolloid is studied in the production of breads and cakes. The objective of this study was to verify the physical and physical-chemical quality factors in loaf-type cakes with the addition of xanthan gum. The specific volume, moisture, pH, symmetry and specific size properties loaf type cake samples with or without the addition of different concentrations of xanthan (0.25%, 0.50% and 0.75%, m/m). It was observed in samples gum addition there was an improvement in size, humidity and symmetry. However, the pH results did not differ significantly. It was also observed a greater uniformity of the alveoli in the texture improvement. Thus, it is concluded that xanthan what happened gum can be used in the preparation of bakery products, especially in loaf type cake, because of its stabilizing and thickening properties aid ine the quality of the final product. Future work should be carried out to evaluate sensory acceptance of cakes containing gum.

Key words: xanthan gum; hydrocolloids; type cake; bakery; physicochemical.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Quadro 1 – Tipos de bolo e características relevantes.	18
Quadro 2 – Formulações e ingredientes utilizados para elaboração das amostras de pão de ló avaliadas: controle (0% de xantana); F1 (0,25% de xantana); F2 (0,50% de xantana) e; F3 (0,75% de xantana).	27

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Análises físico-químicas das formulações de bolo tipo pão de ló com diferentes concentrações de goma xantana: controle (0%, m/m), F1 (0,25%, m/m), F2 (0,50%, m/m) e F3 (0,75%, m/m).	31
Tabela 2 – Análises físicas das formulações de bolo tipo pão de ló com diferentes concentrações de goma xantana: controle (0%, m/m), F1 (0,25%, m/m), F2 (0,50%, m/m) e F3 (0,75%, m/m).....	33

LISTA DE FIGURAS

Figure 1– Vendas de bolos industrializados do Brasil (mil toneladas), durante o período de 2013 a 2017.	17
Figure 2 – Etapas de de processo de fabricação de mistura de bolo pelos métodos convencional (a) e contínuo (b).	19
Figure 3 – Análise de volume específico dos bolos.....	28
Figure 4 – Análise de simetria de bolo tipo pão de ló, sendo “a” a vista superior do bolo com a região de corte da fatia central (2 cm) e “b” a vista lateral dessa fatia após corte.	30
Figure 5 – Análise visual de uniformidade de miolo das formulações de bolo tipo pão de ló com diferentes concentrações de goma xantana: controle (0%, m/m), F1 (0,25%, m/m), F2 (0,50%, m/m) e F3 (0,75%, m/m), destacando-se a.....	34

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABIMAPI	Associação Brasileira de Indústrias de Massas Alimentícias, Pães e Bolos Industrializados
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
APPO	Associação de Produtores de Pão de Ló Ovar
EUA	Estados Unidos da América
IAL	Instituto Adolfo Lutz
UERGS	Universidade Estadual do Rio Grande do Sul

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 OBJETIVOS	15
2.1 OBJETIVO GERAL	15
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	15
3 REFERENCIAL TEÓRICO	16
3.1 BOLO.....	16
3.1.1 Métodos de produção de bolos	18
3.1.2 Ingredientes e suas funções	21
3.2 GOMAS	23
3.2.1 Goma xantana	24
4 MATERIAIS E MÉTODOS	26
4.1 PROCESSO E FORMULAÇÕES DO BOLO	26
4.2 MÉTODOS FÍSICOS E FÍSICO-QUÍMICOS.....	27
4.2.1 Volume, umidade, PH, simetria e tempo de forneamento	27
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	31
6 CONCLUSÃO	35
7 REFERÊNCIAS	36

1 INTRODUÇÃO

A panificação está entre os seis maiores segmentos da indústria no Brasil, com participação de 36% nos produtos alimentícios (BRANDÃO; LIRA, 2011). O mercado de pães e bolos industrializados obteve um faturamento nacional de R\$ 6,092 bilhões em 2018, sendo que desse total R\$ 0,876 bilhões é resultante da produção de bolos (ABIMAPI, 2018). Os bolos prontos adquiriram crescente importância no mercado de panificação nacional, o qual novos ingredientes são utilizados na sua formulação, como a goma xantana, que atualmente é utilizada em produtos sem glúten.

A goma xantana é um polissacarídeo produzido por meio de processos fermentativos realizado pela bactéria *Xanthomonas campestris*. Esse polissacarídeo é solúvel em água, formando uma solução aquosa de elevada viscosidade que mantém as propriedades reológicas dos produtos finais estáveis, em altas ou baixas temperaturas (KOKSEL, 2009). A descoberta desse polissacarídeo ocorreu em 1950 por pesquisadores do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos, cujo objetivo da pesquisa era de estudar e identificar um micro-organismo que produzisse uma goma de interesse comercial solúvel em água (BORGES; VENDRUSCOLO, 2008).

Atualmente, esse polissacarídeo é empregado na composição de produtos de panificação e seu uso em produtos não alimentícios está mais recorrente, devido ao seu custo e disponibilidade no mercado (PREICHARDT et al., 2011). No Brasil, a xantana pode ser utilizada como espessante, emulsificante e estabilizante na indústria de alimentos, sendo regulamentada pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), que permite uma quantidade máxima de 0,3 g de goma para cada 100 g de alimento (ANVISA, 2010). A larga utilização dessa goma em produtos de panificação retarda o fenômeno de retrogradação da amilopectina e mantém a umidade por maior tempo, o que evita a desidratação do produto.

Diante do exposto, este trabalho avaliou a influência da adição de goma xantana na elaboração de bolo tipo pão de ló, por meio de análises físicas e físico-químicas.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Este trabalho apresentou como objetivo elaborar uma formulação de bolo tipo pão de ló com adição de goma xantana, para a produção de um alimento com melhoria dos atributos tecnológicos.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- i. Analisar as características físicas (volume, simetria e estrutura de miolo) e físico-químicas (umidade, pH) com diferentes quantidades de goma xantana em bolo tipo pão de ló;
- ii. Estudar a relação de tempo de forneamento e concentração de goma xantana em diferentes amostras de bolo.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 BOLO

A definição de bolo varia em diferentes partes do mundo. Em geral, são produtos doces, cozidos (CAVALCANTE, 2012) e compostos à base de farinha, amido, açúcar, fermento químico ou biológico, podendo conter leite, ovos, manteiga, gordura e outros ingredientes alimentícios que caracterizam o produto (ANVISA, 1978b).

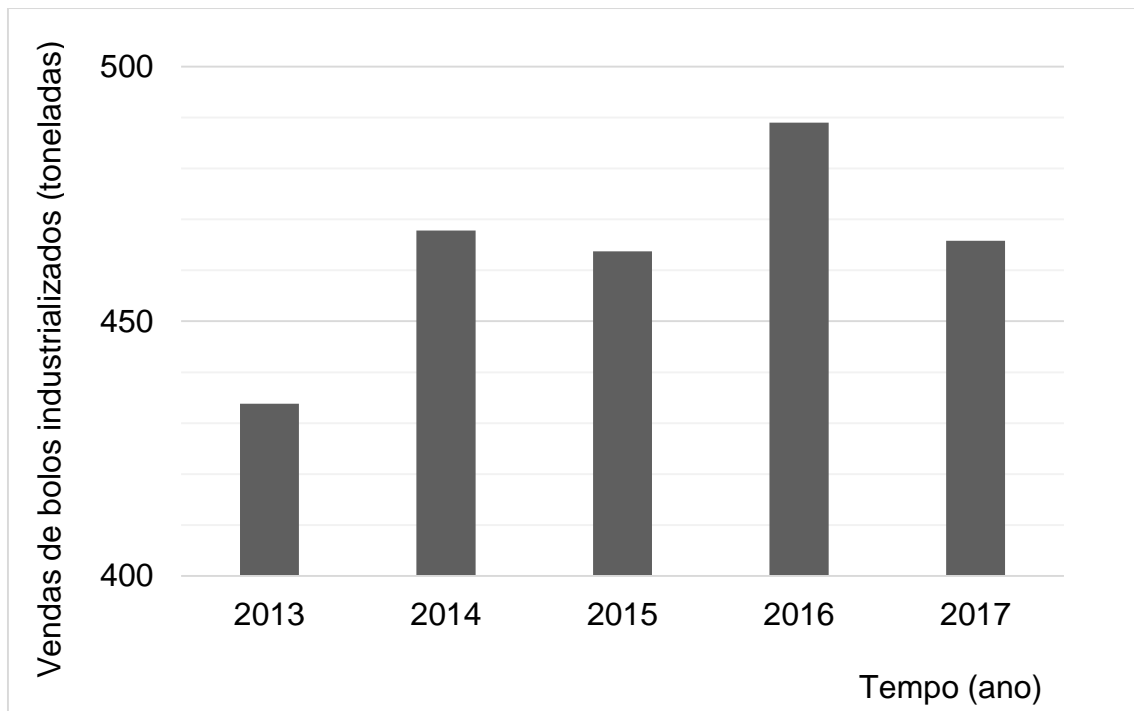
Acredita-se que os bolos, cuja denominação originou-se do nome “bola” por assemelhar-se a lua, surgiram no Egito antigo na forma de pães adoçados, com xarope de frutas, tâmaras e passas. Ao longo dos anos a confecção desse alimento foi aperfeiçoada, principalmente pelos gregos e romanos que possuíam conhecimento sobre a técnica de fermentação. Através disso, desenvolveram um diversificado receituário sobre este alimento. Esses povos também introduziram os bolos em eventos comemorativos e casamentos os quais não eram consumidos, mas amassados e arremessados na direção dos noivos. Outros rituais também eram comuns, como aqueles em que famílias preparavam massas com ingredientes especiais e as ofereciam aos deuses. Pressupõe-se que a tradição de decorar bolos se iniciou no século XVI, em casamentos da realeza europeia, sendo que o primeiro bolo “de andares” foi feito para o casamento de Catarina de Médici com Henrique II da França, em 1533 (BARCELO et al., 2014).

No ano de 1800, durante o reinado da rainha Vitória na Inglaterra, os bolos chegaram a pesar 100 quilos e ter uma altura de dois metros e por muito tempo pertenceu aos banquetes de nobres por conter um alto preço e por ser de difícil acesso aos ingredientes básicos (CAVALCANTE, 2012).

Dados mostram que o mercado de bolo possui uma elevada escala de valores mundiais em variedades e vendas registrando um significativo aumento no mercado internacional (Figura 1). Em 2018, o mercado de exportação nacional, registrou em vendas 9.972.887 toneladas no faturamento, sendo a receita obtida de US\$ 25.808.325. Neste mesmo período, o *ranking* mundial de produção de bolos industrializados ficou com os Estados Unidos com uma produção de 0,696 milhões de toneladas de bolos. O Brasil ocupou o 10º lugar nesse *ranking*, com uma produção de

0,108 milhões de toneladas em 2018, apresentando uma diminuição quando comparado ao ano de 2017, cuja produção foi de 0,112 milhões de toneladas (ABIMAPI, 2018).

Figure 1– Vendas de bolos industrializados do Brasil (mil toneladas), durante o período de 2013 a 2017.



Fonte: ABIMAPI (2018)

O consumo nacional de bolos no ano de 2017 foi de 437.282 milhões de toneladas, enquanto o consumo por habitante foi de 2,11 kg. Já no ano de 2018 houve uma diminuição desse número no valor de 1,987 mil toneladas, sendo seu consumo 2,09 kg, por habitante (ABIMAPI, 2018). Dessa forma observa-se a evolução da indústria de bolos ao longo da história, principalmente no Brasil e EUA, os quais apresentam valores altos de produção, comércio e consumo deste produto que está presente nas prateleiras dos grandes supermercados e na mesa do consumidor como um item praticamente indispensável.

3.1.1 Métodos de produção de bolos

Os bolos são classificados pelo seu formato, sabor e textura, por sua formulação e métodos de elaboração (GUTKOSKI et al., 2009a), por exemplos bolos de camada, espuma e libra (Quadro 1). Esses alimentos estão classificados com base no método utilizado para o preparo da massa, que pode ser de mistura de múltiplos estágios, ou estágio único (direto), ou mistura contínua. Os bolos de espuma podem ainda ser classificados pelo nível e fonte de gordura da fórmula. Bolos de libra são feitos tipicamente usando o método multi estágios (*creaming*). Os bolos libra foram nomeados com base na fórmula original, pois continham um quilo de cada um dos ingredientes: farinha, manteiga, açúcar e ovo (MILLER, 2016).

Quadro 1 – Tipos de bolo e características relevantes.

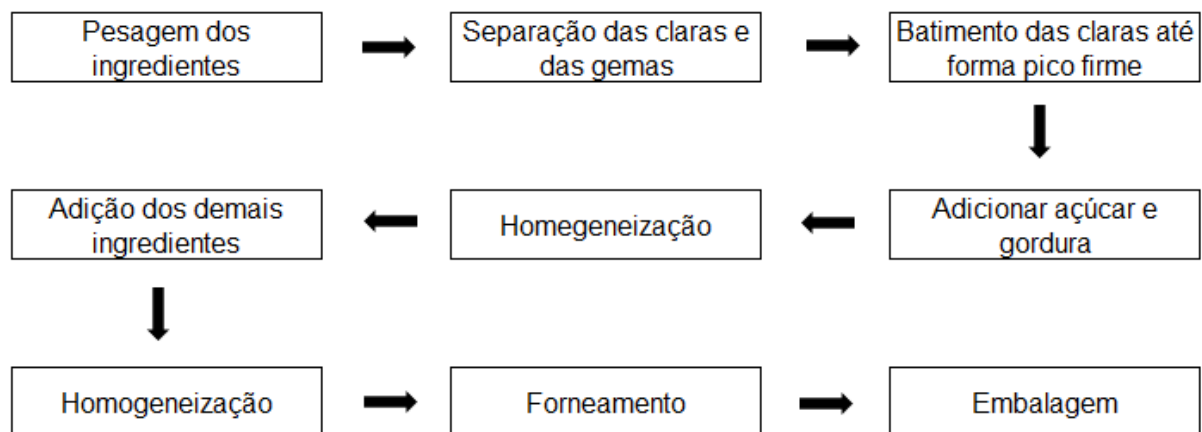
Tipos de bolos	Ingredientes básicos	Características relevantes do produto
Pão de ló	farinha de trigo, ovos, açúcar, flavorizante	sabor, textura macia
Libra	farinha de trigo, manteiga, açúcar, ovo	textura macia, sabor
<i>Chiffon</i>	farinha de trigo, açúcar, ovos, água ou leite, fermento químico, gordura líquida	leveza
Genoise	farinha de trigo, ovos, açúcar, leite, fermento, manteiga	volume
Anjo	farinha de trigo, ovos, açúcar, leite ou água, fermento químico, manteiga	aroma
Inglês	farinha de trigo, ovos, açúcar, leite ou água, manteiga, fermento químico	cor

Fonte: (MILLER, 2016)

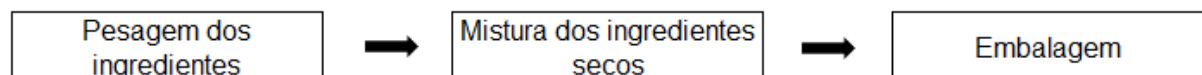
Dentre os vários métodos de processo de bolos destacam-se, os métodos convencional e contínuo (Figura 2a e 2b). O método convencional caracteriza-se pela distribuição de gordura e introdução de ar na massa na fase lipídica, contendo uma maior homogeneidade dos ingredientes, o que resulta na elaboração de uma massa leve, macia e aerada, com uma textura elástica (CAVALCANTE, 2012; MILLER, 2016; GUTKOSKI et al., 2011; BARCELO, 2014).

Figure 2 – Etapas de de processo de fabricação de mistura de bolo pelos métodos convencional (a) e contínuo (b).

(a)



(b)



Fonte: Conforme FABRI, (2012)

No método convencional a cremeação é realizada, por meio da mistura dos ingredientes em duas etapas: na primeira etapa, é feito a mistura dos ovos, açúcar e gordura; na segunda etapa, a mistura é completada pela adição alternada de leite e farinha em pequenas porções e adicionado o fermento. O outro método é o direto os quais adicionam todos os ingredientes junto no mesmo recipiente e faz a homogeneização dos mesmo e adição do fermento químico no final do processo, os bolos elaborados com o método direto apresentam, textura leve como os bolos *muffins* (EI-DASH; GERMANI, 1994).

No método contínuo os ingredientes são misturados juntos no pré-misturador, formando uma mistura fluida, uniforme e transportada para um tanque de contenção

e bombeada a uma vazão moderada, para a câmara de agitação contínua, onde ocorre a emulsificação e a incorporação de ar na massa. Esse método trouxe uma grande evolução nos processos de fabricação de bolos, pois permitiu o desenvolvimento das misturas de bolos industrializados (RESENDE, 2007).

As massas de bolo são sistemas coloidais complexos, nos quais as interações moleculares entre os diferentes complexos, tipo óleo em água das quais bolhas de ar são incorporadas à mistura formada por ovo, açúcar, água e gordura, tornando-se as partículas dispersas variando as formas e tamanho (RIOS, 2014; PERALES, 2011; CAMILI et al., 2016).

Os produtos de bolo são encontrados em todo o mundo e variam conforme os métodos de produção. Bolos de qualidade, têm um grande volume e um miolo uniforme, com células pequenas e finas e sem grandes buracos ou túneis. Na sua maioria os bolos são fabricados com farinha de trigo mole, tendo baixo teor de proteína de 7-9%. Essa farinha é moída muitas vezes para se obter uma espessura de partícula muito fina (pequena). Partículas de farinha menores têm mais área de superfície e tem capacidade de absorver mais líquido e produzir bolos de maior qualidade (CAVALCANTE, 2012).

O bolo tipo pão de ló é um exemplo de bolo convencional, que é produzido de várias formas, podendo enquadrar-se em diferentes métodos de produção, como cremeação ou direto (EI-DASH; GERMANI, 1994).

O pão de ló ou bolo tipo esponja surgiu na Itália ao longo do renascimento sendo oriundo de um bolo bem assado que se parecia com biscoitos e se espalhou ao longo da Europa. Em 1615, foi registrada a primeira receita de pão de ló pelo poeta e escritor inglês Gervase Markham (BAKERPEDIA, 2018). Entretanto, outros registros mostram que o bolo tipo pão de ló surgiu próximo aos anos 30, com a casa do Pão de Ló S. Luís, local mais antigo a fazer esse tipo de bolo, sendo apreciado nesta região por anos. A casa pão de ló S. Luís surgiu através de uma tradição que foi passada aos seus sucessores, tendo como pioneiro Luís de Oliveira Gomes que estabeleceu o processo de fabricação, na casa da família e após alguns anos transcorreu-se então o início da industrialização, com a aquisição de máquinas. Com isso a marca ficou cada vez mais conhecida e em 1952 participou do primeiro Carnaval de Ovar integrando a composição cênica de um carro alegórico. Desse tempo por diante, existem vários métodos diferente dos tradicionais (APPO, 2012). Entretanto, ainda em

1800, no império romano, verificou-se um aumento no consumo de bolo tipo espuma sendo o primeiro a ser utilizado para o uso de creme para rechear (FABRI, 2012).

O bolo tipo pão de ló possui uma estrutura leve, aerada e textura esponjosa devido ao seu alto teor de açúcar e ausência de gordura. Para produzir o bolo é necessário uma formação de volume de espuma suficiente e estabilidade durante a mistura. Para se preparar o bolo usa-se o método convencional de duas etapas, batendo-se separadamente os ingredientes (MILLER, 2016; CAVALCANTE, 2012).

O pão de ló é um bolo que não contém gordura, por isso apresenta uma baixa densidade na massa, com isso se torna um bolo mais seco, quando comparado a outros tipos de bolo. Esse método proporciona as características de uma textura macia, superfície uniforme sem rugosidade, miolo homogêneo ou seja, o miolo deve apresentar células pequenas e numerosas e sabor agradável que devem se manter inalteradas ao longo do tempo de vida útil do produto, por isso tem que haver um balanceamento correto dos ingredientes (FABRI, 2012; GUTKOSKI et al., 2011b).

3.1.2 Ingredientes e suas funções

Usar ingredientes adequados é fundamental para obter as características desejadas do bolo, pois exercem diversas funções, como agentes estruturadores, amaciadores, umidificadores, retentores de umidade e aromatizantes. Cada item da composição do bolo resulta em um efeito diferente, por isso a mudança em quaisquer ingredientes que compõem a massa, exige um ajuste cauteloso dos demais, a fim de manter uma combinação balanceada (BARCELO, 2014). As combinações de ingredientes na produção de bolos devem ser usadas nas formulações de diferentes tipos de bolos para evitar os problemas que podem surgir durante ou pós processamento do produto (PERALES, 2011).

O efeito da incorporação de ovos à massa varia conforme o tipo de bolo e parte a ser utilizada como clara, gema ou o ovo inteiro. Às claras quando batidas em ponto de neve contribuem para formar uma massa leve. Entretanto, a gema, que contém 85% de umidade, atua como umidificador, sendo a albumina a proteína responsável, por formar uma espuma após ser batida, o que irá conferir estrutura ao bolo. Além disso, a adição de ovos contribui para a adição de ferro, cálcio, fósforo, vitamina A, vitamina D, tiamina e riboflavina (PERALES, 2011).

Os açúcares são utilizados para adoçar, conferir maciez e volume, desenvolver sabor e cor, prorrogar e restringir a formação de glúten, aumentar as temperaturas de desnaturação das proteínas do ovo e gelatinizar o amido. A granulação do açúcar é importante para melhorar as qualidades tecnológicas do bolo (NEITZEL, 2006).

Além disso, esse ingrediente age como um umidificador, se estiver na forma de xarope ou então pode absorver a umidade, se estiver na forma cristalina. Com o aumento da proporção de açúcar, a massa tende a reter menos ar e mais líquido. Resultando em um efeito amaciador do miolo e promovendo a coloração da crosta. A sacarose é menos eficaz na coloração da crosta do bolo do que o açúcar invertido e a glicose (EI-DASH; GERMANI, 1994).

A farinha de trigo é um dos ingredientes com maior importância na produção do bolo por ser o principal responsável pela formulação da estrutura na maioria dos bolos, devido a sua composição de proteína e amido (EI-DASH; GERMANI, 1994). A massa da farinha deste cereal, quando misturada com a água forma uma substância visco elástico em razão das características do glúten, que é composto pelas proteínas gliadina e glutenina. Essas, por sua vez, possuem propriedades de absorção de água, viscosidade e elasticidade, importantes para a produção de bolos (GUTKOSKI et al., 2011; PREICHARDT et al., 2009a). Em geral, para a produção de bolos requer-se o uso de uma farinha fraca (baixa valor de força de glúten representada pela letra "W") que aquelas utilizadas em pães (EI-DASH; GERMANI, 1994).

Com o intuito de atender às exigências do consumidor por alimentos que contenham qualidade sensorial e nutricional sem causar danos à saúde, surge a necessidade de novos ingredientes que consigam atender as exigências do mercado (APLEVICZ et al., 2013). Assim, sendo cada vez mais utilizados ingredientes como agentes ligantes (amido modificado, colágeno hidrolisado e gomas) que fornecem propriedades tecnológicas específicas (HADDAD, 2013).

3.2 GOMAS

As gomas são carboidratos obtidos por meio de uma diversidade de fontes que variam de sementes de plantas terrestres, algas, produtos da biossíntese de microorganismos e modificação química de polissacarídeos naturais. Sendo utilizadas com funções de espessar, estabilizar, encorpar, emulsificar, conferir viscosidade, elasticidade e dar textura desejada aos alimentos (LUVIELMO; SCAMPARINI, 2009).

Estes carboidratos possuem funções secundárias como estabilização de emulsões, controlar a cristalização no alimento, inibição de sinérese, encapsulação e formação de filmes. Podendo ainda exercer a função de substituir a gordura em bolo promovendo as suas características sensoriais e contribuindo para o sabor, aparência e aroma (LEMOS, 2012).

As gomas têm muitas aplicações na indústria alimentícia pelas suas funções utilizadas principalmente em produtos de panificação (cobertura de bolos, misturas de bolos recheio de tortas e massas de pão), lácteos (sorvetes, pudins, iogurtes, leite fermentado e leite gelificado), doces e confeitaria (balas de goma, marrom glacê e geleia), bebidas (cervejas, sucos, refrigerantes, vinhos e vinagres), produtos cárneos (patês, produtos enlatados de peixe, frango e carne bovina e suína) e em diversos tipos de molhos (SILVA et al., 2016).

As propriedades funcionais das gomas são alteradas de acordo com o tamanho molecular, ligações de hidrogênio. Possuem importante capacidade de reduzir as propriedades reológicas de meios aquosos, a estabilização de emulsões e retrogradação da amilose (ZAMBRANO et al., 2005).

Outras gomas como a locusta e carboximetilcelulose também vêm sendo utilizadas para melhoria de textura e aumento de vida de prateleira dos produtos de panificação, pois esses carboidratos como xantana reduzem umidade (SILVA et al., 2018; APLEVICZ; MOREIRA, 2015), melhorando as características tecnológicas como volume, maciez e qualidade sensorial. Assim, sendo utilizadas como ingredientes de bolos isentos de glúten, pelo fato de ser emulsificante (PREICHARDT et al., 2009a).

3.2.1 Goma xantana

A goma xantana é um biopolímero produzido por meio de fermentação realizado pela bactéria do gênero *Xanthomonas campestris*, pertencente à família *Xanthomonadaceae*. Este carboidrato é sintetizado através de substrato contendo caldo de cana ou outros açúcares como amido (FARIA, 2009). *Xanthomonas campestris* puras são cultivadas a partir de fermentação aeróbica submersa, a 30 °C, por três dias, em meio esterilizado composto de carboidratos e sais minerais. Após esse período a goma xantana é precipitada em solvente (etanol ou acetona), separada, seca, moída e, então, embalada (BORGES; VENDRUSCOLO, 2008b).

Esse polissacarídeo possui amplas aplicações na indústria alimentícia pelo fato de ser solúvel em água fria formando um revestimento de barreira durante o aquecimento de produtos de panificação, que gera uma redução na perda de água por conter muita viscosidade, aumentando a umidade em bolos, melhorando também a retenção de gás na massa e aumentando o volume do produto (VALLEJOS; CRIZEL; SALAS-MELLADO, 2015).

A xantana é utilizada em produtos de panificação, para auxiliar na retenção e incorporação do ar em massas de bolos e pães, melhorando a textura. O controle da umidade é importante em todas as fases de produção de um bolo e a não hidratação dos ingredientes secos resulta em massas sem uniformidade, que promove um efeito de estrutura frágil e colapso durante ou após a cocção. Ao adicionar a goma xantana aos ingredientes secos da massa é necessário realizar previamente a hidratação desse carboidrato para evitar a formação de grumos no transcorrer da etapa inicial da mistura, auxiliando, assim, na disposição uniforme da umidade na massa e estabilização das bolhas de ar formadas durante o processo de mistura da massa (BOTELHO, 2012). Por conter tais características, a xantana é utilizada na produção de bolos isentos de glúten pelo fato de sua utilização resultar em um sistema com elevada viscosidade, melhorando as características tecnológicas como volume e análise sensorial no produto final (PREICHARDT et al., 2009a).

Outros produtos também utilizam xantana na sua formulação como sorvetes, lácteos, molhos (*ketchup* e mostarda), *chantilly*, iogurtes, bebidas cítricas, refrigerantes dietéticos, sucos de frutas e néctar (sucos em embalagem multicamadas), refrigerantes, bebidas instantâneas e produtos de panificação. Isso pelo fato de ser solúvel em água, formando uma solução viscosa e altamente

higroscópica (MARUYAMA et al., 2006; VALLEJOS; CRIZEL; SALAS-MELLADO, 2015). Outra característica relevante é que ao ser utilizada em baixas concentrações, essa goma permite estabilidade dos valores de pH, tornando mistura dos ingredientes mais homogênea (SILVA et al., 2018).

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 PROCESSO E FORMULAÇÕES DO BOLO

As matérias primas foram adquiridas em mercado local. Neste experimento utilizou-se 450 g ovos (Stragliotto, Farroupilha), 270 g de sacarose - açúcar cristal (Cristal, Aparecida de Goiânia), 270 g de farinha de trigo (Orquídea, Caxias do Sul) e 1,5 mL de aroma de baunilha (Monopol, Canoas).

As análises experimentais foram realizadas no Laboratório de Análises Ambientais Ecocerta, em Caxias do Sul, Rio Grande do Sul (RS). Quatro formulações foram produzidas conforme metodologia modificada de Noorlaila et al. (2018), sendo os tratamentos: (i) controle (C), sem adição de xantana (Mega Alimentos, Brasil); (ii) F1, formulação com 0,25% (m/m) de goma xantana; (iii) F2, formulação com 0,50% (m/m) de goma xantana e; (iv) F3, formulação com 0,75% (m/m) de goma xantana (Quadro 2), sendo que o percentual de goma xantana foi calculado sobre a massa de farinha, conforme Ei-dash; Germani, (1994). Para isso, foram pesados 50 g de ovo (60%; m/m) e 30 g de farinha de trigo (100% m/m) e 30 g açúcar (60%; m/m) para cada formulação. A seguir, as claras foram batidas com açúcar em batedeira (PHILCO, Estados Unidos), em velocidade 4, até obter uma massa aerada com a formação de um pico firme. Após, incorporaram-se as gemas uma a uma, homogeneizando-as lentamente e manualmente. Adicionou-se a farinha de trigo peneirada e misturou-se a massa. Três porções iguais do volume total de massa produzida foram divididas e transferidas para recipientes na forma de um trapézio (área de 17,25 cm²), previamente untados com 0,40 g de óleo de soja (Corcovado, Brasil). Em seguida, assaram-se as amostras das formulações em forno convencional (Fischer, Brasil), pré-aquecido a 180 °C, por 5 min. O tempo de forneamento para cada formulação foi registrado.

Quadro 2 – Formulações e ingredientes utilizados para elaboração das amostras de pão de ló avaliadas: controle (0% de xantana); F1 (0,25% de xantana); F2 (0,50% de xantana) e; F3 (0,75% de xantana).

Matérias-primas	Formulações (% , m/m)			
	Controle	F1	F2	F3
Farinha de trigo	100	100	100	100
Ovos inteiros (claras e gemas)	60,0	60,0	60,0	60,0
Açúcar	60,0	60,0	60,0	60,0
Aroma de baunilha	3,00	3,00	3,00	3,00
Goma xantana	0,00	0,25	0,50	0,75

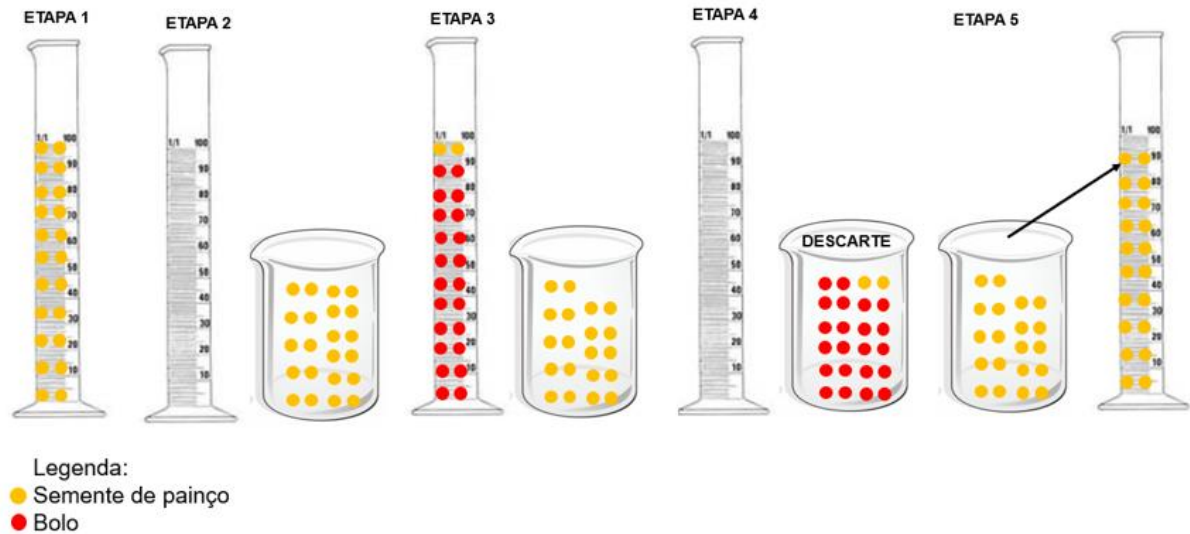
Fonte: O autor (2019)

F4.2 MÉTODOS FÍSICOS E FÍSICO-QUÍMICOS

4.2.1 Volume, umidade, PH, simetria e tempo de forneamento

O volume específico foi determinado pelo quociente entre o volume (cm^3) e a massa dos bolos pesaram em média 30 g cada, sendo os resultados expressos em cm^3/g . As massas foram pesadas em balança analítica (Ohaus, Brasil) e o volume foi obtido pelo deslocamento de sementes de painço conforme Figura 3, utilizando uma proveta de 100 cm^3 . Os resultados foram obtidos conforme Equação 1 e metodologia descrita por Brito e Cereda (2015).

Figure 3 – Análise de volume específico dos bolos



$$\text{Volume específico (cm}^3/\text{g)} = \frac{\text{Volume(cm}^3\text{)}}{\text{Massa (g)}} \quad (1)$$

Sendo o volume específico “VE” expresso em cm^3/g , o volume “v” em (cm^3) e a massa “m” gramas (g).

A determinação de umidade das amostras de bolo tipo pão de ló foi realizada por secagem em estufa (Solid Steel, Brasil) pelo método gravimétrico, conforme Adolfo Lutz – IAL (2008). Assim, as amostras foram pesadas em uma balança analítica (Ohaus, Brasil) com massa equivalente a 2,0 g em cada cadinho de porcelana, previamente aquecidos a $105\text{ }^\circ\text{C}$, por 1 h, resfriado em dessecador à temperatura ambiente ($25\text{ }^\circ\text{C}$) e pesado. O transporte dos cadinhos contendo as amostras foram realizados com ajuda de uma pinça, para evitar transferência de umidade das mãos para as amostras. As amostras foram colocados em estufa a $105\text{ }^\circ\text{C}$, durante 3 h. Em seguida, os cadinhos contendo as amostras foram retirados e acondicionados em dessecador com sílica gel até a temperatura média do ambiente ($22\text{ }^\circ\text{C}$), durante aproximadamente 30 min. Após este período, o cadinhos contendo as amostras foram pesadas e levadas à estufa a $105\text{ }^\circ\text{C}$, por 1 h e levadas para dessecador durante 30 min. Resfriados os cadinhos contendo as amostras foram pesadas novamente. Este procedimento foi repetido até se obter o peso constante, sendo calculado os valores de umidade conforme Equação 2.

$$\text{Umidade \% (m/m)} = N * 100/p \quad (2)$$

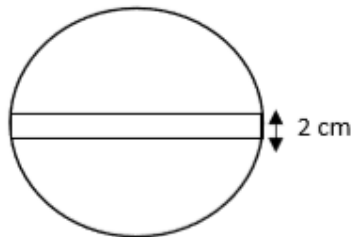
Sendo o percentual de umidade da massa expressa em “N” a massa final da amostra expresso em gramas (g) e “p”, o valor da massa inicial, expressos em gramas (g).

O pH foi determinado utilizando-se pHmetro (Quimis, Brasil). A calibração do pHmetro foi realizada previamente conforme instruções do fabricante com as soluções tampão 4 e 7. O pH foi medido através da inserção do eletrodo diretamente na suspensão contendo uma massa 10 g de bolo em cada béquer de 150 mL previamente pesadas em balança analítica (Ohaus, Brasil), diluída em 100 mL de água de osmose (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

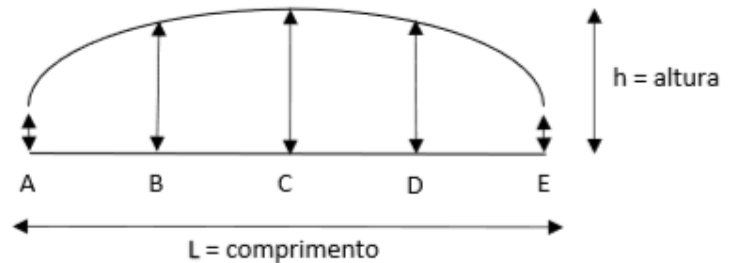
O tempo de forneamento (cozimento) dos bolos foi realizado, para ter certeza de que todas as partes estavam assadas, observou-se a cor de crosta e inseriu-se uma haste metálica em três partes distintas do bolo, perfurando-as, e ponto de cozimento foi analisado, sendo que quando a haste saísse sem resíduo de massa crua o bolo estaria cozido.

Figure 4 – Análise de simetria de bolo tipo pão de ló, sendo “a” a vista superior do bolo com a região de corte da fatia central (2 cm) e “b” a vista lateral dessa fatia após corte.

a)



b)



Fonte: Fabri (2012)

A partir das medidas C, B, D foram calculados a simetria de acordo com a Equação 2.

$$\text{Simetria} = 2 * C - (B + D) \quad (3)$$

As análises foram realizadas em triplicata e três repetições. Os resultados obtidos foram submetidos a análise estatística e desvio padrão e tiveram suas médias comparadas pelo teste de Tukey ($p = 0,05$), utilizando o programa estatístico Pastprogram versão 2,17c (HAMMER, 2001).

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na Tabela 1 observam-se os resultados das análises de volume específico, umidade e pH para as amostras de bolos com e sem adição de goma xantana. Verificou-se que conforme aumenta a concentração de goma nos bolos, maior foi o volume obtido ($p < 0,05$), sendo que a formulação F3 apresentou o maior volume ($3,30 \text{ cm}^3$) e as demais amostras (controle e F1) os menores volumes. Assim, como neste estudo, Botelho (2012) também observou que houve melhores resultados para volume em bolos de chocolate sem glúten quando foi utilizada goma xantana.

Tabela 1 – Análises físico-químicas das formulações de bolo tipo pão de ló com diferentes concentrações de goma xantana: controle (0%, m/m), F1 (0,25%, m/m), F2 (0,50%, m/m) e F3 (0,75%, m/m).

Formulações	Volume específico (g cm^3) \pm SD	Umidade (%) \pm SD	pH \pm SD
Controle	$3,03 \pm 0,08^a$	$65,01 \pm 0,95^a$	$8,20 \pm 0,03^a$
F1	$3,07 \pm 0,05^a$	$65,49 \pm 0,92^a$	$8,21 \pm 0,03^a$
F2	$3,17 \pm 0,03^b$	$68,49 \pm 0,90^b$	$8,13 \pm 0,01^b$
F3	$3,30 \pm 0,05^c$	$68,91 \pm 0,86^b$	$8,17 \pm 0,01^a$

Fonte: O autor (2019). SD: desvio padrão. Médias dos tratamentos seguidas pelas mesmas letras na mesma coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

A relação entre o aumento de goma no produto e o consequente aumento dos valores de volume pode estar relacionada, pelo fato de que a goma é um agente emulsificante de elevada viscosidade que auxilia na união de ingredientes hidrofóbicos e hidrofílicos (NOORLAILA et al., 2018; VALLEJOS et al., 2015). Isso propicia uma maior quantidade de ar incorporado a massa antes do forneamento. De acordo com Zambrano et al. (2005), os emulsificantes também reduzem a tensão superficial entre a fase aquosa e o ar, permitindo uma maior e mais rápida incorporação de ar na massa. Quando o ar é inserido à massa durante o batimento, a proteína proveniente das claras de ovo, que sofre um desdobramento, de forma que sua porção lipofílica fica voltada para a fase gasosa, ou seja, para o interior das bolhas de ar e sua porção

hidrofílica continua na fase aquosa. Koksel (2009) também verificou que a adição de gomas, xantana e guar, ocasionaram aumento do volume específico em bolos. Segundo Vallejos; Crizel; Salas-mellado, (2015) a goma xantana auxilia na retenção de gás e aumenta o volume específico de produtos de panificação.

Através dos dados apresentados na Tabela 1, verificou-se que os valores de umidade encontrado para as formulações F2 e F3 foram superiores aos valores encontrados para controle e F1 ($p < 0,05$). Isso provavelmente ocorreu pelo fato de ter-se adicionado maior quantidade de goma xantana à massa. Segundo Botelho (2012), que estudou a quantidade de goma xantana adicionada a bolos de chocolate, o mesmo obteve resultados positivos no teor de umidade, isso se deve ao fato da propriedade hidrofílica da goma de manter a umidade na massa. Cauvain e Young (2000) relatam que a umidade do miolo exerce o principal impacto sobre a vida útil dos bolos e sobre a multiplicação de micro-organismos indesejáveis. As propriedades texturais dos bolos podem ser resultados da modificação do nível de água na densidade do miolo, afetando o perfil de textura e tornando o miolo mais aderente e mastigável.

Os valores de pH apresentaram pouca variação entre o controle e as demais formulações (F1, F2 e F3), sem exibir tendências em relação a adição de goma xantana (Tabela 1). Esses valores obtidos de pH resultaram em um meio básico ($\text{pH} > 7,00$), o que pode ter influenciado na solubilidade dos ingredientes nas formulações F1, F2 e F3. De acordo com Gomes et al., (2014), o preparo de bolos em meios ácidos ($\text{pH} < 7,00$) ocorre baixa solubilidade dos ingredientes. Segundo Poletto (2015), valores de pH próximos à 7 (meio neutro) são favoráveis à desenvolvimento de bactérias e fungos filamentosos. Como os resultados obtidos para pH ocorreram em meio básico ($\text{pH} > 7,00$), isso pode favorecer a contaminação do alimento.

Tabela 2 – Análises físicas das formulações de bolo tipo pão de ló com diferentes concentrações de goma xantana: controle (0%, m/m), F1 (0,25%, m/m), F2 (0,50%, m/m) e F3 (0,75%, m/m).

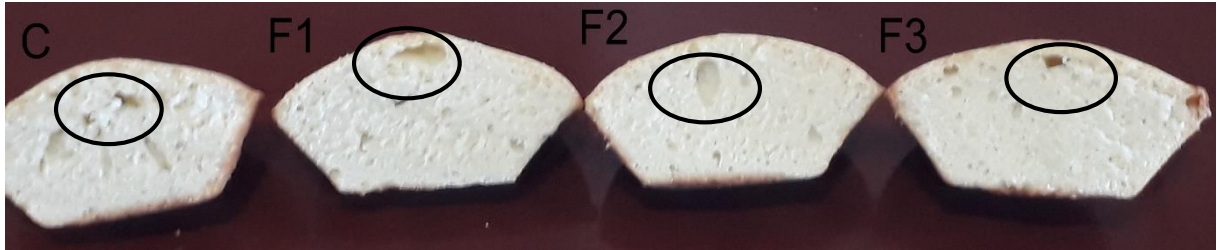
Formulações	Simetria (cm) ± SD	Tempo de cozimento (min)
Controle	3,09 ± 0,10	20
F1	3,09 ± 0,10	25
F2	3,15 ± 0,80	30
F3	3,20 ± 0,90	40

Fonte: O autor (2019). Os resultados foram obtidos através da média e desvio padrão dos resultados.

A simetria é uma característica importante em bolos, pois mostra se houve um encolhimento da massa durante a cocção (BORGES et al. 2006). Quanto mais próximo a zero, melhor é o perfil de simetria, o que significa que houve crescimento uniforme da massa e manutenção estrutural durante a cocção. De acordo com os resultados observados na Tabela 2, as amostras dos tratamentos controle e F1 apresentaram os mesmos valores de simetria ($3,09 \pm 0,10$), mas valores superiores foram encontrados para F3 ($3,20 \pm 0,90$). Esses resultados podem estar relacionados a quantidade de goma xantana adicionada a massa, quanto maior o percentual, menor a simetria (NOORLAILA et al. 2018),

Observou-se que os bolos com adição de goma xantana (F1, F2 e F3) retratam uma estrutura e uma distribuição interna mais uniforme dos alvéolos, comparado ao bolo controle (sem adição de goma xantana). Este último apresentou a formação de túneis em maior quantidade (representados por regiões circulares na (Figura 4). Por isso, as formulações apresentaram uma qualidade de estrutura de miolo superior ao controle. Segundo Koksel (2009) a disposição e o tamanho dos alvéolos são fatores importantes para a qualidade final de produtos de panificação. Entre as principais qualidades dos bolos encontram-se a massa de baixa densidade e produto final com baixa simetria e maior volume (SCHMIELE 2011).

Figure 5 – Análise visual de uniformidade de miolo das formulações de bolo tipo pão de ló com diferentes concentrações de goma xantana: controle (0%, m/m), F1 (0,25%, m/m), F2 (0,50%, m/m) e F3 (0,75%, m/m), destacando-se os alvéolos.



Fonte: O autor (2019)

O tempo de cozimento dos bolos, para atingir a mesma coloração de crosta, variaram conforme a quantidade de goma na formulação. Quanto maior a concentração do hidrocolóide adicionada, maior o tempo de forneamento, isso se deve provavelmente à maior absorção de água pela massa. Assim, observou-se que o controle apresentou menor tempo (20 min) e F3 o maior tempo (40 min). As formulações F1 e F2 apresentaram valores intermediários de forneamento 25 e 30 min, respectivamente.

6 CONCLUSÃO

A adição de goma xantana em bolos tipo pão de ló influencia nas propriedades físicas e físico-químicas onde os resultados indicaram que a adição desse polissacarídeo influenciou no volume específico, umidade, simetria e uniformidade dos alvéolos no miolo. As análises de volume e simetria demonstraram que a formulação com maior quantidade de goma xantana (0,75%) apresentou maior volume, devido à incorporação de ar na massa e estabilidade durante o seu processamento. As amostras que continham as formulações de 0,50 % e 0,75 % apresentaram maior umidade, devido a maior concentração de goma na massa, que possibilitou uma melhora na textura dos bolos, devido a goma conter característica de reter a umidade na massa. Na avaliação da uniformidade dos alvéolos, observou-se que a goma conferiu uma estrutura mais uniforme para o miolo dos bolos. Conclui-se que a goma xantana pode ser utilizada na elaboração de produtos de panificação, principalmente para a confecção de bolos tipo pão de ló, devido às suas propriedades estabilizante e espessante. Além disso, possui fácil disponibilidade comercial e o baixo custo. Podendo ser constatado em trabalhos futuros outras melhorarias, como o tempo de vida útil dos bolos, que poderá ser verificado pela análise sensorial que neste trabalho não foi medido.

7 REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Constituição (1978). Decreto-lei Nº 986 nº 12, de 21 de outubro de 1969. **Produtos de Confeitaria**. 12. ed. São Paulo, SP, 24 jul. 1978. n. 12, Seção 410. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/anvisa/legis/resol/1278_prod_confeita.htm>. Acesso em: 17 set. 2018.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Constituição (2010). Resolução da Diretoria Colegiada – RDC N. 45, de 03 de Novembro de 2010 nº 45, de 03 de novembro de 2010. Resolução da Diretoria Colegiada. **Aditivos Alimentares Autorizados Para Uso Segundo As Boas Práticas de Fabricação (BPF): Legislação Federal**. 4. ed. Brasília-DF, DF, p. 01-27. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br>>. Acesso em: 14 abr. 2019.

APLEVICZ, Krishina Singer et al. Avaliação físico-química e microbiológica de bolo integral com ingredientes termo gênicos e óleo de canela micro encapsulado. **Nano Vetor**, Florianópolis, SC, v. 1, n. 12, p.1-4, nov. 2013. Disponível em: <<http://eventoscientificos.ifsc.edu.br/index.php/sepei/sepei2014/paper/viewFile/484/734>>. Acesso em: 09 nov. 2018.

APLEVICZ, Krishina Singer; MOREIRA, Julia Prudêncio. AVALIAÇÃO DE GOMA XANTANA E CARBOXIMETILCELULOSE EM PÃES PARA CELÍACOS. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, Três Corações - Mg, v. 13, n. 1, p.608-615, jul. 2015. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/281213725.PDF>>. Acesso em: 27 out. 2018.

Associação Brasileira das Indústrias de Massas Alimentícias - ABIMA. Vendas de bolos no Brasil. Disponível em: <<https://www.abimapi.com.br>> Acesso em: 26 set 2018.

Associação de Produtores de Pão de Ló Ovar - APPO. Caderno de Especificações do Pão de Ló de Ovar- Indicação Geográfica Protegida. 2012. Disponível em:<https://tradicional.dgadr.gov.pt/images/prod_imagens/doces/docs/CE_Pão_ló_Ovar.pdf>. Acesso em: 04 out. 2018.

BAKERPEDIA. Washington, SW: Baker Pedia, v. 1, n. 5, 2018. Disponível em: <<http://bakerpedia.com/processes/sponge-cake>>. Acesso em: 15 nov. 2018.

BARCELO, Divina Maria Silva de et al. Processamento e análise sensorial de bolo de chocolate com farelo de mandioca desidratado. **Revista Faculdade Montes Belos (FMB)**, São Luís de Montes Belos - Go, v. 7, n. 4, p.114-129, jan. 2014. Disponível em: <<http://revista.fmb.edu.br/index.php/fmb/article/view/147/141>>. Acesso em: 12 out. 2018.

BORGES, Caroline Dellinghausen; VENDRUSCOLO, Claire Tondo. Goma Xantana: características e condições operacionais de produção. Uel: Universidade Estadual de Londrina, Londrina, v. 29, n. 2, p.171-188, jul. 2008. Disponível em: <<http://www.uel.br/portal/?pagina=revistas.php>>. Acesso em: 24 maio 2019.

BORGES, João Tomaz da Silva et al. UTILIZAÇÃO DE FARINHA MISTA DE AVEIA E TRIGO NA ELABORAÇÃO DE BOLOS. **Universidade Federal do Paraná-UFPR**, Curitiba, PR, v. 24, n. 1, p.145-165, jan. 2006. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/alimentos/article/viewFile/5286/3957>>. Acesso em: 25 maio 2019.

BOTELHO, Fabiana de Souza. **EFEITO DAS GOMAS XANTANA E/OU GUAR NA TEXTURA DE PÃES ISENTOS DE GLÚTEN ELABORADOS COM FARINHAS DE ARROZ E DE MILHO**. 2012. 102 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências Gastronômicas, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2012. Disponível em: <<https://www.repository.utl.pt/bitstream/10400.5/5324/1.pdf>>. Acesso em: 27 out. 2018.

BRANDÃO, Silvana Soares; LIRA, Hércules de Lucena. **Tecnologia de Panificação e Confeitaria**. Pernambuco: E-tec Brasil, 2011. 148 p. Disponível em: <http://www.abip.org.br/site/wp-content/uploads/2016/03/Tecnologia_de_Panificacao_e_Confeitaria.pdf>. Acesso em: 17 jun. 2019.

BRITO, Vitor Hugo dos Santos; CEREDA, Marney Pascoli. Método para determinação de volume específico como padrão de qualidade do polvilho azedo e sucedâneos. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campo Grande-MS, v. 18, n. 1, p.14-22, mar. 2015. Fap UNIFESP (Sacielo). <http://dx.doi.org/10.1590/1981-6723.0214>. Disponível em: <<http://www.scielo.br/scielo.php> >. Acesso em: 15 mar. 2019.

CAMILI, E. a. et al. Qualidade tecnológica de bolo elaborado com farinha de mesocarpo de babaçu. In: Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos, 25, 2016, Gramado - Rs. **Alimentação: a árvore que sustenta a vida**. Cuiabá – MT: Sb CTA RS, 2016. p. 1 - 8.

CAUVAIN, Stanley P.; YOUNG, Linda S. **Bakery Food Manufacture and Quality: Water Control and Effects**. Victoria Australia: Blackwell Science Ltd, 2000. 224 p. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books>>. Acesso em: 15 jun. 2019.

CAVALCANTE, Rosane Souza. **Avaliação das características estruturais de bolos com redução calórica**. 2012. 50 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Ciências e Tecnologia de Alimentos, Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza - CE, 2012. Disponível em: <<http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/17904>>. Acesso em: 12 out. 2018.

EI-DASH, Ahmed; GERMANI, Rogério. **Tecnologia de farinhas mistas: Uso de Farinhas Mistadas na Produção de Bolos**. V 7. ed. Brasília-DF: Die Presse Editorial Ltda. 1994. 31 p. (EMBRAPA 1994). Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1009170/tecnologia-de-farinhas-mistas-uso-de-farinhas-mistas-na-producao-de-bolos>>. Acesso em: 13 out. 2018.

FABRI, Ana Carolina Penha. **Produção de bolo com baixo teor de sal**. 2012. 37 f. Monografia (Especialização) - Curso de Especialização de Desenvolvimento de Produtos, Instituto Mauá de Tecnologia, Universidade do Instituto Mauá de Tecnologia, São Caetano do Sul-SP, 2012. Disponível em:

<<https://maua.br/files/monografias/completo-producao-bolos-com-baixo-teor-sal-090937.pdf>>. Acesso em: 13 out. 2018.

FARIA, Sandra. **Otimização da produção e caracterização de goma xantana empregando caldo de cana**. 2009. 162 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Química, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2009. Disponível em: <<https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/15050/1/sandra.pdf>>. Acesso em: 14 abr. 2019.

GOMES, Luciana de Oliveira Froes et al. Estabilidade microbiológica e físico-química de misturas para bolo sem glúten e qualidade dos bolos prontos para consumo. **Brazilian Journal of Food Technology**, Goiânia, Go, v. 17, n. 4, p.283-295, dez. 2014. FapUNIFESP (Scielo). <http://dx.doi.org/10.1590/1981-6723.0914>. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1981-67232014000400283&lng=pt&tlng=pt>. Acesso em: 05 jun. 2019.

GUTKOSKI, Luiz Carlos et al. Influência do tipo de farinha de trigo na elaboração de bolo tipo inglês. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 14, n. 04, p.275-282, 9 dez. 2011. Institute of Food Technology. <http://dx.doi.org/10.4260/bjft2011140400033>. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/bjft/v14n4/04.pdf>>. Acesso em: 12 out. 2018.

GUTKOSKI, Luiz Carlos et al. Influência dos teores de aveia e de gordura nas características tecnológicas e funcionais de bolos. Scielo: Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas-SP, v. 2, n. 29, p.254-261, abr. 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cta/v29n2/03.pdf>>. Acesso em: 04 out. 2018.

HADDAD, Felipe Furtini. **Barras alimentícias de sabor salgado com diferentes agentes ligantes: aspecto tecnológicos, sensorial e nutricional**. 2013. 155 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Lavras, Lavras, Mg, 2013. Disponível em: <<http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/685/1/DISSERTA.pdf>>. Acesso em: 11 nov. 2018.

HAMMER, Harper, DAT, Ryan, PD 2001. PAST: Pacote de software de estatísticas paleontológicas para educação e análise de dados. *Palaeontologia Electronica* 4 (1): 9pp:<http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm>. Acesso em: 03 mai. 2019.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ – IAL. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. 4. ed. São Paulo: IAL, 2008. 1020 p. Versão eletrônica. Disponível em: <<http://www.ial.sp.gov.br/ial/publicacoes/livros/metodos-fisico-quimicos-para-analise-de-alimentos>>. Acesso em: 11 nov. 2018.

KOKSEL, H. F. (2009). Effects of xanthan and guar gums on quality and staling of gluten free cakes baked in microwave-infrared combination oven. Dissertação de Mestrado em Engenharia Alimentar. Escola Superior de Ciências Naturais e Aplicada, Middle East Technical University. Disponível em <<etd.lib.metu.edu.tr/upload/12610410/index.pdf> > Acesso em: 11 de maio de 2019.

LEMOS, Tatiane de Oliveira. **Avaliação de blendas de hidrocolóides na estabilização do néctar de caju: aspectos reológicos e sensoriais**. 2012. 191 f. Tese (Doutorado) - Curso de Biotecnologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza-CE, 2012. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/17055/1/2012_tese_tolemos.pdf>. Acesso em: 27 out. 2018.

LUVIELMO, Márcia de Mello; SCAMPARINI, Adilma Regina Pippa. Goma xantana: produção, recuperação, propriedades e aplicação. **Estudos Tecnológicos**, Campinas-SP, v. 5, n. 1, p.50-67, abr. 2009. Disponível em: <http://www.revistas.unisinos.br/index.php/estudos_tecnologicos/article/view/4964/2210>. Acesso em: 10 set. 2018.

MARUYAMA, Larissa Yukie et al. Textura Instrumental de Queijo Petit-Suisse Potencialmente Probiótico: Influência de Diferentes Combinações de Gomas. **SciELO**, São Paulo-SP, v. 2, n. 26, p.386-393, 27 jun. 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/%0D/cta/v26n2/30187.pdf>>. Acesso em: 10 set. 2018.

MILLER, R. **Types of Cakes**. Manhattan, Ks, Usa: Elsevier Ltda. 2016. 04 p. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/>>. Acesso em: 26 set. 2018.

NEITZEL, Laone Hellwig. **Influência da formulação no congelamento de massas de bolo e na qualidade do produto final**. 2006. 124 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciência e Tecnologia Agroindustrial, Departamento de Tecnologia Agroindustrial, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas- RS, 2006. Disponível em: <http://dctaufpel.com.br/ppgcta/manager/uploads/documentos/dissertacoes/influencia_da_formulacao_no_congelamento_de massas_de_bolo_e.pdf>. Acesso em: 12 out. 2018.

NOORLAILA, A. et al. The effects of xanthan gum and hydroxy propyl methyl cellulose on physical properties of sponge cakes. **Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences**, Selangor, Mas, p.01-08, 12 ago. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jssas.2018.08.001>. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1658077X18302145?via%3Dihub>>. Acesso em: 15 nov. 2018.

PERALES, Noelia Soledad Bedoya. **Efeito das concentrações de α -amilase maltogênica e gordura na qualidade tecnológica e sensorial de bolos**. 2011. 145 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Tecnologia de Alimentos, Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas- SP, 2011. Disponível em: <<http://repositorio.unicamp.br/jspui/handle/REPOSIP/255421>>. Acesso em: 14 out. 2018.

POLETTO, Bruno de Oliveira et al. Avaliação físico-química de bolo de chocolate modificado. **Revista Científica FAEMA**, Ariquemes – RO, v. 6, n. 2, p.77-91, set. 2015. Disponível em: <<http://www.faema.edu.br/revistas/index.php/Revista-FAEMA/article>>. Acesso em: 12 out. 2018.

PREICHARDT, LD *et al.* **O papel da goma xantana na qualidade de bolos sem glúten: produtos de panificação aprimorados para pacientes celíacos.** Revista Internacional de Ciência e Tecnologia de Alimentos, v. 46, n. 12, p. 2591-2597, 2011.

PREICHARDT, Leidi D. *et al.* **Efeito da goma xantana nas características sensoriais de bolos sem glúten.** Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial, Ponta Grossa-PR, v. 3, n. 1, p.01-07, 1 jun. 2009. Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/rbta/article/view/362>>. Acesso em: 27 out. 2018.

RESENDE, Gustavo Costa de. **Formulação e avaliação de fermentos químicos para pré-mistura de bolo.** 2007. 105 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG, 2007. Cap. 1. Disponível em:<<http://repositorio.ufla.br/pdf>>. Acesso em: 20 out. 2018.

RIOS, Raquel Vallerio. **Efeitos da substituição de gordura vegetal hidrogenada nas propriedades estruturais de bolos.**2014. 131 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Tecnologia de Alimentos, Faculdade de Ciências Farmacêuticas, São Paulo-SP, 2014. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/9/9133/tde-14112014-170012/pt-br.php>>. Acesso em: 13 out. 2018.

SCHMIELE, Marcio *et al.* INFLUÊNCIA DA ADIÇÃO DE FARINHA INTEGRAL DE AVEIA, FLOCOS DE AVEIA E ISOLADO PROTÉICO DE SOJA NA QUALIDADE TECNOLÓGICA DE BOLO INGLÊS. **Biblioteca Digital:** Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, v. 29, n. 1, p.71-82, jul. 2011. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/alimentos/article/view/22751/16539>>. Acesso em: 25 maio 2019.

SILVA, Roberta Ribeiro *et al.* Efeito da utilização de gomas na viscosidade e nas características sensoriais de shake à base de farinha de banana verde. **Brazilian. J. Food Technology**, Alfenas/mg, v. 21, n. 1, p.01-06, maio 2016. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/bjft/v21/1981-6723-bjft-21-e2016052.pdf>>. Acesso em: 01 out. 2018.

VALLEJOS, Viviane Borges; CRIZEL, Tainara de Moraes; SALAS-MELLADO, Myriam de Las Mercedes. Desenvolvimento de bolos sem glúten com adição de goma xantana e metil celulose: Ciências Agrárias. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina - PR, v. 36, n. 3, p.1317-1328, jun. 2015. Disponível em: <<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/view/18208>>. Acesso em: 27 out. 2018.

ZAMBRANO, Francly *et al.* Efeito das Gomas Guar e Xantana em Bolos como Substitutos de Gordura. **Brazilian Journal: OF FOOD TECHNOLOGY**. Campinas-SP, p. 63-71. 26 set. 2005. Disponível em: <<http://www.ital.sp.gov.br/bj/artigos/brazilianjournal/free/p05187.pdf>>. Acesso em: 10 set. 2018.