

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
ESCOLA DE AGRONOMIA E ENGENHARIA DE ALIMENTOS

MARIANA PATRICIO DE MORAIS

POLPA DE BATATA RESIDUAL ACIDIFICADA
DESIDRATADA: APLICAÇÃO EM
BISCOITOS TIPO ROSQUINHA

GOIÂNIA
2014

MARIANA PATRICIO DE MORAIS

POLPA DE BATATA RESIDUAL ACIDIFICADA
DESIDRATADA: APLICAÇÃO EM
BISCOITOS TIPO ROSQUINHA

Dissertação apresentada à Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de Goiás, como exigência para a obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Orientador: Prof. Dr. Manoel Soares Soares Júnior

Co-orientadores: Prof. Dr. Márcio Caliari e

Dra. Elizabeth Harumi Nabeshima

GOIÂNIA
2014

MARIANA PATRICIO DE MORAIS

POLPA DE BATATA RESIDUAL ACIDIFICADA
DESIDRATADA: APLICAÇÃO EM
BISCOITOS TIPO ROSQUINHA

Dissertação defendida e aprovada em ____/____/____, pela Banca Examinadora constituída pelos membros:

Prof.^a Dr.^a Keyla de Oliveira Ribeiro

Prof.^a Dr.^a Marina Costa Garcia

Prof. Dr. Manoel Soares Soares Júnior
Orientador – EA/UFG

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
GPT/BC/UFG

M827p Moraes, Mariana Patrício de.
Polpa de batata residual acidificada desidratada
[manuscrito]: aplicação em biscoitos tipo rosquinha /
Mariana Patrício de Moraes. - 2014.
102 f. :il.

Orientador: Prof^a. Dr^a. Manoel Soares Soares Junior; Co-
orientador: Márcio Caliarí; Elizabeth Hamuri Nabeshima
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Goiás,
Escola de Agronomia, 2014.

Bibliografia.

Inclui lista de figuras, abreviaturas e tabelas.

Apêndices.

1. Batata – Industrialização – Reaproveitamento residual
2. Batata – Geração de resíduos 3. Biscoitos – Polpa de
batata 4. Resíduos de batata – Reaproveitamento I. Título.

CDU: 664.641.19:633.491

Aos meus pais, Luiz e Neide, à minha irmã Patrícia e ao meu esposo Marcius Fleury Junior
pela compreensão, amor incondicional carinho e incentivo!
Dedico!

AGRADECIMENTOS

À Deus, por me dar forças e sabedoria para concretizar esse sonho!

Ao meu pai (*in memorian*) que fez de tudo para eu fazer o mestrado, comemorou comigo minha entrada, mas não conseguiu ficar presente até o final. Pai, de onde você estiver, sei que está olhando por mim e que me deu força e apoio para eu chegar até aqui. Minha imensa e eterna gratidão!

À minha mãe, minha melhor amiga, guerreira, exemplo de força, amor, sabedoria e superação, que está sempre presente em minha vida, em todas as horas e todos os minutos. Obrigada por sempre me apoiar!

À minha irmã, que amo tanto, obrigada pelo apoio, pelas palavras que me fizeram seguir em frente e pelo incentivo. Você é meu exemplo de vida!

Ao meu esposo Reco, meu grande amor, que mesmo distante está sempre presente. Obrigada por entender as minhas ausências e pelo apoio constante!

Ao meu orientador Manoel Soares Soares Junior, te agradeço pelos ensinamentos, pela paciência, pelos “puxões de orelha” e por acreditar em mim!

Aos meus amigos, colegas de mestrado e colegas da Faculdade Cambury, que contribuíram para a realização desse sonho, em especial Lindy, Jacimara, Tayná, Karla Cristina, Marina Fernandes, Thaty Lacerda, Márcio Zago, Divino Junior. Obrigada pela força, ajuda nas análises, palavras de incentivo!

À Jaqueline Eduarda, bolsista PIBIC do CNPq e futura engenheira de alimentos, um anjo que Deus colocou na minha vida, uma amiga que ganhei na faculdade. Não tenho palavras para te agradecer! Muito obrigada pela paciência, pela ajuda constante e pela dedicação!

À *chef* Kananda Gomes, que me ajudou na produção dos mais de 1000 biscoitos.

À minha família, obrigada pelo apoio e carinho. À minha segunda família, família do meu esposo, que me acolheu e que eu tanto amo!

À toda equipe dos laboratórios, em especial à Camilla Alves, que tanto me ajudou e me ensinou no laboratório de microbiologia!

Agradeço à Cicopal e a engenheira de alimentos Thays Dias pela doação da matéria prima (polpa de batata residual) e embalagens utilizadas na pesquisa.

Ao Centro de Ciência e Qualidade de Alimentos (ITAL), pelo auxílio nas análises.

À Fundação de Amparo à Pesquisa no Estado de Goiás pela concessão da bolsa de estudos modalidade mestrado e ao CNPq de Iniciação Científica

A todos que contribuíram para a realização desse trabalho.

“Todo caminho da gente é resvaloso. Mas, também, cair não prejudica demais.
A gente levanta, a gente sobe, a gente volta!... O correr da vida embrulha tudo, a vida é assim:
Esquenta e esfria, aperta e daí afrouxa, sossega e depois desinquieta.
O que ela quer da gente é coragem. Ser capaz de ficar alegre e mais alegre no meio da alegria,
e ainda mais alegre no meio da tristeza.”

Guimarães Rosa

RESUMO

O descarte de resíduos provenientes do processamento da batata frita no meio ambiente pode trazer problemas de poluição. A reutilização desses resíduos traz uma redução gradual no custo de produção de produtos de consumo. Este estudo teve como objetivo verificar a viabilidade física, química, tecnológica, microbiológica e sensorial de substituir parcialmente a farinha de trigo por polpa de batata residual acidificada desidratada proveniente da industrialização de batata frita na formulação de biscoito tipo rosquinha, além de acompanhar a estabilidade do biscoito selecionado em armazenamento a 25°C e 35°C. Foram utilizados diferentes níveis de substituição de farinha de trigo por polpa de batata residual acidificada desidratada, por meio de delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e três repetições. Foram realizadas análises físicas, químicas, microbiológicas e tecnológicas na matéria-prima e biscoitos conforme metodologias oficiais. A polpa de batata residual acidificada desidratada foi extraída da água utilizada para lavagem após o corte das batatas antes da fritura, e encontrou-se alto teor de carboidratos (92,27 g 100 g⁻¹), possuindo baixos teores de proteínas (0,38 g 100 g⁻¹), cinzas (0,34 g 100 g⁻¹), lipídeos (0,20 g 100 g⁻¹) e fibra alimentar total (< 0,1 g 100 g⁻¹). Os microrganismos pesquisados nos biscoitos encontraram-se dentro dos padrões exigidos pela legislação brasileira, sendo os produtos considerados favoráveis ao consumo humano. O biscoito com 45 g 100 g⁻¹ de polpa de batata residual acidificada desidratada obteve os maiores escores para aparência (7,46), textura (7,26) e sabor (6,88), e considerando as características físicas e sensoriais observou-se que este tem o maior potencial para comercialização. Os principais aminoácidos não essenciais presentes nos biscoitos experimentais foram o ácido glutâmico (33313,49 mg 100 g⁻¹ de proteína) e a prolina (11031,75 mg 100 g⁻¹ de proteína). A proteína dos biscoitos apresentou aminoácidos essenciais abaixo da recomendação: metionina e cisteína, tirosina e lisina. O efeito do tempo de armazenamento foi significativo para a umidade, A_a, L*, dureza, pH e croma b* e não significativo para croma a*. O efeito da temperatura foi significativo somente para pH, enquanto as interações foram significativas para umidade, pH e b*. Nos primeiros 36 dias de armazenamento dos biscoitos houve aumento da A_a e esta se permaneceu constante até 144 dias de armazenamento, havendo aumento da A_a dos biscoitos após este período. Os escores sensoriais para aparência dos biscoitos armazenados a 25°C variou entre 7,46 e 6,24, e dos armazenados a 35°C entre 7,46 e 6,28. Ao contrário da dureza instrumental, a textura sensorial reduziu o escore ao passar do tempo, o que mostra que os provadores preferem biscoitos menos duros, já que houve uma tendência de aumento da dureza com o armazenamento. As análises sensoriais, texturais, microbiológicas e os aspectos físico-químicos realizados e avaliados a cada 36 dias durante os 180 dias de armazenamento mostraram que os biscoitos apresentaram boas condições físicas e microbiológicas, estando aptos a serem consumidos pelo período de 180 dias. Indústrias que produzem batata *chips* e palha podem utilizar polpa de batata residual acidificada desidratada como uma alternativa para agregar valor nesse subproduto, o utilizando como ingrediente no desenvolvimento de produtos para a alimentação humana, evitando o desperdício nas indústrias, a contaminação ambiental e ainda gerando ganhos econômicos.

Palavras chave: *Solanum tuberosum* L., subproduto, desenvolvimento de produto, estabilidade, perfil de aminoácidos.

DEHYDRATED ACIDIFIED RESIDUAL POTATO PULP: APPLICATION IN BISCUITS DONUT TYPE

ABSTRACT

The discharge of residues from potato chips processing lines into the environment may cause pollution issues. Reusing these residues may gradually reduce the production cost of consumption goods. This study was aimed at verifying the viability (physical, chemical, technological, microbiological and sensory) of replacing wheat flour for dehydrated acidified residual potato pulp from potato chips industries in the making of the donut cookie, apart from checking the stabilization of the cookie when stored at 25°C to 35°C. Different levels of replacement of the wheat flour for the potato pulp were used, via completely randomized design, with five treatments and three repetitions. The raw material and the cookies were subjected to physical, chemical, microbiological and technological analyses, according to official methodologies. The dehydrated acidified residual potato pulp was extracted from the water used to wash the potatoes after cutting and before frying, therefore it is rich in carbohydrates (92.27 g 100 g⁻¹), with a low level of protein (0.38 g 100 g⁻¹), ashes (0.34 g 100 g⁻¹), lipids (0.20 g 100 g⁻¹) and total dietary fiber (< 0.1 g 100 g⁻¹). Microorganisms found in the cookies were within the standards of Brazilian regulation for the product to be considered safe for human consumption. The cookie with 45 g 100 g⁻¹ of potato pulp had the highest scores for appearance (7.46), texture (7.26) and flavor (6.88). Taking into consideration its physical and sensory characteristics, this was the one with the highest potential for commercialization. The main non-essential amino acids found in the experimental cookies were the glutamic acid (33313.49 mg 100 g⁻¹ of protein) and the proline (11031.75 mg 100 g⁻¹ of protein). The protein level of the cookies was below recommended regarding methionine and cysteine, tyrosine and lysine. The effects of storage time were significant for humidity, A_a, L*, hardness, pH e shade b* and not significant for shade a*. The effects of temperature were only significant for pH, while the interactions were significant for humidity, pH and b*. During the first 36 days of storage, there was an increase of A_a, which remained constant until 144 days of storage, with an increase of A_a after that period. Sensory scores for appearance of the cookies stored at 25°C varied from 7.46 to 6.24, whereas the score of those stored at 35°C varied from 7.46 to 6.28. Contrarily to instrumental hardness, sensory texture reduced its score with time, what shows that tasters prefer less hard cookies, since there was a tendency of increase in hardness with storage. Sensory, textural and microbiological analyses and physical-chemical aspects, which were evaluated every 36 days during the 180 days storage period, showed the cookies had good physical and microbiological conditions, being good for consumption for a period dehydrated acidified residual potato pulp as an alternative to add value to this subproduct, using it as an ingredient in the development of human nutrition products, avoiding industry waste and environmental contamination while still generating economic gains.

Keywords: *Solanum tuberosum* L., subproduct, product development, stability, amino acid profile.

LISTA DE ABREVIATURAS

μm	Micrômetro
a^*	Croma a^*
A_a	Atividade de água
ANOVA	Análise de variância
b^*	Croma b^*
B.O.D.	Biochemical oxygen demand
BOPP	Polipropileno biorientado
CIELab	Comission Internationale de L'Eclairage
EQ	Escore químico
FT	Farinha de trigo
g	Grama
HCl	Ácido clorídrico
HPLC	High Performance Liquid Chromatography
k	Velocidade da reação
Kcal	Kilocaloria
L^*	Luminosidade
Labdarsa	Laboratório de aproveitamento de resíduos e subprodutos agroindustriais
Ln	Logaritmo neperiano
M	Molar
mL	Mililitro
mm	Milímetro
N	Newton
NaOH	Hidróxido de sódio
$^{\circ}\text{C}$	Grau Celsius
p	Nível de significância
PBR	Polpa residual de batata
PBRAD	Polpa de batata residual acidificada desidratada
pH	Potencial hidrogeniônico
PP	Polipropileno
Q_{10}	Fator de aceleração da temperatura
R^2	Coeficiente de determinação
RDC	Resolução da Diretoria Colegiada
s	Segundo

t	Tonelada
UFC	Unidade formadora de colônia
UFG	Universidade Federal de Goiás
URA	Unidade relativa do ar
VE	Volume específico

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Intenção de compra dos provadores em relação aos biscoitos produzidos com diferentes níveis de substituição de farinha de trigo por polpa de batata residual acidificada desidratada.....	50
Figura 2	Biscoito tipo rosquinha formulado com 45 g 100 g ⁻¹ de PDRAD e com 55 g 100 g ⁻¹ de farinha de trigo (B4).....	51
Figura 3	Umidade do biscoito tipo rosquinha, armazenado por 180 dias.....	57
Figura 4	Atividade de água do biscoito tipo rosquinha, armazenado por 180 dias.....	59
Figura 5	Luminosidade (L*) do biscoito tipo rosquinha, armazenado por 180 dias.....	60
Figura 6	Croma b* dos biscoitos tipo rosquinha, armazenados na temperatura de 35°C por 180 dias.....	61
Figura 7	pH do biscoito tipo rosquinha, armazenado por 180 dias nas temperaturas 25°C e 35°C.....	62
Figura 8	Dureza do biscoito tipo rosquinha, armazenado por 180 dias.....	63
Figura 9	Gráficos para os modelos de ordens zero, primeira e segunda para atividade de água dos biscoitos armazenados nas temperaturas 25°C (direita) e 35°C por 180 dias.....	68
Figura 10	Gráficos para os modelos de ordens zero, primeira e segunda para umidade dos biscoitos armazenados nas temperaturas 25°C (direita) e 35°C por 180 dias.....	69
Figura 11	Gráficos para os modelos de ordens zero, primeira e segunda para dureza dos biscoitos armazenados nas temperaturas 25°C (direita) e 35°C por 180 dias.....	70
Figura 12	Aparência dos biscoitos tipo rosquinha, armazenados por 180 dias nas temperaturas 25°C e 35°C.....	72
Figura 13	Textura do biscoito tipo rosquinha, armazenado por 180 dias.....	73
Figura 14	Sabor do biscoito tipo rosquinha, armazenado por 180 dias.....	74
Figura 15	Odor do biscoito tipo rosquinha, armazenado por 180 dias	75

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Proporções dos ingredientes utilizados para formulação dos biscoitos tipo rosquinha experimental (delineamento) em função do nível de substituição de farinha de trigo (FT) por polpa de batata residual acidificada desidratada (PBRAD).....	31
Tabela 2	Fração de amostra retida nas peneiras durante a análise granulométrica das farinhas de polpa de batata residual acidificada desidratada (PBRAD) e farinha de trigo comercial (FT)	36
Tabela 3	Atividade de água (A_w), umidade, pH, acidez total e parâmetros instrumentais de cor (L^* , a^* e b^*) da polpa de batata residual acidificada desidratada (PBRAD) e farinha de trigo comercial (FT).....	37
Tabela 4	Cinzas, proteínas, lipídeos, carboidratos totais, fibra alimentar total, solúvel e insolúvel e valor energético total da polpa de batata residual acidificada e desidratada (PBRAD) e de farinha de trigo (FT) comercial ($\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$).....	39
Tabela 5	Características físicas e texturais (média $\pm$ desvio-padrão) dos biscoitos experimentais formulados com diferentes níveis de substituição de farinha de trigo (FT) por polpa de batata residual acidificada desidratada (PBRAD).....	41
Tabela 6	Contagem de <i>Estafilococos</i> coagulase positiva, coliformes a 45°C e pesquisa de presença de <i>Salmonella sp.</i> nos biscoitos formulados com diferentes níveis de substituição de farinha de trigo (FT) por polpa de batata residual acidificada desidratada (PBRAD).....	47
Tabela 7	Escores médios obtidos para os atributos de aparência, textura, sabor e odor de biscoitos produzidos com diferentes níveis de substituição de farinha de trigo (FT) polpa de batata residual acidificada desidratada (PBRAD).....	48
Tabela 8	Composição centesimal ($\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$) e digestibilidade ($\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$) do biscoito experimental padrão ($0 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$ de PBRAD) e do biscoito experimental selecionado ($45 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$ PBRAD).....	51
Tabela 9	Composição em aminoácidos não essenciais do biscoito experimental padrão ($0 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$ de PBRAD) e do biscoito experimental selecionado ($45 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$ PBRAD).....	53
Tabela 10	Composição em aminoácidos essenciais do biscoito experimental padrão ($0 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$ de PBRAD) e do biscoito experimental selecionado ($45 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$ PBRAD) e perfil de aminoácidos para uma proteína ideal para adultos, segundo recomendações da FAO/WHO.....	54
Tabela 11	Modelos polinomiais ajustados, nível de significância (p) e coeficiente de determinação (R^2) para umidade, atividade de água (A_w), pH, b^* , L^* e dureza do biscoito tipo rosquinha selecionado.....	55

Tabela 12	Ordem de reação, equações de regressão, valores dos coeficientes de determinação (R^2), erro relativo médio (%) e constante de velocidade (K) dos resultados da Aa, umidade e dureza dos biscoitos armazenados por 180 dias nas temperaturas 25°C e 35°C.....	66
Tabela 13	Contagem de <i>Estafilococos coagulase positiva</i> , coliformes a 45°C e pesquisa de presença de <i>Salmonella sp.</i> nos biscoitos armazenados a 25°C e 35°C por 180 dias.....	70
Tabela 14	Modelos polinomiais ajustados, nível de significância (p) e coeficiente de determinação (R^2) para aparência, textura, sabor e odor do biscoito tipo rosquinha.....	71

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	16
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	18
2.1	IMPORTÂNCIA DA BATATA.....	18
2.2	INDUSTRIALIZAÇÃO DA BATATA E GERAÇÃO DE RESÍDUOS.....	19
2.3	AMIDO DE BATATA.....	22
2.4	BISCOITOS.....	24
3	OBJETIVOS.....	27
3.1	OBJETIVO GERAL.....	27
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	27
4	MATERIAL E MÉTODOS.....	29
4.1	MATERIAL.....	29
4.2	MÉTODOS.....	29
4.2.1	Obtenção, extração, acidificação e secagem da polpa de batata residual....	29
4.2.2	Segurança microbiológica da polpa de batata acidificada desidratada.....	29
4.2.3	Características físicas e químicas da polpa de batata residual acidificada desidratada.....	30
4.2.4	Formulação dos biscoitos experimentais.....	31
4.2.5	Produção dos biscoitos experimentais.....	31
4.2.6	Características físicas e texturais dos biscoitos experimentais.....	31
4.2.7	Risco microbiológico dos biscoitos experimentais.....	32
4.2.8	Análise sensorial dos biscoitos.....	32
4.2.9	Análise química do biscoito avaliado selecionado.....	33
4.2.10	Estabilidade físico-química e sensorial do biscoito selecionado.....	34
4.2.11	Digestibilidade <i>in vitro</i> do biscoito selecionado.....	34
4.2.12	Análise estatística.....	35
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	36
5.1	CARACTERIZAÇÃO DA POLPA DE BATATA RESIDUAL ACIDIFICADA DESIDRATADA.....	36
5.2	PROPRIEDADES FÍSICAS DOS BISCOITOS.....	40
5.3	RISCO MICROBIOLÓGICO DOS BISCOITOS.....	46
5.4	ACEITAÇÃO SENSORIAL DOS BISCOITOS.....	47
5.5	COMPOSIÇÃO CENTESIMAL, PERFIL DE AMINOÁCIDOS E DIGESTIBILIDADE DOS BISCOITOS PADRÃO E SELECIONADO.....	52
5.6	ESTABILIDADE DO BISCOITO SELECIONADO	56
5.7	CINÉTICA DAS ALTERAÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS DOS BISCOITOS ARMAZENADOS POR 180 DIAS EM DIFERENTES TEMPERATURAS....	65
5.8	RISCO MICROBIOLÓGICO DOS BISCOITOS ARMAZENADOS.....	71
5.9	ANÁLISE SENSORIAL DOS BISCOITOS ARMAZENADOS.....	71
	CONCLUSÃO.....	76
	REFERÊNCIAS.....	77

APÊNDICE A.....	90
APÊNDICE B.....	91
APÊNDICE C.....	93
APÊNDICE D.....	94
APÊNDICE E.....	95
APÊNDICE F.....	97
APÊNDICE G.....	99
APÊNDICE H.....	100
APÊNDICE I.....	101
APÊNDICE J.....	102

1 INTRODUÇÃO

As agroindústrias são empresas voltadas às atividades de transformação e processamento de matérias-primas de origem agropecuária (vegetal ou animal), que contribuem para a geração de grande quantidade de resíduos agroindustriais (ARAÚJO, 2005). Estes são materiais sólidos ou líquidos, que não são utilizados na cadeia produtiva, e representam um grave problema, pois aparentemente sem aplicação viável, são descartados diretamente no meio ambiente, e, se não forem tratados de forma correta, podem causar poluição no solo, em águas superficiais e subterrâneas (MELO, 2010).

A preocupação com o meio ambiente conduz à viabilização de projetos que levam a sustentabilidade do sistema de produção industrial. A indústria de alimentos produz uma série de resíduos com alto valor de (re) utilização. Inúmeros estudos, utilizando resíduos industriais do processamento de alimentos, têm sido realizados com objetivo de aproveitamento destes. Se for empregada tecnologia adequada, esses resíduos podem ser usados como matérias-primas na elaboração de produtos secundários para as indústrias ou finais para o consumidor. Com isso, minimiza-se o impacto ambiental desses tipos de indústrias na região onde estão situadas e, ainda, agrega-se valor aos produtos de mercado (LAUFENBERG; KUNZ; NYSTROEM, 2003; PELIZER; PONTIERI; MORAES, 2007).

O descarte de resíduos provenientes do processamento da batata no meio ambiente pode causar problemas de poluição. Em países da Europa, a irrigação de solos com a água residual da batata contamina a superfície dos mesmos, formando espuma na superfície de solos congelados, provocando odores desagradáveis e levando nitrogênio e fósforo para a água do subsolo. A reutilização desses resíduos causa uma redução gradual no custo de produção de produtos de consumo, como o amido nativo, e outros (OLSEN, 2005).

Durante o processamento de batatas fritas, ocorre produção de resíduos durante as etapas de seleção, descascamento e lavagem, além de outras fases do processamento industrial, como no controle de qualidade, que elimina as batatas fritas fora do padrão comercial (DIAS et al., 2013). Um dos resíduos é a polpa de batata residual (PBR), que é obtida após a etapa de fatiamento dos tubérculos, durante a etapa de lavagem (SANTOS, 2009).

A PBR, comumente descartada aqui no Brasil, pode ser aproveitada no consumo humano, se adequadamente desidratada, como farinha para ser utilizada como matéria-prima (CARVALHO et. al., 2014), como salgadinhos fritos em substituição à farinha de trigo (FT)

(DIAS, et. al. 2014), em *snacks* ou macarrão, na forma nativa, acidificada e/ou extrusada (MORAIS, 2012).

A qualidade de um alimento pode ser estudada através do controle de qualidade, que enfoca a abordagem na inspeção durante a produção até a execução de análises físico-químicas e microbiológicas do produto final. A condição higiênico sanitária é um parâmetro utilizado para a determinação de qualidade microbiológica alimentar. A presença de *Escherichia coli* em produtos é um indicativo de contaminação posterior ao processamento, o que sugere o uso de práticas inadequadas de higiene e manipulação. São vários fatores que podem interferir na proliferação microbiológica em farinhas, como o teor de umidade, as características higiênicas da matéria-prima, a presença de vetores, dentre outros (SOUSA LIMA et al., 2007).

O aproveitamento da PBR em nível industrial é dificultado pelo seu alto teor de umidade, e assim grande possibilidade de contaminação, além do risco de fermentação por microrganismos. Quando o armazenamento desta polpa não é feito corretamente, pode resultar na deterioração e/ou na sobrevivência de microrganismos patogênicos nos alimentos produzidos a partir dele, gerando então riscos à saúde do consumidor. Assim é recomendado o emprego de métodos de conservação, como acidificação e secagem, associado ao monitoramento microbiológico (MORAIS, 2012).

A análise sensorial é um importante instrumento de avaliação para determinar a viabilidade comercial e aceitação de um produto alimentício pelos consumidores. Sua aplicação auxilia no desenvolvimento e melhoramento de produtos, no controle de qualidade, na estabilidade durante o armazenamento, na seleção de novas fontes de suprimentos, na elaboração de novos produtos, na redução de custos, entre outros (IFT, 1981). Por meio da análise sensorial também é possível avaliar a viabilidade da adequação tecnológica utilizada na elaboração de um alimento. Em bebidas solúveis ou instantâneas, parâmetros como absorção, solubilidade e viscosidade são importantes para uma boa aceitabilidade do produto. Já em biscoitos, parâmetros como cor e textura são bastante desejados (SILVA et al., 2009).

Nesse contexto, considerando a problemática das perdas econômicas e do impacto ambiental, este estudo tem como objetivo avaliar a substituição parcial da FT por polpa de batata residual acidificada e desidratada (PBRAD) em biscoito tipo rosquinha, considerando as mudanças físicas, químicas, microbiológicas e sensoriais decorrentes, visando ampliar o conhecimento sobre as possíveis aplicações de PBR, para incentivar a sua produção e comercialização.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 IMPORTÂNCIA DA BATATA

A batata (*Solanum tuberosum* L.), originária da América do Sul, é um dos produtos olerícolas de maior expressão como alimento no mundo, sobretudo na Europa, pelo seu alto potencial de rendimento e pelas suas propriedades nutricionais (CONCEIÇÃO; FORTES; SILVA, 1999). Ocupa o quarto lugar mundial na produção de alimentos vegetais, depois dos três principais cereais: trigo, arroz e milho. Segundo dados da Fao and Agriculture Organization of the United Nations (FAOSTAT, 2014), a produção mundial de batatas em 2012 foi 364.808.768 t, enquanto o Brasil produziu 3.731.798 t. Para a safra de 2013, a estimativa da produção é 3.532.457 t. Minas Gerais é o maior produtor nacional de batata inglesa com 31,6% da produção total, seguido pelo Paraná com 19,6%, São Paulo com 17,8% e Rio Grande do Sul com 10,0%. Estes Estados respondem juntos por 79,0% da produção nacional. Parte dessa produção foi destinada à comercialização *in natura* e parte processada nas agroindústrias (CARVALHO, 2012; IBGE, 2012).

Por seu elevado conteúdo de amido (aproximadamente 20%), o tubérculo de batata é um alimento energético, muito consumido como hortaliça de acompanhamento ou em forma de produtos transformados (BURLINGAME; MOUILLÉ; CHARRONDIERE, 2009; QUADROS, 2007). A batata é um alimento bastante complexo do ponto de vista nutricional, possuindo em 100 g de produto 64 kcal, 76 g de água, 14,7 g de carboidratos, 1,8 g de proteínas e 1,2 g de fibra alimentar (NEPA-UNICAMP, 2011), valores que oscilam em função da cultivar. A batata, também, apresenta boa quantidade de vitamina C e algumas do complexo B, como niacina, tiamina e vitamina B6, sendo boa fonte de sais minerais como ferro, fósforo, magnésio e potássio (ABBA, 2009). De acordo com a Associação Brasileira de Batata (ABBA), os principais cultivares plantados no país são: Ágata, Asterix, Atlantic, Bintje, Monalisa e Mondial (ABBA, 2009; TFOUNI et al., 2003).

A vida útil da batata depende de fatores de cultivo, colheita, temperatura e umidade de armazenamento. A umidade relativa do ar poderá influenciar na composição química da batata, sendo considerado um fator de alteração de qualidade para os tubérculos (TFOUNI et al., 2003). Quando o armazenamento da batata se faz necessário, a melhor forma é sob refrigeração, pois temperaturas baixas inibem a brotação, reduzem a proliferação de microrganismos e a perda de peso. O armazenamento adequado possibilita minimizar as

perdas de quantidade e qualidade da batata (BACARIN et al., 2005; BISOGNIN et al., 2008; HESSE, 2005).

Por facilitar o armazenamento, o processamento de batatas beneficia tanto produtores como consumidores, uma vez que ajuda a prolongar o tempo de uso e servir como meio de aumentar a oferta em períodos de entressafra. Entre os diversos produtos processados, farinha de batata é o produto comercial mais antigo, que pode ser armazenado com segurança e incorporado em várias formulações, como em pães e biscoitos (MISRA; KULSHRESTHA; 2003).

2.2 INDUSTRIALIZAÇÃO DA BATATA E GERAÇÃO DE RESÍDUOS

A batata inglesa é utilizada na indústria para produção de amido (panificação) e álcool (vinho). Na alimentação humana é utilizada como tubérculos frescos ou desidratados, na produção de “chips” e outros (FERNANDES et al., 2008). O processamento industrial de batata disponibiliza uma vasta linha de produtos que beneficia a alimentação humana, mas por outro lado ele também gera uma grande quantidade de resíduos como casca e polpa residual (LAUFENBERG; KUNZ; NYSTROEM; 2003), e óleo de fritura no caso da batata frita. Tais resíduos de batata são importantes fontes de poluição, devido à alta concentração de contaminantes orgânicos, tais como o amido, lipídios, sacarídeos, proteínas e outras substâncias solúveis (WANG et. al., 2009).

Outro produto em destaque na industrialização da batata é a fécula extrusada, que se destina a produção de alimentos práticos e instantâneos, como os cereais matinais, *snacks*, alimentos infantis, massas pré-cozidas, pudins e sopas instantâneas. São preferidas como espessante na elaboração de sopa instantânea por permitir reconstituir seu aspecto cremoso depois de cozida, com um pequeno tempo de preparo, e por apresentar baixa temperatura de formação de pastas. Farinhas pré-gelatinizadas de batata podem ser usadas em produtos da alimentação escolar, nas indústrias de papel, têxtil, fundições, perfuração de poços petrolíferos e produção de adesivos e agentes ligantes, e até mesmo na produção de álcool (LEONEL, 2005; SANTOS, 2009).

Indústrias de todo o mundo utilizam batata como matéria-prima. No Brasil, indústrias de batatas fritas são as mais comuns. As batatas fritas são geralmente comercializadas na forma de fatias finas (*chips*) ou raladas (palha), sendo consideradas de ótima aceitação pelo mercado nacional. O principal segmento de mercado para a batata *chips* é o consumidor

direto, enquanto que para a batata palha são os restaurantes e lanchonetes (BERBARI; AQUIRRE, 2002; HASHEM; DARWISH, 2010).

Para obtenção de matéria-prima de qualidade, as boas práticas agrícolas são indispensáveis, principalmente quando se fala de contaminações microbiológicas e por produtos químicos. Assim que colhida, a batata deve ser colocada em embalagens apropriadas, evitando assim contaminação. Então, esta deve ser armazenada em condições adequadas, mantidas em temperaturas próximas a 20°C e umidade relativa do ar próxima a 80% (BISOGNIN et al., 2008).

Para o processamento de batatas fritas, a recepção antecede todas as etapas do processamento, sendo assim uma etapa de grande importância para garantir a qualidade do produto. Deve ser conferida nessa etapa as características de qualidade da batata, respeitando as boas práticas de fabricação. A seleção da batata deve ser realizada após a pré-lavagem, para facilitar a visualização das unidades com danos. Essa seleção pode ser manual, sobre esteiras rolantes ou mecanicamente. A lavagem das batatas com água potável antes do processamento é importante para a redução da contaminação da casca (LOVATTO, 2010).

Após a lavagem, segue a etapa de descascamento. A eficiência dessa etapa depende da homogeneidade da matéria-prima, considerando o tamanho, a forma, as manchas nas cascas, a quantidade de danos mecânicos, entre outros. A eficiência desse processo afeta no rendimento do produto final. O descascamento é uma das etapas mais importante no processamento de batatas. O descascamento mecânico por abrasão é o mais utilizado. Sua maior utilização em processamento de batata se deve a fácil disponibilidade de equipamentos e a praticidade de operação, além de não alterar as características sensoriais. A etapa seguinte é o corte. Nessa etapa, a batata é cortada no formato e tamanho definidos pela exigência do mercado (como palito, bolinha, *chips*, etc). As lâminas de corte devem ser fabricadas com material adequado e ser afiadas, para minimizar os danos nos tecidos celular durante essa etapa (KROLOW, 2006).

Após o corte, é realizado o enxague, com o objetivo de remover o suco celular e o amido extravasado pelo rompimento das membranas durante o descascamento e corte. Durante a produção de derivados de batata, enorme quantidade de fluxo de resíduo é drenada, proveniente da lavagem da matéria-prima. Esse fluxo tem materiais sólidos e minerais dissolvidos, constituindo basicamente de água, de restos celulares, de moléculas de amido intacto e de pequenas partes da casca da batata (VILLAGRAN; BEVERLY, 2006).

O constituinte principal do material sólido é o amido. Essa água de lavagem pode ser passada por um peneiramento em algumas unidades industriais, onde são separados dois

resíduos: a casca da batata, que é retida na peneira, e o permeado após a decantação, que é denominado de polpa de batata residual (PBR). Esta, juntamente com a água, é passada por uma operação denominada deságue, sendo então retida em um *big bag*, que separa o excesso de líquido da PBR (fração particulada). A PBR contém ainda alto teor de umidade e amido, celulose, hemicelulose, pectina, proteínas, aminoácidos livres e sais (MORAIS, 2012).

Inúmeros órgãos governamentais e indústrias estão se preparando para aplicar uma política ambiental que diminua os impactos negativos à natureza. As questões ambientais têm provocado cada vez mais preocupação e interesse a todos que se envolvem com atividade industrial, pois a taxa de resíduo gerado nessa atividade é maior que a taxa de degradação. Assim, aumenta mais a necessidade de reduzir, reciclar ou reaproveitar os resíduos, recuperando matéria e energia com o objetivo de preservar os recursos naturais. É possível fazer o tratamento dos resíduos sólidos, fazendo a separação desses na fonte e sua posterior reciclagem, ao invés de ser encaminhado diretamente para o tratamento de esgoto. A participação das indústrias nas políticas de resíduos já vem acontecendo em alguns países. A utilização de estratégias de preservação ambiental tem sido utilizada como rótulo de *marketing* de algumas empresas, para ganhar parte do mercado nos países onde a legislação ambiental é exigente (PELIZER; PONTIERI; MORAES, 2007).

Os maiores impactos provocados por resíduos sólidos orgânicos são decorrentes da fermentação do material, pois pode ocorrer formação de ácidos orgânicos, gerando odores desagradáveis e diminuição do oxigênio dissolvido em águas superficiais. A produção de gases com fortes odores, além de causar desconforto em homens e animais, pode atrair vetores de doenças. Além disto, o material orgânico é fonte nutritiva para proliferação de micro (bactérias, vírus, fungos, protozoários, etc.) e macro vetores (baratas, mosquitos, moscas, ratos, etc.) (MATOS, 2005).

Portanto, aplicações viáveis e econômicas para os resíduos gerados devem ser buscadas. Preferencialmente, o resíduo final deve ser usado como matéria-prima para um novo processo, constituindo uma segunda transformação. O aproveitamento integral ou parcial desses resíduos agrega valor aos mesmos, que se tornam subprodutos. A sua reciclagem apresenta vários benefícios, reduzindo a quantidade de resíduos destinados ao aterro sanitário e o risco de contaminação do meio ambiente (CEREDA, 2000; SAITO; CABELLO; FUKUSHIMA, 2006).

Processos e produtos poderiam ser estabelecidos para a utilização do resíduo de industrialização de batata frita. Uma solução seria desidratar a PBR, matéria-prima que possui baixo custo, facilitando o seu armazenamento e tornando-a adequada para várias aplicações.

A PBR desidratada já foi testada em salgadinhos fritos (DIAS et al., 2014) e extrusados, farinhas cruas (CARVALHO, 2012), farinhas acidificadas (mais seguras em relação ao aspecto microbiológico) e farinhas pré-gelatinizadas (CARVALHO, 2012; DIAS et al., 2014; MORAIS, 2012) e massas alimentícias (MORAIS, 2012), mas ainda não foi testada em biscoitos, pois a substituição parcial ou total da farinha de trigo por PBRAD poderia reduzir os custos de produção.

2.3 AMIDO DE BATATA

O amido é muito importante e abundante substrato sólido natural. Basicamente o amido é composto por dois polímeros, que variam suas quantidades de acordo com a sua fonte: amilose (16 a 30%) e amilopectina (65 a 85%). A amilose é um polímero de glicose ligado por ligações tipo α (1-4), principalmente em cadeias lineares. A amilopectina é um polímero grande de glicose altamente ramificado, incluindo ligações α (1-6) (HASHEM; DARWISH, 2010).

O amido é o carboidrato de reserva mais abundante das plantas superiores, e está presente nos tecidos na forma de grânulos intracelulares. Segundo a legislação brasileira (BRASIL, 1978), esse polissacarídeo de reserva dos vegetais é designado amido ou fécula. É bastante encontrado na natureza, só competindo em quantidade com a celulose. Possui grande importância nos diversos setores industriais, devido suas propriedades físico-químicas e funcionais exclusivas. Nas indústrias de alimentos pode ser usado como espessante, para fornecer texturas, fornecer sólidos em suspensão ou proteger os alimentos durante o processamento (FRANCO et al., 2001).

O amido é considerado um produto de grande potencial na alimentação humana. Sua estrutura lhe confere propriedades como solubilidade, inchamento, absorção de água, viscosidade e gelatinização. Quando o amido é aquecido em excesso de água, o seu grânulo incha e seu volume aumenta. Quando a temperatura do meio aumenta as moléculas de amido são ativadas termodinamicamente, aumentando a penetração de água, facilitando a capacidade de inchamento (ELIASSON, 2004).

As propriedades de gelatinização do amido estão relacionadas a vários fatores, incluindo a proporção entre amilopectina e amilose, tipo de cristalinidade, tamanho e estrutura do grânulo de amido. A amilose pode estar presente sob forma de complexos amilose-lipídios (detectado no amido nativo – são formados em maior extensão durante o tratamento

hidrotérmico ou gelatinização) ou de amilose livre. Muitas propriedades da amilose, como formação de gel, podem ser explicadas pela sua habilidade em formar diferentes estruturas moleculares. Além disso, mudanças moleculares tornam possível a formação de complexos com moléculas de lipídios nas regiões superficiais do grânulo, o que inibe a degradação do amido por enzimas como a fosforilase (RIBEIRO, 2011).

Os grânulos de amido ricos em amilopectina são mais fáceis de serem dissolvidos em água que os que contêm muita amilose. Quando esses são aplicados a alimentos confere-lhes maior resistência à retrogradação durante estocagem a baixas temperaturas. Nos amidos que possuem maiores teores de amilose observa-se a habilidade que esta possui em formar gel depois da gelatinização do grânulo de amido. Essa formação de gel é consequência da retrogradação dos polímeros de amido solubilizados depois de cozidos (ELIASSON, 2004; LINDEBOOM; CHANG; TYLER, 2004; VANDEPUTTE; DELCOUR, 2004).

Singh e Singh (2001) analisaram a forma e tamanho de grânulos de amido de diferentes cultivares batata, através de microscopia eletrônica de varredura, e observaram diferenças significativas para estes parâmetros entre os cultivares. Quanto à forma, esta variou de oval para regular ou cuboidal, com diâmetros médios variáveis de 15-20 μm e 20-45 μm para grânulos pequenos e grandes, respectivamente.

Alguns estudos mostram a importância das características da fécula de batata para a indústria de alimentos. O tamanho dos grânulos do amido e o grau de fosforilação são maiores do que de outros amidos disponíveis comercialmente (SINGH et al., 2003; JOBLING, 2004). Além disso, a existência de monoesterfosfato no amido de batata é de suma importância, pois confere alta viscosidade (NODA et al., 2006), transparência do seu gel (SINGH et al., 2003), maior consistência e estabilidade de pasta sendo uma vantagem para muitas aplicações industriais (HOOVER, 2001; MOORTHY, 2001).

Devido sua facilidade de consumo, custo acessível e inúmeras variedades, os biscoitos estão entre os produtos mais consumidos na sociedade. Um produto com tantas características revela-se uma ótima opção para estudo de resíduos amiláceos (como a PBRAD), seja por razões econômicas ou nutricionais, desde que não afetem a qualidade de biscoitos (ASSIS et al., 2009).

2.4 BISCOITOS

A origem do biscoito ocorreu na Antiguidade, com o amassamento de grãos entre pedras, e posteriormente misturando água à massa e a secando ao fogo, tornando-a uma pasta seca e dura (SIMABESP, 2009). A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), na Resolução nº 263, de 22 de setembro de 2005, define: biscoitos ou bolachas como produtos obtidos pela mistura de farinha(s), amido(s) e/ou fécula(s) com outros ingredientes, submetidos a processos de amassamento e cocção, fermentados ou não. Podem apresentar cobertura, recheio, formato e textura diversos (BRASIL, 2005).

O consumo de biscoitos vem crescendo substancialmente. De acordo com a Associação Nacional de Indústrias de Biscoito (ANIB, 2014), no ano de 2012, Brasil produziu 1 milhão e 250 mil toneladas de biscoitos, com o faturamento de mais de 7 bilhões de reais. O consumo *per capita* foi mais de 6 kg de biscoito por habitante por ano.

Segundo Agência Nacional de Vigilância Sanitária (BRASIL, 1978), os biscoitos são classificados de acordo com o ingrediente que o caracteriza ou forma de apresentação. Biscoitos ou bolachas salgadas são produtos que contêm cloreto de sódio em quantidade que acentue o sabor salgado, além das substâncias normais desses produtos. Biscoitos ou bolachas doces são produtos que contêm açúcar, além das substâncias normais nesse tipo de produtos. Os biscoitos tipo rosquinha são classificados nessa categoria. Biscoitos recheados são os que apresentam um recheio apropriado. Biscoitos revestidos são assim denominados quando possuem um revestimento apropriado. *Grissini* é o produto preparado com farinha de trigo, manteiga ou gordura, água e sal e apresentados sob a forma de cilindros finos e curtos. Biscoitos ou bolachas para aperitivos e petiscos ou salgadinhos são aquelas que contêm condimentos e apresentam-se geralmente sob formas variadas e tamanhos bem pequenos, como palitos *pretzel* - produto preparado com farinha, água, sal, manteiga ou gordura e fermento biológico, cuja massa é moldada em forma de varetas, que podem ser dobradas em forma de oito, e são submetidas a prévio cozimento rápido em banho alcalino, antes de assadas. *Waffle* é o produto preparado à base de farinha de trigo, amido, fermento químico, manteiga ou gordura, leite e ovos e apresentado sob a forma de folha prensadas. *Waffle* recheado é o produto preparado à base de farinhas, amidos ou féculas, doce ou salgado, podendo conter leite, ovos, manteiga, gorduras e outras substâncias alimentícias que o caracteriza, como coco, frutas oleaginosas, geléias de frutas e queijo.

Os ingredientes usados na elaboração do biscoito afetam sua qualidade e podem ser usados com funções diferentes. A farinha de trigo é a possui função estrutural e sua

composição é basicamente composta por amido e glúten. O glúten confere característica de força e elasticidade da farinha. A farinha de trigo é o principal componente onde os outros ingredientes são misturados para formar a massa. O açúcar fornece doçura e sabor, com efeito sobre a textura, a cor e a aparência geral. O aumento da concentração de açúcar geralmente aumenta o espalhamento e a pegajosidade, reduz a espessura dos biscoitos, além de proporcionar maior vida útil ao biscoito, pois retém umidade, garantindo aos biscoitos textura mais macia e branda. Açúcares de granulometria mais fina deixam o biscoito mais crocante, porém com menor volume. O amido atua juntamente com o glúten na estrutura do biscoito. A gordura tem função amaciante, pois age diretamente na textura e contribui no sabor, sendo um dos componentes básicos e que é utilizado em altas quantidades nos biscoitos, podendo chegar a 60% de sua composição. Além de deixar os biscoitos mais macios, lubrificar a massa, liberar aromas, reduzir o tempo de mistura de ingredientes, aumentar o volume, melhorar a cor, a estabilidade e a vida útil do biscoito. Os emulsionantes estabilizam as emulsões de óleo em água e vice-versa, lubrificando as massas pobres em gorduras e alterando sua consistência. Os fermentos são usados para estruturar e expandir a massa. O fermento químico, também chamado de agente esponjante, é utilizado em quase todos os biscoitos doces, como recheados, amanteigados, *cookies*, entre outros (AZEVEDO, 2007; MORAES et al., 2010).

No processamento do biscoito tipo rosquinha, ao se preparar a massa, os ingredientes são pesados mediante uma formulação pré-definida. Depois de dosados os ingredientes são colocados em um equipamento, denominado masseira ou “*mixer*” onde será homogeneizada a massa. Deve-se determinar as velocidades das pás do equipamento e o controle de temperatura da massa para que se tenha um bom produto final. Essa mistura da massa também tem a função de dispersão de sólidos nos líquidos, desenvolvimento do glúten e aeração da massa, deixando-a menos densa. Na modelagem das rosquinhas, em que a massa tem características de massa solta, sem liga, é utilizado uma moldadora ou extrusora de massa com corte de arame para a formação dos biscoitos. Após moldadas, as rosquinhas são transportadas para o forno, ocorrendo o processo de cocção (MENITA et al., 2011).

A cocção tem por objetivo a remoção da umidade e a formação da coloração do biscoito, por reação de Maillard, bem como a gelatinização do amido e a coagulação do glúten da farinha. Nessa etapa define-se o sabor do biscoito. Após o processo de cocção, os biscoitos são retirados do forno com baixo teor de umidade e textura amolecida, devendo assim realizar o resfriamento lento em ambiente sem circulação de ar frio, para evitar aparecimento de

fissuras, antes de serem embalados. A embalagem tem como função protegê-lo de deterioração física, química e biológica (PERES, 2010).

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Verificar a viabilidade física, química, tecnológica, microbiológica e sensorial de substituir parcialmente a farinha de trigo (FT) por polpa de batata residual acidificada desidratada (PBRAD) na formulação de biscoito tipo rosquinha, assim como a estabilidade do biscoito selecionado, através da análise sensorial, embalado em polipropileno biorientado (BOPP) e armazenado à 25°C e 35°C.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar as propriedades físicas (umidade, parâmetros instrumentais de cor e granulometria), químicas (acidez titulável, pH e composição centesimal) da polpa de batata residual (oriunda do processamento de batatas fritas) após a acidificação e desidratação;
- Realizar análise microbiológica (contagem de *Bacillus cereus* e coliformes a 45°C e pesquisa de presença de *Salmonella sp*) da PBRAD;
- Produzir biscoito tipo rosquinha substituindo diferentes percentuais de FT por PBRAD;
- Avaliar o efeito do nível de substituição de FT por PBRAD nas propriedades físicas (umidade, volume específico, atividade de água, diâmetro, espessura, parâmetros instrumentais de cor e dureza) dos biscoitos experimentais;
- Avaliar o efeito do nível de substituição de FT por PBRAD nas propriedades microbiológicas (*Estafilococos* coagulase positiva, coliformes a 45°C g⁻¹ e pesquisa de presença de *Salmonella sp*) dos biscoitos experimentais;
- Avaliar o efeito do nível de substituição de FT por PBRAD na aceitação sensorial (aparência, odor, textura e sabor), além da intenção de compra dos biscoitos experimentais;
- Propor à empresa o nível ideal de substituição da FT por PBRAD nas linhas de biscoito tipo rosquinha (biscoito selecionado através das análises físicas e sensoriais);

- Caracterizar o biscoito experimental selecionado em relação à composição centesimal (proteína, lipídios totais, cinzas, fibra alimentar total, solúvel e insolúvel, carboidratos), valor energético, perfil de aminoácidos e digestibilidade *in vitro*;
- Acompanhar a estabilidade do biscoito tipo rosquinha experimental selecionado, armazenados em embalagem comercial, em B.O.D., considerando os aspectos físico-químicos (umidade, cor (L^* , a^* , b^*), atividade de água e pH), textural (dureza), microbiológico e sensorial (teste de aceitação), por até 6 meses (com intervalo de 36 dias entre as análises), em 2 temperaturas (25°C e 35°C);
- Calcular o Q_{10} do biscoito experimental selecionado durante o armazenamento, além de verificar a ordem e as velocidades das reações (k) das reações ocorridas nos mesmos, nas temperaturas de 25 e 35°C.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 MATERIAL

Para a formulação do biscoito foi utilizada polpa de batata residual (PBR), da cultivar *Atlantic*, obtida na linha de produção de batatas fritas e doada pela empresa Cicopal Ltda., localizada na cidade Senador Canedo – Goiás. Foi utilizado ácido láctico absoluto Sinth® para acidificação da PBR, e para a produção dos biscoitos foram utilizados farinha de trigo Emegê®, açúcar Cristal®, sal Cisne®, fermento químico em pó Oetker®, margarina Delícia®, essência de coco Arcolor®, ovo *in natura* e propionato de cálcio.

4.2 MÉTODOS

4.2.1 Obtenção, extração, acidificação e secagem da polpa de batata residual

A PBR foi coletada após a etapa de descascamento, corte do tubérculo e lavagem na linha de processamento de batatas fritas, diretamente no cano de descarte do efluente, com o auxílio de saco trançado de polipropileno, em quantidade suficiente para elaboração e análises dos biscoitos tipo rosquinha. A PBR foi levada para o Laboratório de Aproveitamento de Resíduos e Subprodutos Agroindustriais (Labdarsa), da Escola de Agronomia da Universidade Federal de Goiás (UFG) e acidificada, conforme Moraes (2012). Para isto foi utilizada solução de ácido láctico absoluto, 0,1 M, até que o pH atingisse 3,7, valor conferido pelo potenciômetro digital (Hanna Instruments, HI9224, Sigapore, China). A homogeneização foi feita com auxílio de liquidificador industrial. Após essa etapa foi realizada a secagem, em estufa com circulação de ar forçada a 60°C (Tecnal TE-394/3, Piracicaba-SP, Brasil). Então, a polpa de batata residual acidificada desidratada (PBRAD) foi armazenada sob refrigeração, a 5°C, em sacos de polietileno de baixa densidade.

4.2.2 Segurança microbiológica da polpa de batata acidificada desidratada

As análises microbiológicas da PBRAD foram realizadas no Laboratório de Controle Higiênico Sanitário da Faculdade de Nutrição da UFG. As análises obedeceram e foram comparadas com os padrões microbiológicos estabelecidos na Resolução RDC nº 12 da Anvisa, item 10.a para amidos, farinhas e féculas (BRASIL, 2001), que determina contagem

máxima de $3,0 \cdot 10^3$ UFC g⁻¹ para *Bacillus cereus* e $1,0 \cdot 10^2$ UFC g⁻¹ para coliformes a 45°C g⁻¹ e ausência de *Salmonella spp.* em 25 g de produto. As técnicas descritas pela *American Public Health Association* (APHA, 2001) e *Food and Drug Administration* (FDA, 2002) foram utilizadas.

4.2.3 Características físicas e químicas da polpa de batata residual acidificada desidratada

As análises físicas e químicas da PBRAD foram realizados nos Laboratórios de Análise de Alimentos da Escola de Agronomia da UFG. O perfil granulométrico foi avaliado na PBRAD, após moagem, em equipamento vibratório (Produtest, MOD.T, São Paulo, Brasil) composto por sete peneiras e fundo, cujas aberturas variaram de 1,41 a 0,053 mm. Durante 15 min a amostra de 100 g sofreu vibração na regulação máxima do equipamento. Em seguida, foram anotadas as quantidades retidas em cada peneira, segundo o método 965-22 da AOAC (2010).

As determinações dos parâmetros instrumentais de cor, do sistema CIELab – Comissão Internationale de L'Eclairage: *L** (ou luminosidade) do preto (0) ao branco (100), *a** ou intensidade da cor verde (-) e vermelha (+), e *b** ou intensidade da cor azul (-) e amarela (+), foram realizadas utilizando colorímetro (Colorquest, Hunter, Virginia, Canadá).

O pH foi obtido com potenciômetro digital (Hanna Instruments, HI9224, Singapore, China) e para determinação da acidez titulável total utilizou-se solução de NaOH (hidróxido de sódio) a 0,1 mol L⁻¹ para neutralização e fenolftaleína como indicador. O teor de nitrogênio total foi determinado pelo método Kjeldahl e convertido em proteína bruta pelo fator 6,25; o de lipídios após a extração com éter de petróleo em extrator Soxhlet; a umidade com a perda de peso da amostra, quando aquecida a 105°C até peso constante; o de cinzas por carbonização, seguida de incineração completa em mufla a 550°C até peso constante; e as fibras alimentares solúveis e insolúveis segundo método enzimico gravimétrico. Todas estas análises seguiram as metodologias propostas pelo AOAC (2010).

Os carboidratos totais foram representados pela fração livre de nitrogênio e foi obtido por diferença, subtraindo-se de cem os valores obtidos de umidade, proteínas, lipídios e cinzas. O valor energético total foi calculado seguindo os valores de conversão de Atwater, multiplicando-se o conteúdo de carboidrato (exceto as fibras insolúveis) e proteína por quatro e de lipídeos por nove. Os produtos somados constituíram o valor energético total (OSBORNE; VOOGT, 1978). Todas as análises foram realizadas em triplicata, em três repetições, com exceção da cor, que foi realizada em 9 leituras para cada repetição.

4.2.4 Formulação dos biscoitos experimentais

Para formulação dos biscoitos tipo rosquinha foram utilizados diferentes níveis de substituição de farinha de trigo (FT) por polpa de batata residual (PBRAD), por meio de delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e três repetições (Tabela 1). Os demais ingredientes foram mantidos fixos.

Tabela 1. Proporções dos ingredientes utilizados para formulação dos biscoitos tipo rosquinha experimental (delineamento) em função do nível de substituição de farinha de trigo (FT) por polpa de batata residual acidificada desidratada (PBRAD).

Ingrediente	Formulação				
	B1	B2	B3	B4	B5
Farinha de trigo ¹	100,0	85,0	70,0	55,0	40,0
PBRAD ¹	0,0	15,0	30,0	45,0	60,0
Sal ¹	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1
Água ²	71,0	71,0	71,0	71,0	71,0
Fermento químico ¹	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
Ovo integral ²	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
Margarina ¹	67,5	67,5	67,5	67,5	67,5
Essência de coco ¹	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0
Propionato de cálcio ¹	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2

¹ grama (g); ² mililitro (mL).

4.2.5 Produção dos biscoitos experimentais

Os biscoitos foram processados no Laboratório 1 da Faculdade Cambury, situada em Goiânia – GO. Primeiramente, foram misturados manualmente os ingredientes secos e a margarina em um *bowl* de inox e depois acrescentados os demais ingredientes. Em uma bancada de inox, com o auxílio de um rolo de massa de polietileno, a massa foi aberta até que ficasse com a superfície lisa e com a altura aproximada de 5 mm. Então, a massa foi moldada com o auxílio de uma estampa metálica (molde) de 40 mm de diâmetro. As massas modeladas foram colocadas em tabuleiro de inox, untado com margarina e farinha de trigo. Os biscoitos foram assados em forno industrial (Venâncio, FCDT5, Venâncio Aires, Brasil) pré-aquecido, por 25 min à temperatura de 180°C. Após a retirada do forno, os biscoitos foram resfriados em temperatura ambiente, e acondicionados em sacos de polipropileno de baixa densidade.

4.2.6 Características físicas e texturais dos biscoitos experimentais

As análises foram realizadas no Laboratório de Análises de Alimentos da Escola de Engenharia de Alimentos da UFG. As determinações dos parâmetros instrumentais de cor

(L^* , a^* , b^*) e umidade foram realizadas conforme os métodos citados no item 4.2.3. O volume dos biscoitos (mL) foi estimado por deslocamento de sementes de painço, e a massa (g) por pesagem, sendo o volume específico (mL g^{-1}) calculado segundo a Equação 1. A caracterização do diâmetro e espessura (mm) foi realizada com paquímetro (Messen digital 0 a 150 mm, Berlin, Alemanha). As médias aritméticas para diâmetro, espessura, e volume específico (VE) foram calculadas com os dados coletados aleatoriamente de 15 biscoitos para cada uma das três repetições, e a análise foi realizada em quintuplicata, e depois calculada a média.

$$\text{Volume específico} = \frac{\text{volume}}{\text{massa}} \quad (\text{Eq. 1})$$

A força de ruptura ou dureza foi determinada segundo método 16-50 da AACC (2000), utilizando texturômetro (Stable Micro Sistem, TA.TX Express, Surrey, Inglaterra), com lâmina de aço retangular (*blade* Warner Bratzler & *reversible*) para cortar o biscoito ao meio, disposto horizontalmente na plataforma. Utilizou-se velocidade pré-teste e pós-teste de 10 mm s^{-1} , sensibilidade de força de 0,05 N, velocidade do ensaio de 2 mm s^{-1} , distância do ensaio de 8 mm s^{-1} , sendo realizadas 15 determinações para cada formulação, no segundo dia após a sua elaboração.

4.2.7 Risco microbiológico dos biscoitos experimentais

As análises foram realizadas no Laboratório de Controle Higiênico Sanitário da Fanut da UFG, e obedeceram aos padrões microbiológicos estabelecidos pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária – RDC 12, item 10 g (BRASIL, 2001), que determina como obrigatória a contagem de *Estafilococos* coagulase positiva, Coliformes a 45°C g^{-1} e pesquisa de presença de *Salmonella sp* em 25 g. Foram seguidas as técnicas descritas pela APHA (2001) e FDA (2002).

4.2.8 Análise sensorial dos biscoitos

O teste de aceitação foi aplicado a 50 provadores (alunos do curso de Gastronomia da Faculdade Cambury) utilizando delineamento de blocos ao acaso, cada provador foi considerado um bloco, e escala hedônica de 9 pontos (9 = gostei extremamente, 5 = não gostei nem desgostei e 1 = desgostei extremamente) (STONE; SIDEL, 1985) (APÊNDICE A). Os atributos avaliados foram: aparência, odor, textura e sabor, além da intenção de compra. O

ponto de corte considerado foi igual/maior que seis (6), que corresponde a “gostei levemente” na escala hedônica como nível de aceitação dos biscoitos experimentais. Os provadores adultos (19 a 47 anos) de ambos os sexos, sendo 42% feminino e 58% masculino, foram recrutados conforme interesse e disponibilidade em participar da pesquisa. Foram excluídos do teste de aceitação analfabetos, gestantes, fumantes e portadores de patologias que interferem na absorção intestinal e na sensibilidade gustativa, olfativa, ou provadores que apresentaram deficiência visual. Cada provador leu e assinou o termo de consentimento livre e esclarecido (APÊNDICE B) para participar na pesquisa. O teste foi realizado em uma sala de aula, denominada sala multifuncional, em cabines individuais, sob luz branca. Os biscoitos foram servidos em pratos descartáveis, sendo 5 amostras para cada provador. As amostras foram entregues 1 de cada vez, e a medida que o provador fazia a degustação e avaliação era entregue a próxima amostra. Água mineral foi servida para que os provadores bebessem entre uma e outra degustação. Os biscoitos foram codificados de 1 a 5 e servidos de forma monádica sequencial aleatória. O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética da UFG, sob protocolo nº 476.932. Na pesquisa também foi consultada a intenção de compra dos provadores, utilizando uma escala de 1 a 5 pontos, sendo, respectivamente, certamente não compraria e certamente compraria os biscoitos. A análise sensorial do biscoito selecionado ocorreu da mesma forma descrita, sendo que o provador recebeu para análise sensorial um biscoito armazenado a cada temperatura, preenchendo assim o mesmo formulário.

4.2.9 Análise química do biscoito avaliado selecionado

A composição centesimal e o valor energético do biscoito selecionado com base nas características físicas, textural e sensorial, foram determinados com os métodos já mencionados anteriormente, no item 4.2.3. Todas as análises foram realizadas em três repetições, em triplicata. O perfil de aminoácidos foi realizado por cromatografia em coluna de fase reversa em cromatógrafo líquido de alta eficiência. Para os aminoácidos totais foi realizada hidrólise ácida com fenol onde ocorre a liberação dos aminoácidos individuais. Aos aminoácidos liberados na hidrólise ácida foi adicionado o ácido α -aminobutírico como padrão interno. Após este procedimento foi realizada a derivatização do hidrolisado com solução de metanol, água ultrapura, trietilamina e fenilisotilcianato. Os aminoácidos foram dissolvidos em diluente e foram introduzidos no HPLC. As áreas dos picos obtidos a partir da amostra desconhecida foram quantificadas em comparação com as de uma mistura padrão de aminoácidos e padrão interno a 254 nm. Para os aminoácidos foram realizadas as etapas de extração e desproteíntização em HCL 0,1M e Metanol 99% respectivamente. Os processos de

secagem e derivatização foram os mesmos utilizados para os aminoácidos totais (WHITE; HART; FRY, 1986; HAGEN; FROST; AUGUSTIN, 1989).

4.2.10 Estabilidade físico-química e sensorial do biscoito selecionado

Utilizou-se delineamento inteiramente ao acaso, com esquema fatorial (2x6), em duas temperaturas de armazenamento (25°C e 35°C) e em seis períodos de avaliação (0, 36, 72, 108, 144 e 180 dias), em três repetições originais por tratamento. O biscoito selecionado com base no perfil sensorial foi acondicionado na embalagem de polipropileno biorientado com a espessura de 80 µm, em que são comercializados os biscoitos do mesmo tipo pela empresa Cicopal Ltda., e armazenado em estufas incubadoras para B.O.D. (demanda bioquímica de oxigênio) à 25°C e 35°C. As análises foram realizadas a partir do início do ensaio, a cada 36 dias. Foram avaliados a umidade, os parâmetros instrumentais de cor (L^* , a^* , b^*), a atividade de água, o pH, a força de ruptura ou dureza e a aceitação sensorial, segundo metodologias descritas anteriormente. Foram calculados o fator Q_{10} , além da definição da ordem e da velocidade de cada reação avaliada. Para a determinação da ordem de reação e sua constante de velocidade, foram plotados os valores de A_a , umidade e dureza, de seus Ln e de seus inversos *versus* tempo de armazenamento, e realizada a regressão linear desses valores. A inclinação obtida na regressão linear corresponde aos valores de k (constante de velocidade da reação) (KOTZ; TREICHEL JR, 2002; BRADY; SENESE, 2009). Para a análise sensorial, que foi realizada seguindo os mesmos critérios relatados anteriormente, os provadores receberam uma amostra do biscoito armazenado a 25°C e uma amostra do armazenado a 35°C. Para cada biscoito foi preenchido o formulário (APÊNDICE A).

4.2.11 Digestibilidade *in vitro* do biscoito selecionado

A digestibilidade *in vitro* do biscoito selecionado, que avaliou a qualidade proteica, foi determinado em duplicata, por meio do método descrito por Pires et al. (2006), que se baseia na queda de pH medida após 10 min da adição de uma solução contendo as enzimas tripsina ($2,5 \text{ mg mL}^{-1}$) e pancreatina ($1,6 \text{ mg mL}^{-1}$) a uma amostra. Assim, na medida em que ocorreu a hidrólise das ligações peptídicas, houve liberação de prótons H^+ , e consequente queda de pH do meio. A digestibilidade foi determinada quando a queda de pH se estabilizou, o que indicou o término da hidrólise das ligações peptídicas.

4.2.12 Análise estatística

Os valores obtidos nas análises físicas e sensorial do ensaio de formulação dos biscoitos experimentais foram avaliados por meio de análise de variância (ANOVA), e as médias comparadas pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Para o ensaio de estabilidade, foram determinados os modelos de regressão, o nível de significância e o coeficiente de determinação para cada característica avaliada através de ANOVA, e também foram construídos os gráficos com auxílio dos programas Statística 7.0 e o Microsoft Excel. Para determinação dos modelos, foi selecionado o modelo que teve o melhor ajuste, com maior coeficiente de determinação.

A correlação de Pearson entre as variáveis físicas e sensoriais avaliadas foram determinadas tanto no ensaio de formulação dos biscoitos experimentais como no de estabilidade durante o armazenamento. Os valores dos componentes químicos do biscoito experimental padrão e do biscoito experimental selecionado foram apresentados na forma de média, seguido de desvio-padrão e foi calculado o coeficiente de variação, sendo comparados por meio de estatística descritiva.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 CARACTERIZAÇÃO DA POLPA DE BATATA RESIDUAL ACIDIFICADA DESIDRATADA

A polpa de batata residual acidificada desidratada (PBRAD) apresentou granulometria mais fina que a FT (Tabela 2), sendo que 96,06 g 100 g⁻¹ passou na peneira de 100 *mesh* (menor que 150 mm), enquanto a FT 88,92 g 100 g⁻¹ passou pela peneira 25 *mesh* e ficou retido na peneira 140 *mesh*. Segundo Hosney e Rogers (1990), a distribuição do tamanho das partículas pode influenciar na capacidade de absorção de água da farinha, pois as partículas menores absorvem proporcionalmente mais água e com maior velocidade que as partículas maiores, por causa do aumento da superfície de contato. Apesar disso, a uniformidade da granulometria é mais importante que os tamanhos das partículas, pois pode favorecer melhor distribuição de água pela massa, influenciando na viscosidade, densidade e textura dos produtos (IWUOHA, NWAKANMA, 1998; SILVA et al., 2009). Morais (2012) obteve em seu estudo com polpa de batata residual (PBR) que 84,1% desta ficou retida nas peneiras de 100, 150 e 270 *mesh*, portanto os tamanhos das partículas não foram homogêneos, ao contrário do observado no presente estudo.

Tabela 2. Fração de amostra retida nas peneiras durante a análise granulométrica das farinhas de polpa de batata residual acidificada desidratada (PBRAD) e farinha de trigo comercial (FT).

TYLER	Abertura (mm)	PBRAD ¹	FT ¹
14	1,41	0,28±0,12	0,66±0,23
18	1,00	0,42±0,07	2,26±0,06
25	0,71	0,18±0,21	0,47±0,11
100	0,15	3,05±0,18	25,42±0,09
140	0,11	2,01±0,04	63,50±0,08
270	0,04	50,00±0,08	7,66±0,10
Fundo	-	44,05±0,11	0,03±0,01

¹ g 100 g⁻¹

Em relação à A_a, observou-se que a FT apresentou valor 3,31 vezes superior ao da PBRAD (Tabela 3). Embora esse valor tenha sido maior, as farinhas podem ser consideradas microbiologicamente estáveis, pois possuem a A_a inferior a 0,6, sendo este o limite mínimo capaz de permitir o desenvolvimento de microrganismos (CHISTÉ et al., 2007). Morais

(2012) encontrou em PBR atividade de água de 0,15, valor bem próximo ao encontrado no presente estudo. Carvalho (2012) analisou a A_a de PBR em diferentes temperaturas e fluxo de ar de secagem, e obteve valores variando entre 0,106 e 0,274, faixa que engloba o valor médio obtido neste estudo.

Tabela 3. Atividade de água (A_a), umidade, pH, acidez total e parâmetros instrumentais de cor (L^* , a^* e b^*) da polpa de batata residual acidificada desidratada (PBRAD) e farinha de trigo comercial (FT).

Característica	PBRAD ¹	FT ¹
A_a	0,16±0,01	0,53±0,01
Umidade ²	6,81±0,54	12,44±0,20
pH	4,49±0,04	5,81±0,04
Acidez total ¹	2,07±0,23	4,31±0,38
L^*	99,92±0,51	96,71±0,12
a^*	0,62±0,02	2,23±0,13
b^*	1,49±0,19	8,31±0,10

¹ média e desvio-padrão; ² g 100 g⁻¹; L^* luminosidade; a^* coordenada a^* ; b^* coordenada b .

A umidade da PBRAD se encontrou abaixo do valor máximo de umidade (15 g 100 g⁻¹) estipulado para farinhas pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (BRASIL, 2005). Observou-se que a umidade da FT comercial foi 43,25% maior que da PBRAD, mas que ainda assim ficou dentro dos parâmetros aceitos. Farinhas com umidade superior ao estipulado pela legislação geralmente apresentam tendência para formar grumos, podendo prejudicar o processamento e a qualidade de biscoitos, além da possibilidade de desenvolver microrganismos, reduzindo a estabilidade ou vida útil da farinha. O baixo teor de umidade confere ao produto melhor estabilidade física, química e microbiológica, quando estocado corretamente (FERTONANI, 2006; SGARBIEIRI, 1987). Moraes (2012) em seu estudo sobre desenvolvimento de farinhas de resíduos da industrialização de batata frita, encontrou 6,96 g 100 g⁻¹ de umidade em farinha da polpa de batata residual (FPBR), valor bem próximo ao encontrado neste experimento. Já Carvalho (2012), que estudou a secagem de polpa de batata residual obtida na industrialização de batata frita, obteve a umidade da FPBR 10,01 g 100 g⁻¹, valor 46,8% maior que o presente estudo. Enquanto Dias et al. (2014), estudando a utilização da polpa de batata residual da cultivar Atlantic em *snacks*, encontraram 17 g 100 g⁻¹ de umidade, valor 150% acima do obtido no presente estudo.

A PBRAD apresentou valor de pH 29,4% menor que a FT (Tabela 3). Em tubérculos de batata, o pH da polpa pode variar em função da maturação, sendo que quanto menos maturada, menor o pH (IRITANI; WELLER, 1974). Moraes (2012) encontrou pH de 4,27 em

PBRAD, valor próximo ao verificado neste estudo, enquanto, Carvalho (2012) encontrou pH variando entre 4,20 e 7,13 em PBR, e Dias et al. (2012) pH 8,48 para PBR da cultivar *Atlantic*. A acidificação da PBR utilizada neste estudo justificou os menores valores do pH quando comparado aos valores obtidos por esses autores.

A acidez total da PBRAD foi 2,08 vezes menor que da farinha de trigo comercial (Tabela 3). Carvalho (2012) reportou valores de acidez total menores, entre 0,711 e 2,625 para PBRAD, e Dias et al. (2014), obtiveram 0,17 de acidez em PBR da cultivar *Atlantic*, valor bem inferior ao da PBRAD, devido ao processo de acidificação da PBR no presente estudo. A acidez de produtos alimentícios constitui obstáculo ao ataque microbiano, sendo as características de tais produtos conservadas mais facilmente. A acidez total quantifica os ácidos orgânicos presentes nos alimentos. Esta acidez está ligada aos aspectos sensoriais, quando alta pode conferir sabor azedo (FELTRAN; LEMOS; VIEITES, 2004), que não foi verificado neste estudo.

A luminosidade (L^*) apresentou maior valor na PBRAD, ficando bem próximo ao valor máximo (100), quase branca pura, mostrando que a PBRAD apresentou-se mais clara que a farinha de trigo. Valores bem próximos foram encontrados por Carvalho (2012), em que L^* variou entre 98,87 e 99,99. Dias et al. (2014) e Moraes (2012) encontraram valores menores para L^* (82,19 e 92,6, respectivamente). Para as coordenadas a^* e b^* , que representam, respectivamente, a tonalidade que varia de verde a vermelho, e de azul a amarelo, os valores obtidos para a PBRAD foram baixos, próximos de zero (neutralidade), sendo mais neutros que o encontrado na FT comercial, mais amarelada e ligeiramente avermelhada. A PBRAD apresentou assim sua nobreza em relação à cor, podendo ser utilizado na formulação de alimentos que devem apresentar cor clara, como creme, sopas, sobremesas, massas alimentícias, purês, entre outros (MORAIS, 2012).

O teor de cinzas (Tabela 4) da PBRAD também se situou dentro do limite fixado para farinhas pela legislação brasileira ($2,0 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$) (BRASIL, 1978). Carvalho (2012) e Moraes (2012) encontraram valores de cinzas em PBR bem próximos ao obtido no presente estudo para a PBRAD, sendo $0,35$ e $0,36 \text{ g } 100^{-1}$, respectivamente. Já Santos et al. (2010) encontraram na farinha de batata sem casca $2,89 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$ de cinzas, valor acima do aceito pela legislação e 7,5 vezes maior que o obtido neste estudo. Dias et al. (2014) encontraram $0,44 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$ de cinzas em seu experimento, valor 29,4% acima do encontrado neste estudo. Valores de cinzas acima do estabelecido podem indicar fraudes, como adição de areia ou processamento inadequado. A presença de sujidades inorgânicas, como areia e terra,

provenientes do local de deposição das raízes também pode inflacionar a quantidade de cinzas na farinha (DIAS; LEONEL, 2006).

Tabela 4. Cinzas, proteínas, lipídeos, carboidratos totais, fibra alimentar total, solúvel e insolúvel e valor energético total da polpa de batata residual acidificada e desidratada (PBRAD) e de farinha de trigo (FT) comercial em g 100 g⁻¹

Componente	PBRAD ¹	FT COMERCIAL ²
Cinzas ³	0,34±0,12	0,80
Proteínas ³	0,38±0,19	9,80
Lipídios totais ³	0,20±0,16	1,40
Fibra alimentar total ³	<0,10±N.A.	2,30
Fibra alimentar solúvel ³	<0,10± N.A.	N.A.
Fibra alimentar insolúvel ³	<0,10± N.A.	N.A.
Carboidratos totais ⁴	92,27	75,10
Valor calórico total ⁵	372,00	300,40

¹ Média ± desvio-padrão;

² Fonte: Tabela Brasileira de Composição de Alimentos;

³ g 100 g⁻¹;

⁴ Calculado por diferença, subtraindo-se de 100 os valores obtidos para umidade, proteínas, lipídios e cinzas;

⁵ Kcal 100 g⁻¹;

N.A.: não avaliado.

A PBRAD apresentou baixo teor de proteína quando se comparado ao valor apresentado pela FT, que foi 24,8 vezes superior (Tabela 4). O valor de proteína obtido na PBRAD corrobora com o estudo de Carvalho (2012), que encontrou 0,39 g 100 g⁻¹ de proteína na FPBR. Já Moraes (2012) encontrou valor 2,5 vezes superior ao do presente estudo, e Dias et al. (2014) obtiveram 0,31 g 100 g⁻¹ de proteína, 18,4% menor que a verificada neste estudo.

O teor de lipídeos encontrado na PBRAD foi 86% inferior à quantidade presente na FT (Tabela 4). Os lipídios nos alimentos representam uma fração de alta concentração energética ou calórica, porém, dependendo de sua quantidade e composição, podem provocar a deterioração na qualidade do alimento durante a estocagem, produzindo odor e gosto de ranço (SGARBIERI, 1987). Moraes (2012) e Carvalho (2012) reportaram 0,20 g 100 g⁻¹ e 0,11 g 100 g⁻¹ de lipídeos, na FPBR, o primeiro foi igual e o segundo próximo ao encontrado neste estudo para a PBRAD. Já Dias et al. (2014) determinaram 0,91 g 100 g⁻¹ de lipídeos na PBR, valor 3,5 vezes superior ao verificado neste estudo para a PBRAD.

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (BRASIL, 2012) estabelece que para um alimento sólido ser considerado fonte de fibras deve conter no mínimo 2,5 g 100 g⁻¹ de fibra alimentar total, e ainda, segundo Mattos e Martins (2000), alimentos com quantidade de fibra

alimentar total inferior a $2,4 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$ são considerados como de baixo teor de fibras. Assim foi confirmado que tanto a FT quando a PBRAD se enquadraram nesta classificação. A quantidade de fibra alimentar total (FAT) encontrada na FT foi 23 vezes superior à encontrada na PBRAD (Tabela 4). Dias (2012) obteve em seu estudo com PBR $0,18 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$ de fibra alimentar total, valor 80% superior ao encontrado na PBRAD.

A PBRAD apresentou altos teores de carboidratos (Tabela 4). Já a FT apresenta cerca de 18,6% a menos desse nutriente. Morais (2012) reportou para PBR $90,93 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$ de carboidratos enquanto Carvalho (2012) $99,14 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$, valores próximos aos obtidos neste estudo.

Considerando o valor energético total, a PBRAD é apenas 7,6% mais calórica que a FT comercial (Tabela 4). Carvalho (2012) em sua pesquisa reportou $359,19 \text{ Kcal } 100 \text{ g}^{-1}$ na PBR, apenas 2,75% a menos que o obtido no presente estudo, enquanto Morais (2012) encontrou $370,92 \text{ Kcal } 100 \text{ g}^{-1}$, valor semelhante ao encontrado neste experimento.

Nas análises de composição centesimal observaram-se diferenças em relação aos teores dos macronutrientes de outras pesquisas já realizadas. Isso pode ser justificado por vários fatores que afetam a composição química da batata, como a cultivar, o estágio de maturação, o tipo de solo, a adubação, o clima e as condições ambientais, além do tipo de processamento empregado. Pode-se citar o aumento da dose de potássio na adubação, que pode reduzir teores de proteínas, carboidratos, amido e energia de diferentes cultivares de batata (QUADROS et al., 2009). A PBRAD foi extraída da água utilizada para lavagem após o corte das batatas antes da fritura, portanto é rica em carboidratos, possuindo baixos teores de proteínas, cinzas, lipídeos e fibra alimentar total, o que pode ser decorrente da composição dos tubérculos de batata e também devido às perdas de parte desses componentes por lixiviação (MORAIS, 2012).

5.2 PROPRIEDADES FÍSICAS DOS BISCOITOS

A umidade dos biscoitos experimentais variou $0,73 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$ entre B2 e B5 (Tabela 5). Observou-se que B2 obteve a maior umidade e B3, B4 e B5 as menores, pois estas não diferiram estatisticamente. B1 (controle) apresentou teor intermediário de umidade. Entre os biscoitos com PBRAD, houve uma tendência da redução da umidade a medida que aumentou a substituição de FT por PRBAD.

Tabela 5. Características físicas e texturais (média $\pm$ desvio-padrão) dos biscoitos experimentais formulados com diferentes níveis de substituição de farinha de trigo (FT) por polpa de batata residual acidificada desidratada (PBRAD).

Característica	Tratamento				
	B1	B2	B3	B4	B5
Umidade ^{1,2}	1,07 ^B ($\pm 0,03$)	1,53 ^A ($\pm 0,17$)	0,89 ^C ($\pm 0,04$)	0,82 ^C ($\pm 0,13$)	0,80 ^C ($\pm 0,21$)
Atividade de água	0,27 ^A ($\pm 0,01$)	0,24 ^B ($\pm 0,01$)	0,22 ^C ($\pm 0,01$)	0,19 ^D ($\pm 0,01$)	0,18 ^E ($\pm 0,01$)
L*	59,28 ^B ($\pm 1,29$)	62,17 ^A ($\pm 0,61$)	57,83 ^B ($\pm 0,76$)	59,61 ^B ($\pm 0,66$)	62,58 ^A ($\pm 0,14$)
a*	11,81 ^B ($\pm 0,51$)	12,29 ^B ($\pm 0,14$)	14,31 ^A ($\pm 0,31$)	12,79 ^B ($\pm 0,39$)	12,34 ^B ($\pm 0,66$)
b*	22,56 ^{AB} ($\pm 0,65$)	23,94 ^A ($\pm 0,13$)	23,89 ^A ($\pm 0,70$)	22,31 ^B ($\pm 0,61$)	23,53 ^{AB} ($\pm 0,55$)
Espessura ³	9,19 ^{BC} ($\pm 0,56$)	9,59 ^A ($\pm 0,49$)	9,54 ^{AB} ($\pm 0,72$)	9,11 ^C ($\pm 0,52$)	8,63 ^D ($\pm 0,44$)
Diâmetro ³	35,96 ^C ($\pm 0,31$)	37,17 ^C ($\pm 0,24$)	32,04 ^D ($\pm 0,22$)	42,72 ^B ($\pm 0,62$)	46,99 ^A ($\pm 0,38$)
Volume específico ⁴	1,40 ^B ($\pm 0,71$)	1,39 ^B ($\pm 0,98$)	1,52 ^B ($\pm 0,75$)	2,08 ^A ($\pm 0,96$)	2,38 ^A ($\pm 1,03$)
Dureza ⁵	111,88 ^A ($\pm 1,10$)	63,91 ^B ($\pm 1,27$)	67,00 ^B ($\pm 1,69$)	40,47 ^{BC} ($\pm 1,08$)	21,66 ^C ($\pm 1,76$)

¹ Letras diferentes na mesma linha apresentam médias estatisticamente diferentes ao nível de 5% de significância; ² g 100 g⁻¹; ³ mm; ⁴ mL g⁻¹; ⁵ N; B1: controle (sem PBRAD); B2: 15% de substituição de FT por PBRAD; B3 30% de substituição de FT por PBRAD; B4: 45% de substituição de FT por PBRAD; B5: 60% de substituição de FT por PBRAD.

Wieser (2007) ressaltou que as proteínas gliadina e glutelina, formadoras do glúten, apresentam propriedades de absorção de água, o que pode justificar a redução da umidade a medida em que se aumentou a PBRAD e diminuiu a FT. Segundo a Granotec do Brasil (2000), a farinha que possui baixo teor de glúten formará uma massa não tolerante à fermentação, de difícil processamento e, assim um pão de pequeno volume e com baixo teor de umidade. Iwashita et al. (2011) elaboraram biscoitos moldados substituindo FT por farinha de arroz (FA), e observaram que a amostra com 100% de FT apresentou maior umidade. Assim, como no biscoito que não foi utilizada a PBRAD, a rede de glúten formada foi mais forte, retendo um maior teor de umidade. Por outro lado, a proteína e as fibras alimentares tem elevada capacidade de absorver água (SEABRA et al., 2002), o que dificulta a liberação da umidade durante o forneamento. A FT possui teor de proteínas maior que a PBRAD (Tabela 4), o que explica B1 ter retido mais umidade. De acordo com a Resolução CNNPA nº 12, de 1978, da Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos, o limite máximo de umidade permitido para biscoitos é 14 g 100 g⁻¹ (BRASIL, 1978), portanto todos os tratamentos estavam em conformidade com a legislação.

A atividade de água (A_a) em todas as formulações se apresentou diferente ($p \leq 0,5$), sendo que B1 obteve a maior e B5 a menor (Tabela 5). Com o aumento da PBRAD e redução de FT nas formulações, a A_a diminuiu. Fato esse que pode contribuir para aumentar a vida de prateleira do produto, prolongando seu prazo de validade. A atividade de água igual a 0,6 é considerada o limite para o desenvolvimento de microrganismo (CHISTÉ et al., 2007). A maioria dos microrganismos cresce em meio com A_a entre 0,90 e 0,99. Quando esta se reduz alguns microrganismos ainda permanecem vivos, apesar de não se multiplicarem. A maioria das leveduras e fungos se prolifera em meio com A_a entre 0,86 e 0,88, mas alguns fungos filamentosos podem proliferar em meio com até 0,8. *Staphylococcus aureus* multiplica-se em 0,86, e ao decompor o alimento, libera água para o meio através de seu metabolismo, aumentando assim o valor de A_a e desenvolvendo condições para proliferação de outros microrganismos que necessitam de maior quantidade de água livre (FERREIRA NETO et. al., 2004). Os biscoitos experimentais podem ser considerados como microbiologicamente estáveis. Entretanto, valores de A_a entre 0,2 e 0,3 favorecem a oxidação de lipídeos (FERREIRA NETO; FIQUEIRÊDO; QUEIROZ, 2005), desta forma são mais recomendados os tratamentos B4 e B5, que também são mais estáveis quimicamente. Vieira et. al. (2010), elaboraram biscoitos doces com fécula de mandioca (substituindo parcialmente a FT), e encontraram que os biscoitos com 100% de FT em sua formulação, apresentaram maior A_a (0,39) que na formulação com substituição por 15% de fécula de mandioca (0,31), a mesma tendência de redução da atividade de água com a inclusão de PBRAD.

O parâmetro de luminosidade (L^*) apresentou pouca variação (8,2%). As formulações B2 e B5 apresentaram coloração mais clara, com L^* maior, enquanto B1, B3 e B4 que não diferiram entre si, apresentaram os menores valores de luminosidade (Tabela 5). Para o croma a^* , a formulação B3 apresentou a maior média e diferente dos demais, com tendência à cor mais avermelhada. Em relação ao croma b^* , as formulações B2 e B3 apresentaram os maiores valores, não diferindo entre si, enquanto B4 o apresentou menor. Os demais biscoitos obtiveram valores intermediários, apesar da pequena variação de apenas 7,3% entre o maior e menor valor de croma b^* . Assim, B1 e B5 se assemelharam de todas as formulações, enquanto B4 possuiu coloração menos amarelada que B2 e B3.

A luminosidade (L^*) é uma coordenada do espaço de cores CIELAB, que pode variar do 0 ao 100, ou seja, do preto ao branco (do escuro ao claro). A cor vermelha é representada pelo croma a^* (+), e a medida que vai diminuindo o valor a coloração tende para o verde (-), enquanto o croma b^* (+) o amarelo, e a medida que vai reduzindo aponta para o azul (-), em um plano cartesiano (ESTELLER; LANNES, 2005). Maior valor de L^* em

biscoitos geralmente é menos apreciado, pois os produtos ficam com aparência de que foram mal forneados.

Uma das primeiras características observadas pelo consumidor no alimento é a cor, que influencia a compra e a aceitação do produto (ZOULIAS; PIKNIS; OREOPOULOU, 2000). No entanto, a avaliação desse parâmetro é muito importante em produtos forneados, pois crostas muito claras ou muito escuras estão associadas a falhas no processamento do produto. O desenvolvimento de cor em biscoitos pode ser afetado por vários fatores, como por exemplo, pelos ingredientes utilizados, tempo e temperatura de assamento (GUTKOSKI et al., 2007). Em B3, a cor do biscoito foi mais escura (menor L^*), amarelada (maior a^*) e avermelhada (maior b^*), provavelmente por possuir baixo teor de água no produto final, que pode ter provocado uma reação de caramelização mais intensa. Verificou-se que a redução da umidade resulta em produtos mais escuros, proporcionando maior escurecimento não enzimático em biscoitos (HASHIMOTO; GROSSMANN, 2003). Esse resultado corrobora com o estudo de Baik e Chinachoti (2000), que ao avaliarem massa de bolos, verificaram que com o forneamento ocorreu a redução nos valores de L^* e aumento nos valores de a^* e b^* , devido aos teores de menor umidade no produto final.

A formulação B2 obteve a maior espessura, não se diferenciando estatisticamente de B3 (Tabela 5). Observou-se nos biscoitos com substituição de FT por PBRAD a espessura reduziu na medida em que se foi aumentando a PBRAD e diminuindo a FT. Esta mesma tendência foi observada no estudo de Perez e Germani (2007), que elaboraram biscoito salgado, com alto teor de fibra alimentar utilizando farinha de berinjela, verificaram que a medida que foi reduzindo a FT e aumentando a farinha de berinjela em biscoitos salgados, o diâmetro foi aumentando (4,31 a 4,41 mm) e a espessura foi reduzindo (0,44 a 0,35 mm), em 20% de substituição de FT por farinha de berinjela. Observando a espessura e o diâmetro dos biscoitos, observou-se uma relação inversa, corroborando com o resultado do estudo referenciado (Apêndice C).

Observando o diâmetro, verificou-se que a substituição de FT por FPBRAD causou efeito contrário ao que ocorreu com a espessura. B5 obteve maior diâmetro, sendo estatisticamente diferente de todas as outras formulações. B1 e B2 também não diferiram entre si e obtiveram os menores valores (Tabela 5). B4 e B5 apresentaram aumento de diâmetro, que pode ser atribuído ao baixo teor de glúten, que tornou a massa mais frágil, ao invés de formar uma rede viscoelástica. Durante a modelagem dos biscoitos foi observado que as massas com teor mais elevado de PBRAD apresentaram-se mais moles, menos consistentes, enquanto aquelas com maior teor de FT se apresentaram mais firmes, o que

provavelmente afetou os diâmetros dos biscoitos, evitando a maior tendência da massa esparramar na forma antes e durante o forneamento. Estudos anteriores relataram que utilização de farinhas proteicas, como a de soja, ocasiona uma tendência da massa se tornar mais forte, podendo prejudicar sua extensibilidade (MARETI; GROSSMANN; BENASSI, 2010). Fato esse que não ocorreu nos biscoitos com teor de FBRAD, pois esta possui o teor proteico menor que a FT. (ZOULIAS; OREOPOULOU; KOUNALAKI, 2002; ZOULIAS; PIKNIS; OREOPOULOU, 2000).

Sudha, Vetrimani e Leelavathi (2007) observaram que quando substituíram parcialmente FT por farelo de aveia (40%) em biscoitos, houve o aumento do diâmetro, semelhante ao ocorrido no presente estudo. Silva et al. (2001) que substituíram parcialmente a FT por farinha de jatobá do cerrado e farinha de jatobá da mata em biscoitos, observaram a tendência de aumento na espessura e diâmetro das formulações com o aumento da concentração da farinha de jatobá e a redução de FT. Nos biscoitos formulados com PBRAD o diâmetro também seguiu essa tendência.

O volume específico (VE) dos biscoitos aumentou com aumento da concentração de PBRAD e diminuição de FT nas formulações. B4 e B5 apresentaram os maiores valores, mas diferentes das outras formulações, que não foram estatisticamente diferentes entre si (Tabela 5). O VE de biscoitos é afetado por fatores como a qualidade de ingredientes usados na formulação da massa, especialmente a farinha. Neste trabalho, a FT tornou a massa mais elástica, assim, com maiores teores de substituição, houve menor expansão do produto. Moraes (2012), estudando a PBR, verificou que a mesma apresentou, nas microscopias eletrônicas de varredura, poros ou orifícios nos grânulos de amido, que indicaram provável ação de enzimas amilolíticas, semelhante ao que ocorre na fermentação da fécula de mandioca (polvilho azedo). Sabe-se que o polvilho de mandioca possui característica de expandir os produtos forneados, como ocorre no pão de queijo e no biscoito de polvilho (DIAS et al., 2007). Esta propriedade de expansão pode existir também na PBRAD, que sofreu ação das enzimas endógenas do tubérculo após o descascamento, corte e lavagem, além da acidificação, que também ocorre durante o processamento do polvilho de mandioca, só que de forma natural, pois os microrganismos responsáveis pela fermentação produzem ácidos, principalmente o acético, o láctico e o propiônico (MESTRES; ROUAU, 1997), e na PBR foi adicionado ácido láctico. Assim, o VE se correlacionou positivamente com o diâmetro do biscoito (0,90), sendo que quanto maior o diâmetro, maior também o volume específico (Apêndice C). Esta mesma tendência foi encontrada no estudo de Assis et al. (2009), que elaboraram biscoitos substituindo farinha de trigo por farinha de aveia. Com o aumento da

substituição, o diâmetro também aumentou (de 3,95 a 4,37 mm), assim como o volume específico (1,31 a 1,76 cm³ g⁻¹).

O VE se correlacionou negativamente com a A_a (-0,90), ou seja, quanto maior foi a atividade de água, menor foi o volume específico. A maior atividade de água deixa os biscoitos menos macios e aerados, e com menor volume específico. Este resultado apresentou a mesma tendência observada no estudo de Esteller, Zancanaro Junior e Lannes (2006), que produziram bolo de chocolate com pó de cupuaçu e *kefir*.

Os testes de textura podem detectar e quantificar apenas alguns parâmetros físicos, que devem ser interpretados em termos de percepção sensorial. Quando se fala de dureza, significa que essa é a força necessária para atingir uma determinada deformação no produto (ruptura). Já trazendo esse significado para propriedade sensorial, é o mesmo que dizer que é a força necessária para comprimir uma substância entre os dentes molares, no caso de produtos sólidos, ou entre a língua e o palato, no caso de produtos semi-sólidos (SZCZESNIAK, 2002). B1 apresentou o maior valor de dureza. Entre os tratamentos com substituição de FT por PBRAD, B2 e B3 foram mais duros, B5 o mais mole e B4 apresentou valores intermediários, não diferindo dos demais. Observou-se alta variação (416%) da dureza entre B1 e B5. À medida que aumentou o nível de substituição da FT por PBRAD observou-se que a dureza reduziu (Tabela 5).

A dureza de biscoitos doces é função principalmente do comportamento do açúcar durante o forneamento. No biscoito, a sacarose se dissolve, total ou parcialmente, na água da massa e forma uma solução altamente concentrada. Depois que o produto resfria, esta solução solidifica-se tornando um material duro, amorfo e vítreo, conferindo ao produto uma textura mais crocante (ADITIVOS & INGREDIENTES, 2008). O maior teor de proteínas e lipídeos na FT provavelmente possibilitou a formação de complexos destes componentes com a sacarose, tornando o produto mais duro ainda (FESSAS; SCHIRALDI, 1998). No estudo realizado por Iwashita et al. (2011), onde a FT de biscoitos foi substituída pela farinha de arroz, a força de ruptura ou dureza foi reduzindo a medida em que a FT foi substituída, corroborando com a tendência verificada nesse estudo. Em análises realizadas em biscoitos comerciais, que possuíam em sua composição farinha de soja ou farelo de aveia, em substituição parcial a farinha de trigo, foram observados valores de dureza entre 24,67 e 40,53 N, valores semelhantes aos obtidos por B5 e B4, respectivamente (MARETI; GROSSMANN; BENASSI, 2010). A dureza se correlacionou positivamente com a A_a (0,96), ou seja, quanto maior a atividade de água do biscoito, maior também sua dureza (Apêndice C).

A dureza foi inversamente relacionada com o volume específico (0,85). Assim, quanto o menor volume específico maior a dureza do biscoito (Apêndice C). Esse resultado também foi encontrado no experimento de Pereira et al. (1999), que estudaram féculas fermentadas na produção de biscoitos e observaram que os biscoitos produzidos com a fécula fermentada de batata inglesa não se expandiram satisfatoriamente e a textura foi considerada muito dura. Esse resultado também pode ser observado no presente trabalho na relação inversa entre a dureza e o diâmetro dos biscoitos.

5.3 RISCO MICROBIOLÓGICO DOS BISCOITOS

A manipulação inadequada no processamento e no armazenamento dos alimentos pode favorecer a deterioração microbiana, assim como a contaminação por microrganismos patogênicos (MÜRMANN et al., 2008). Os resultados para os microrganismos pesquisados encontraram-se dentro dos padrões exigidos pela legislação (Tabela 6), uma vez que para *Estafilococos* coagulase positiva a contagem máxima aceita é 10^3 UFC g⁻¹, coliformes a 45°C de 10^2 UFC g⁻¹, enquanto *Salmonella sp* deve estar ausente a cada 25 g de amostra (BRASIL, 2001), sendo os produtos considerados assim favoráveis ao consumo humano, o que está condizente com os valores obtidos nas análises de A_a (Tabela 5).

Araújo et al. (2007) analisaram dez amostras de biscoitos doce sem recheio, e obtiveram o resultado semelhante ao deste estudo. Nenhuma unidade apresentou contagem positiva para coliformes e nem presença de *Salmonella sp*. Dias et al. (2014) produziram *snacks* fritos, substituindo até 50% de FT por PBRAD, e constataram após análise microbiológica que todas as formulações atenderam aos padrões estabelecidos pela legislação.

Morais (2012) também utilizou PBR na formulação de *snacks* extrusados, onde todas as formulações também obtiveram resultados abaixo dos limites da legislação sanitária vigente, não sendo assim identificada presença de *Salmonella sp*. Neste estudo, diferente dos estudos de Dias et al. (2014) e Moraes (2012), os biscoitos foram processados em forno, enquanto os demais em óleo de fritura ou por extrusão, respectivamente, confirmando que a PBRAD também pode ser segura quanto ao aspecto microbiológico em produtos forneados. Esses resultados também indicam boas condições higiênico-sanitárias durante todas as fases do processamento dos biscoitos experimentais.

Tabela 6. Contagem de *Estafilococos* coagulase positiva, coliformes a 45°C e pesquisa de presença de *Salmonella sp.* nos biscoitos formulados com diferentes níveis de substituição de farinha de trigo (FT) por polpa de batata residual acidificada desidratada (PBRAD).

Microrganismo	Tratamento				
	B1	B2	B3	B4	B5
<i>Estafilococos</i> coagulase positiva	<10 ³	<10 ³	<10 ³	<10 ³	<10 ³
Coliformes a 45°C ¹	<10 ²	<10 ²	<10 ²	<10 ²	<10 ²
<i>Salmonella sp.</i> ²	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente

B1: controle (sem PBRAD); B2: 15% de substituição de FT por PBRAD; B3 30% de substituição de FT por PBRAD; B4: 45% de substituição de FT por PBRAD; B5: 60% de substituição de FT por PBRAD; ¹ UFC g⁻¹; ² em 25 g de amostra.

5.4 ACEITAÇÃO SENSORIAL DOS BISCOITOS

Em relação a aparência dos biscoitos experimentais, a formulação B4 obteve o maior escore médio, entre “gostei moderadamente” e “gostei muito”, enquanto B1 o menor (Tabela 7). Os demais biscoitos obtiveram resultados intermediários, e não houve diferença estatística entre as formulações em que foi usada a PBRAD. B2 ficou próximo ao “gostei moderadamente” e as demais formulações ficaram entre “gostei ligeiramente” e gostei “moderadamente”. Assim, a inclusão de PBRAD resultou em melhores escores em relação a aparência, sendo que B4 (45% de substituição) teve melhor aparência, segundo os provadores.

A aparência se relacionou negativamente com a A_a e com a dureza instrumental, portanto, quanto maiores a A_a e a dureza, menor foi o escore para aparência. A maior quantidade de água livre afetou negativamente a aparência (Apêndice C), portanto, uma das causas de menor aceitação foi o VE dos biscoitos, quanto maior esse valor, mais aceito em relação à aparência.

O estudo de Iwashita (2011) apresentou a mesma tendência, pois o biscoito moldado com 100% de FT obteve escore menor para aparência na análise sensorial (7,26), enquanto aqueles com substituições de FT por farinha de arroz chegaram até o escore médio de 7,64, apesar da aparência dos demais biscoitos não ter diferido ao nível de 5% de significância. No estudo de Guilherme e Jokl (2005), sobre o emprego de fubá de elevada qualidade proteica em farinhas mistas para produção de biscoitos, foi detectado que a aparência daqueles

contendo o fubá na formulação foi melhor que a do biscoito padrão, da mesma forma que o ocorrido na presente pesquisa.

Tabela 7. Escores médios obtidos para os atributos de aparência, textura, sabor e odor de biscoitos produzidos com diferentes níveis de substituição de farinha de trigo (FT) polpa de batata residual acidificada desidratada (PBRAD).

Atributo	Tratamento				
	B1 ²	B2 ³	B3 ⁴	B4 ⁵	B5 ⁶
Aparência ¹	6,42 ^B ±1,79	7,02 ^{AB} ±1,87	6,64 ^{AB} ±1,89	7,46 ^A ±1,55	6,96 ^{AB} ±1,86
Odor	7,16 ^A ±1,36	6,64 ^{AB} ±1,86	5,94 ^B ±1,80	6,18 ^{AB} ±1,84	6,12 ^B ±2,12
Textura	5,08 ^B ±2,25	6,86 ^A ±1,87	7,18 ^A ±1,53	7,26 ^A ±1,93	6,82 ^A ±1,99
Sabor	7,22 ^A ±1,49	6,70 ^{AB} ±1,99	6,40 ^{AB} ±1,97	6,88 ^A ±1,62	5,84 ^B ±2,18

¹ Letras diferentes na mesma linha apresentam médias estatisticamente diferentes ao nível de 5% de significância; ²B1: controle (sem PBRAD); ³B2: 15% de substituição de FT por PBRAD; ⁴B3 30% de substituição de FT por PBRAD; ⁵B4: 45% de substituição de FT por PBRAD; ⁶B5: 60% de substituição de FT por PBRAD; Escala hedônica: 1 desgostei extremamente; 2 desgostei muito; 3 desgostei moderadamente; 4 desgostei ligeiramente; 5 nem gostei/ nem desgostei; 6 gostei ligeiramente; 7 gostei moderadamente; 8 gostei muito; 9 gostei extremamente.

Houve uma variação de 20,53% entre escores médios dos biscoitos experimentais para odor, sendo que B1 obteve o maior valor, e B3 e B5 obtiveram os menores, ficando B3 abaixo do nível de aceitabilidade fixado em valor 6,0. As demais formulações obtiveram escores intermediários, não diferiram entre si ou dos demais ao nível de 5% de probabilidade (Tabela 7). O odor se relacionou positivamente com o sabor e com a A_a , e se correlacionou negativamente com a textura (-0,89) (Apêndice C). O odor mais o gosto contribuem para o sabor dos alimentos, que é a somatória das duas percepções (BOURNE 1982). No geral, quanto maior foi a A_a e menor o escore para textura (mais duro), maior foi o escore para odor, pois a A_a e a dureza se apresentaram maiores quanto maior o teor de FT e menor o teor de PBRAD (Tabelas 5 e 7). O biscoito mais compactado (maior dureza) também preservou mais o aroma enquanto o biscoito com maior VE, que possuía maior superfície de contato do produto com o ar, teve facilitada a volatilização ou a saída do aroma de coco.

Segundo Feddern et. al. (2011), que avaliaram biscoitos tipo *cookie* formulados com diferentes concentrações de FT e farelo de arroz, o biscoito formulado com 100% de FT obteve o maior escore para odor em relação às outras formulações acrescidas de farelo de arroz, e estas não diferiram entre si ao nível de significância de 5%, diferente do verificado neste estudo, onde não houve diferença significativa entre controle, B2 e B4. Os biscoitos tipo

rosquinha encontrados no mercado são tradicionalmente formulados com FT, sendo esse costume uma possível explicação para que o aroma do biscoito com 100% de FT tenha obtido a maior aceitação. Além disso, o maior teor de proteínas da FT pode ter preservado mais o aroma do produto que a PBRAD, pois a rede de glúten mais forte formada nos biscoitos com maior teor de FT reteve mais o aroma de coco, principalmente após a etapa de forneamento.

Em relação a textura, não houve diferença significativa entre os biscoitos que utilizaram a PBRAD (Tabela 7). O B1 obteve menor escore médio, diferindo estatisticamente de todas as formulações e ficando abaixo do nível de aceitabilidade estabelecido, entre “nem gostei/ nem desgostei” e “gostei ligeiramente”. Houve uma variação de 42,91% nos escores entre B1 e B4. A textura sensorial se relacionou negativamente com a dureza (instrumental) e com a A_a , portanto quanto mais duro e maior a A_a , menor foi o escore obtido (Apêndice C). Segundo a análise física de dureza instrumental realizada nos biscoitos experimentais, o padrão apresentou maior valor, e esse resultado foi espelhado na análise sensorial, em que essa mesma formulação apresentou menor escore.

Assim, pode-se considerar que por B4 ter obtido o maior escore para textura, a dureza instrumental de 40,5 N foi a mais próxima da ideal. A A_a e o VE se correlacionaram negativamente (-0,90). Portanto o produto fica mais duro e com menor aceitação (Apêndice C). As formulações B3 e B4 obtiveram escores médios entre “gostei moderadamente” e “gostei muito”. B1 por possuir maior quantidade de FT, e consequentemente rede de glúten mais forte, também obteve maior valor de dureza ou menor friabilidade (Tabela 5), consequentemente foi menos aceito pelos provadores em relação à textura. Iwashita et. al. (2011), observaram que a formulação com maior teor de FT em relação a farinha de arroz obteve maior dureza ou força de ruptura, e consequentemente menor aceitação do público, como observado neste trabalho.

O escore para sabor variou 23,6% entre os tratamentos. B5 diferiu estatisticamente das formulações B1 e B4, que obtiveram os mesmos valores. Os demais tratamentos obtiveram escores intermediários, não diferindo estatisticamente entre si (Tabela 7). O B5 foi o único biscoito que obteve a nota abaixo do nível de aceitação para o sabor (abaixo de 6). Possivelmente a maior aceitação do biscoito controle se deu pelo fato da FT ser tradicionalmente utilizada na fabricação de biscoitos tipo rosquinha, sendo que o paladar do consumidor é mais acostumado com esse sabor. Esse resultado corrobora a tendência verificada no estudo de Lacerda et al. (2009), que elaboraram *cookies* com diferentes concentrações de farelo de arroz extrusado, e aquele com maior teor de FT obteve escore médio 7,53 para sabor, enquanto o com menor teor de FT obteve escores de 7,03.

Em relação à intenção de compra, as formulações B2, B3 e B4 foram classificadas pela maioria dos provadores entre “talvez comprasse / talvez não comprasse” (escore 3) e “possivelmente compraria” (escore 4), portanto acima do limite estabelecido como aceitável para comercialização (escore 3). As maiores intenções de compra foram verificadas para B2, pois 62% dos provadores possivelmente comprariam ou certamente comprariam, seguidas de B3 e B4 (54% avaliadores possivelmente comprariam ou certamente comprariam) (Figura 1). Já B1 e B5 obtiveram menor intenção de compra, sendo que apenas 42% provadores possivelmente comprariam ou certamente comprariam os biscoitos se disponíveis no mercado. A intenção de compra refletiu parcialmente os resultados obtidos na análise sensorial e nas propriedades físicas analisadas, pois os maiores escores na análise sensorial foram obtidos por B4, seguido por B2.

A formulação B1 obteve os melhores escores para sabor e odor, mas os menores para aparência e textura (mais duro). Entre os biscoitos com PBRAD, o B4 obteve os maiores escores para aparência, textura e sabor, sendo que para odor não foi observada diferença estatística com o biscoito de maior escore (B2). Portanto, em relação a aceitação sensorial, este biscoito apresentou desempenho superior aos demais. Com base nas características sensoriais observou-se que B4 tem o maior potencial para comercialização (Figura 2).

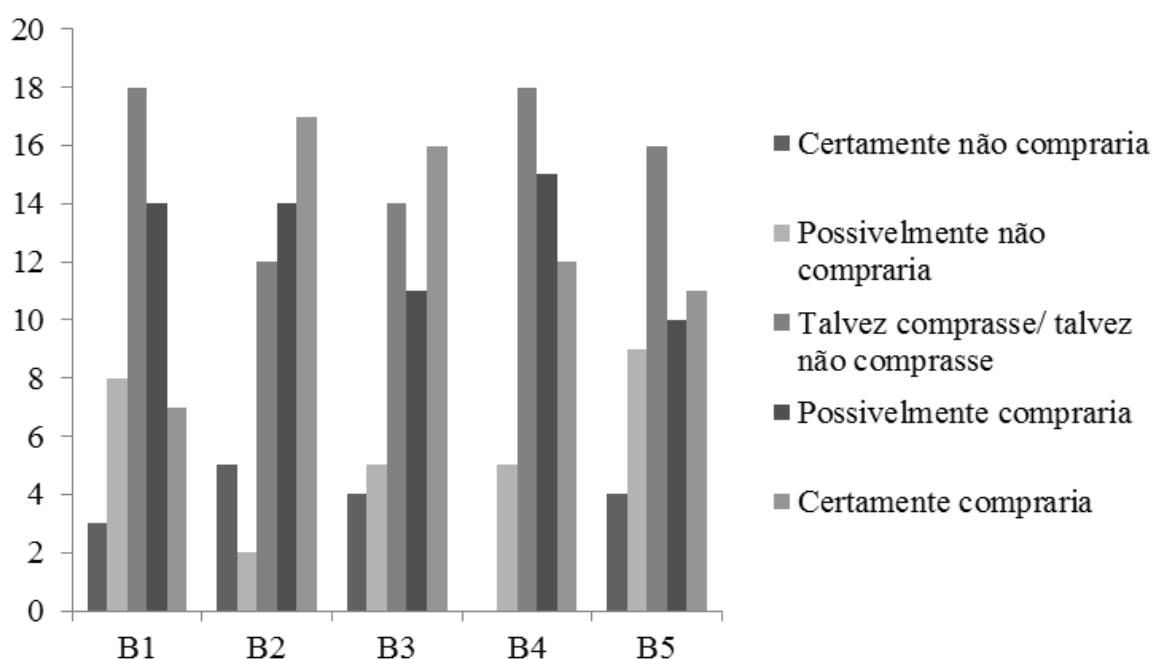


Figura 1. Intenção de compra dos provadores em relação aos biscoitos produzidos com diferentes níveis de substituição de farinha de trigo por polpa de batata residual acidificada desidratada.



Figura 2. Biscoito tipo rosquinha formulado com 45 g 100 g⁻¹ de PDRAD e com 55 g 100 g⁻¹ de farinha de trigo (B4).
Fonte: arquivo pessoal.

5.5 COMPOSIÇÃO CENTESIMAL, PERFIL DE AMINOÁCIDOS E DIGESTIBILIDADE DOS BISCOITOS PADRÃO E SELECIONADO

Os teores de cinzas, proteínas, lipídeos e fibra alimentar total foram menores no biscoito elaborado com 45 g 100 g⁻¹ de PBRAD (3,10%, 30,66%, 2,06% e 44,20%, respectivamente em relação ao biscoito padrão, elaborado com 100 g 100 g⁻¹ de FT (Tabela 8). No estudo de Moraes (2012), essa mesma tendência foi verificada em massa alimentícia fresca formulada com 65 g 100 g⁻¹ de farinha de PBR crua, 10 g 100 g⁻¹ de farinha pré-gelatinizada de PBR e 25 g 100 g⁻¹ de farinha de amaranto em comparação com massa alimentícia fresca de FT comercial. Dias et al. (2014) elaborando *snacks* fritos substituindo parcialmente FT por PBR, também observaram que os teores de cinza, lipídeos e proteína foram maiores no *snack* controle, com FT e sem PBR. Segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (BRASIL, 1978), os biscoitos devem ter, no máximo, 3,0 g 100 g⁻¹ de cinzas. A análise de cinzas é importante quando se trata de produtos feitos a partir de FT (principal ingredientes dos biscoitos), pois quanto maior o teor de cinza, mais impura é a FT, podendo estar presente maior teor de pericarpo ou farelo do trigo. Considerando o teor máximo exigido pela legislação, ambos biscoitos avaliados encontraram-se dentro do padrão.

Tabela 8. Composição centesimal (g 100 g⁻¹) e digestibilidade (g 100 g⁻¹) do biscoito experimental padrão (0 g 100 g⁻¹ de PBRAD) e do biscoito experimental selecionado (45 g 100 g⁻¹ PBRAD)

Componente ¹	Biscoito padrão (controle)	Biscoito selecionado (B4)
Umidade ¹	1,07±0,03	0,82±0,13
Cinzas ¹	1,29±0,15	1,25±0,17
Proteínas ¹	7,56±0,16	5,19±0,14
Lipídios totais ¹	11,63±0,13	11,39±0,20
Carboidratos totais ²	78,45	81,35
Fibra alimentar total ¹	2,33±0,20	1,30±0,10
Valor calórico total ³	439,39	443,47
Digestibilidade ¹	66,37±0,03	60,14±0,06

¹ g 100 g⁻¹

² Calculado por diferença, subtraindo-se de 100 os valores obtidos para umidade, proteínas, lipídios e cinzas.

³ Kcal 100 g⁻¹

A gordura contribui para lubrificar a massa, aumentar o volume, melhorar a cor, aumentar a vida útil e o amaciamento da massa (BENASSI; WATANABE; LOBO, 2001). Segundo Jacob e Leelavathi (2007), o lipídeo é um dos componentes básicos da formulação de biscoitos. Algumas formulações apresentam entre 30 e 60% de lipídeos. No entanto, os

biscoitos da presente pesquisa apresentaram teores baixos de lipídeo, buscando produtos de baixo teor de gordura. Isso porque a prevalência da obesidade em crianças e adolescentes tem aumentado no Brasil e em diversos países do mundo. A obesidade não é relacionada somente ao volume de ingestão alimentar, como também à qualidade da alimentação. A mudança nos hábitos alimentares, também decorrentes do fácil acesso e do baixo custo de alimentos ricos em gorduras e açúcares, como salgadinho, bolacha recheada e refrigerante, associado ao estilo de vida, são responsáveis pelo aumento de peso da população (WANG; MONTEIRO; POPKIN, 2002). No entanto, o biscoito elaborado com PBRAD pode ser considerado interessante do ponto de vista nutricional, principalmente quanto a baixa quantidade de lipídeos em sua composição.

Já o teor de carboidratos foi maior nos biscoitos com PBRAD. O biscoito controle apresentou maior teor de proteína e de fibra alimentar total em virtude dos valores mais elevados destes componentes da FT (9,8 g 100 g⁻¹ e 2,3 g 100 g⁻¹, respectivamente) (NEPA-UNICAMP, 2011) em comparação com aqueles da PBRAD (Tabela 3).

Para que um alimento seja considerado fonte de fibras, este deve apresentar pelo menos 2,5 g de fibra por porção (BRASIL, 2012). Os biscoitos experimentais padrão (0 g 100 g⁻¹ de PBRAD) e o selecionado (45 g 100 g⁻¹ de PBRAD) apresentaram, em uma porção de 30 g (BRASIL, 2003), 0,70 e 0,39 g de fibra alimentar total, respectivamente. Assim, os biscoitos não são considerados como fontes de fibra. Resultado este já esperado, devido ao baixo teor de fibras presente na FT e na PBRAD.

O valor energético total (VET) dos biscoitos padrão e selecionado ficou bem próximo, sendo que o biscoito formulado com PBRAD possui o VET 0,93% maior que o biscoito padrão. O VET do biscoito produzido com PBRAD foi 3,85% inferior ao encontrado por Santos et al. (2011), que estudaram biscoito de farinha de buriti com e sem aveia (460,53 Kcal 100 g⁻¹).

Considerando a Ingestão Diária Recomendada (IDR) de proteínas, observou-se que os dois biscoitos podem ser enquadrados na alimentação de um indivíduo adulto sadio, pois a quantidade de proteína em uma porção de 30 g (BRASIL, 2003) do biscoito controle e do biscoito selecionado foi, respectivamente, 2,27 g e 1,56 g, enquanto a quantidade proteica diária recomendada é 50 g (BRASIL, 2005).

A digestibilidade é a medida da porcentagem das proteínas que são hidrolisadas pelas enzimas digestivas, na forma de aminoácidos, pelo organismo (MAURON et al., 1956). A digestibilidade *in vitro* tem sido muito utilizada, pois é um método rápido e prático, além de ter uma boa correlação com a digestibilidade *in vivo* (CRUZ et al., 2005). O valor de

digestibilidade *in vitro* obtido para o biscoito experimental selecionado foi 9,39% inferior ao do biscoito experimental padrão. Fato este já esperado, pois o biscoito padrão apresentou maior quantidade proteica em sua composição centesimal, assim como a FT apresentou maior deste componente que a PBRAD.

Os principais aminoácidos não essenciais presentes nos biscoitos experimentais foram o ácido glutâmico e a prolina (Tabela 9). A glutamina, derivado do ácido glutâmico, constitui importante reserva de aminoácidos do organismo. Ela é classificada como não essencial, e serve como fonte de nitrogênio para o organismo, que pode usá-la para convertê-la em outros aminoácidos não essenciais ou para obtenção de energia (VASCONCELOS et al., 2006).

As proteínas de alto valor biológico, que possuem boa digestibilidade e quantidades adequadas de aminoácidos essenciais, são mais desejadas do ponto de vista nutricional, pois estes não podem ser sintetizados pelo organismo, e devem assim ser ingeridos através da alimentação (PIRES et al., 2006; RIBEIRO et al., 2007).

Tabela 9. Composição em aminoácidos não essenciais do biscoito experimental padrão (0 g 100 g⁻¹ de PBRAD) e do biscoito experimental selecionado (45 g 100 g⁻¹ PBRAD).

Aminoácido	Biscoito experimental padrão		Biscoito experimental selecionado	
	mg 100 g ⁻¹ de amostra	mg 100 g ⁻¹ de proteína	mg 100 g ⁻¹ de amostra	mg 100 g ⁻¹ de proteína
Ácido Aspártico	319,0±4,2	4219,6	216,5±0,7	4171,5
Ácido Glutâmico	2518,5±3,5	33313,5	1800,0±2,8	34682,1
Serina	359,0±1,4	4748,7	251,0±7,1	4836,2
Glicina	277,0±2,8	3664,0	204,0±0,00	3930,6
Arginina	267,0±0,00	3531,7	153,5±0,7	2957,6
Alanina	233,5±0,7	3088,6	153,5±0,7	2957,6
Prolina	834,0±1,4	11031,7	612,5±2,1	11801,5

Ao analisar a composição de aminoácidos essenciais dos biscoitos avaliados, verificou-se valores inferiores no biscoito experimental selecionado (Tabela 10), quando comparado com o biscoito experimental padrão. Fato este que pode ser justificado devido à diferença das farinhas utilizadas nos biscoitos. A proteína dos biscoitos, independente da formulação, apresentaram aminoácidos essenciais abaixo da recomendação para adultos: metionina e cistina, tirosina e lisina (47,99%, 16,22% e 67,37% respectivamente, no biscoito padrão 50,95%, 20,36% e 83,09% respectivamente, no biscoito selecionado), além da cisteína e triptofano, que não foram detectados na análise. Além desses descritos, a treonina também

foi abaixo da recomendação (9,11%) no biscoito experimental elaborado com 45 g 100 g⁻¹ de PBRAD (WHO, 2007).

Geralmente as proteínas vegetais são deficientes em alguns aminoácidos essenciais, sendo consideradas de baixo valor biológico. Felizmente em uma refeição pode-se consumir alimentos com fontes de proteínas diferentes, em que as proteínas podem se complementar, formando uma mistura proteica de qualidade (RIBEIRO et al., 2007).

O escore químico (EQ) estabelece uma comparação entre o teor de aminoácidos essenciais com um correspondente padrão, que neste estudo foram usadas as recomendações da FAO/WHO (WHO, 2007). O aminoácido que apresenta menor EQ é considerado limitante, e a proteína que apresenta escore superior a 1,0 para todos os aminoácidos essenciais é considerada de alto valor nutricional (MAHAN; SCOTT-STUMP, 2010).

Tabela 10. Composição em aminoácidos essenciais do biscoito experimental padrão (0 g 100 g⁻¹ de PBRAD) e do biscoito experimental selecionado (45 g 100 g⁻¹ PBRAD) e perfil de aminoácidos para uma proteína ideal para adultos, segundo recomendações da FAO/WHO.

Aminoácidos	Biscoito padrão		Biscoito selecionado		Padrão WHO
	mg 100 g ⁻¹ de amostra	mg 100 g ⁻¹ de proteína	mg 100 g ⁻¹ de amostra	mg 100 g ⁻¹ de proteína	mg 100 g ⁻¹ de proteína
Histidina	128,0±2,8	1693,1	100,5±2,1	1936,4	1500,0
Treonina	175,0±0,0	2314,8	108,5±0,7	2090,6	2300,0
Tirosina	190,0±2,8	2513,2	124,0±0,0	2389,2	3000,0
Valina	322,0±1,4	4259,3	218,5±0,7	4210,0	3900,0
Metionina+Cistina	86,5±2,1	1144,2	56,0±1,4	1079,0	2200,0
Isoleucina	260,5±0,7	3445,8	180,0±0,0	3468,2	3000,0
Leucina	467,0±0,0	6177,2	317,5±0,7	6117,5	5900,0
Fenilalanina	339,5±0,7	4490,7	242,0±0,0	4662,8	3000,0
Lisina	111,0±0,0	1468,2	39,50±2,1	761,1	4500,0
Cisteína	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	6000,0
Triptofano	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	6000,0

N.D. não detectado

O aminoácido mais limitante foi a cisteína e triptofano, que não foram detectados na análise, seguido da lisina, tendo o escore químico 0,33 para o biscoito padrão e 0,17 para o biscoito experimental selecionado. A lisina também foi limitante em outros estudos com inclusão de outros tipos de farinha. Borges et al. (2012) utilizaram farinha de trigo para fabricação de pão de forma enriquecido com farinha de *quinoa*, e encontraram a lisina como o principal aminoácido limitante, obtendo o EQ 0,28. Miranda e El-Dash (2002) e Pires et al. (2006) verificaram que a lisina é o aminoácido mais limitante da proteína de trigo, presente

em teores de 28 mg 100 g⁻¹ e 25 mg 100 g⁻¹ de proteína, o que justifica o baixo EQ desse aminoácido nos biscoitos deste estudo.

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 1999), a batata apresenta teores em 100 g⁻¹ de proteína de 1888 mg de metionina e cistina, 3760 mg de treonina, 4784 mg de lisina e 1648 mg de triptofano. Enquanto metionina, cistina e treonina são considerados aminoácidos limitantes na batata, a lisina não. Então, considerando a quantidade de PBRAD e os ingredientes utilizados na elaboração do biscoito selecionado a lisina passou também a ser considerado limitante na formulação.

5.6 ESTABILIDADE DO BISCOITO SELECIONADO

Segundo análise de variância fatorial, o efeito do tempo foi significativo ao nível de 1% de probabilidade para a umidade, A_a, L*, dureza e pH, ao nível de 5% para croma b* e não significativo para croma a*. A temperatura somente foi significativa a 1% de probabilidade para pH. As interações foram significativas para umidade, pH e b* ao nível de 5% (Apêndices D e E). Desta forma foram elaborados modelos de regressão no tempo considerando as diferentes temperaturas somente para pH e b*. Para b* somente foi significativo o modelo para 35°C (Apêndice F). Os demais modelos foram representados somente pelo tempo. Os modelos para pH não foram significativos a 5% de probabilidade, apesar da anova fatorial ser significativa, mas optou-se por apresentá-los neste trabalho, pois foram significativos ao nível de 7% e 9% de probabilidade (Tabela 11).

Tabela 11. Modelos polinomiais ajustados, nível de significância (p) e coeficiente de determinação (R²) para umidade, atividade de água (A_a), pH, b*, L* e dureza do biscoito tipo rosquinha selecionado.

Atributo	Temperatura	Modelos ajustados	p	R ²
Umidade	-	$y = -5,70 + 9,14x - 2,65x^2 + 0,24x^3$	0,00	0,86
A _a	-	$y = -0,17 + 0,49x - 0,14x^2 + 0,01x^3$	0,00	0,92
L*	-	$y = 44,77 + 19,90x - 7,01x^2 + 0,66x^3$	0,01	0,30
b*	35	$y = 21,27 + 0,26x + 0,62x^2 - 0,01x^3$	0,02	0,63
pH	25	$y = 6,94 - 0,89x + 0,27x^2 - 0,02x^3$	0,07	0,39
pH	35	$y = 6,89 - 0,81x + 0,23x^2 - 0,02x^3$	0,09	0,83
Dureza	-	$y = 24,42 + 16,97x + 2,08x^2$	0,00	0,63

Para a umidade, o modelo cúbico foi mais ajustado (Tabela 11), e verificou-se comportamento do tipo sigmoide (Figura 3). Até os 36 dias de armazenamento houve o aumento da umidade. Essa elevação inicial foi decorrente do equilíbrio entre as pressões de vapor interna de dentro da embalagem e externa dentro da B.O.D. com a umidade do produto, em função da taxa de permeabilidade ao vapor d'água do material da embalagem. O polipropileno (PP) que foi utilizado para o armazenamento dos biscoitos é um polímero linear, na forma de filmes biorientados (BOPP). O BOPP é obtido por um processo físico de orientação de cadeias moleculares do polímero, que permite a obtenção de filmes muito finos, mas com propriedades mais adequadas à conservação e ao manuseio, pois promove um aumento na resistência à tração e na rigidez do material, além de reduzir a permeabilidade de gases e ao vapor d'água em até 50% (SARANTÓPOULOS; OLIVEIRA, 2001).

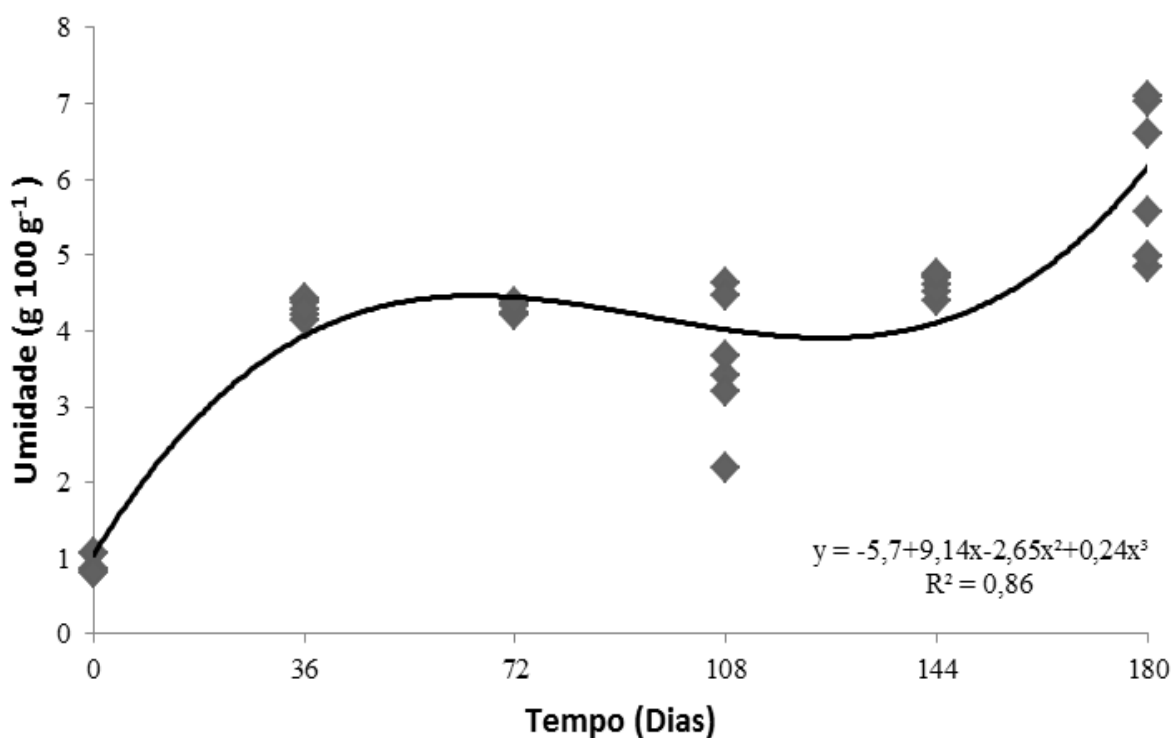


Figura 3. Umidade do biscoito tipo rosquinha, armazenado por 180 dias.

A embalagem do biscoito deve fornecer uma barreira à umidade, vapor d'água, luz e a qualquer tipo de contaminação. Nos alimentos de baixa atividade de água, o aumento da umidade pode favorecer a proliferação microbiológica, oxidação de gorduras e a perda do *cracking* dos biscoitos. Portanto, os biscoitos têm sua vida útil limitada principalmente por absorção de umidade. A barreira a vapores orgânicos também é importante para proteger os biscoitos da contaminação por odores estranhos do ambiente, retendo assim o aroma e *flavour*

do biscoito. Desta forma, a embalagem adequada deve apresentar inicialmente baixa permeabilidade ao vapor d'água e oferecer proteção mecânica ao produto. Para produtos gordurosos, deve-se ainda ser barreira ao oxigênio, e preferencialmente opaca, visando minimizar a ação da luz sobre a velocidade de oxidação de gorduras e aromas, boa maquinabilidade e resistência mecânica são desejáveis (SARANTÓPOULOS; OLIVEIRA, 2001). A embalagem utilizada neste estudo apresentou tais características, pois foi o mesmo material utilizado comercialmente pela empresa Cicopal Ltda, onde foi adquirida a PBR.

Após esse período foi estabelecido um equilíbrio higroscópico, resultante do balanço entre a umidade relativa do ar (URA) (no interior da embalagem), a URA externa (interior da B.O.D.) e o produto, o que causou a estabilização da umidade. Quando os biscoitos completaram 180 dias de armazenamento observou-se aumento da umidade. Esse fato pode ser explicado pela possível oscilação da umidade relativa do ar, já que o B.O.D. controlou apenas a temperatura interna, não tendo influência sobre a umidade. Os biscoitos armazenados ganharam umidade para entrar em equilíbrio com o meio externo, pois o índice de pluviosidade neste período foi elevado em Goiânia. No mês de abril normalmente ocorre a diminuição das chuvas na região Centro-Oeste, mas este fenômeno não foi observado no ano de 2014, onde o acumulado de chuvas na cidade chegou a 304 mm, sendo que a média histórica para o período é de 120 mm, o que corresponde a um valor 152% acima do normal (VENDRAMINI, 2014).

Termodinamicamente, um alimento estável é aquele que se encontra em equilíbrio com as condições de temperatura e pressão do ambiente, de forma que ele não apresente alterações em seu estado físico ao longo do tempo. No equilíbrio, a estrutura molecular desses alimentos se encontra organizada da melhor forma possível, de modo que se obtenha o menor nível de energia para o sistema (BARONI, 2004; LEITE; MURR; PARK, 2005).

Quando um alimento é submetido a um ambiente de elevada URA e temperatura constante, ele absorve água, havendo um aumento na concentração de umidade (BARONI, 2004; LEITE; MURR; PARK, 2005). Este fenômeno foi observado no presente estudo no período final do armazenamento dos biscoitos.

Ressalta-se que mesmo com o aumento da umidade até $7\text{g } 100\text{g}^{-1}$ aos 180 dias de armazenamento (Figura 3), os biscoitos ficaram dentro dos padrões estabelecidos pela Legislação Brasileira, que estipula teor máximo de umidade para biscoitos e bolachas de até $14\text{g } 100\text{g}^{-1}$ (BRASIL, 1978). Zuniga et al. (2011), encontraram tendência parecida no estudo de biscoitos integrais, com castanha de caju, pois observaram que houve um aumento da

umidade nos 80 dias de armazenamento, de $5,21 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ no tempo zero até $9,16 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ no tempo final.

A umidade se correlacionou positivamente (0,96) com a A_a ao nível de 1% de significância (Apêndice G). Nos primeiros 36 dias de armazenamento dos biscoitos houve aumento da A_a e esta se permaneceu constante até 144 dias, constatou-se assim que um equilíbrio foi estabelecido neste período (Figura 4). Em seguida, houve aumento da A_a dos biscoitos, chegando até 0,5, o que pode ser atribuído ao aumento da umidade dos biscoitos. A maioria das bactérias deteriorantes não se multiplica em A_a inferiores a 0,9, enquanto os fungos tem essa capacidade em A_a de até 0,80, as bactérias halofílicas até 0,76, os bolores xerofílicos até 0,65 e leveduras osmofílicas até 0,60. Portanto, considerando o valor de 0,6 limitante para a proliferação microbiana (AZEREDO; BRITO; GARRUTI, 2004; ALVES et al. 2012). As amostras desse experimento ficaram abaixo da faixa para desenvolvimento de microrganismo, se mantendo um produto microbiologicamente estável após os 180 dias de armazenamento, conforme comprovado pelas análises microbiológicas.

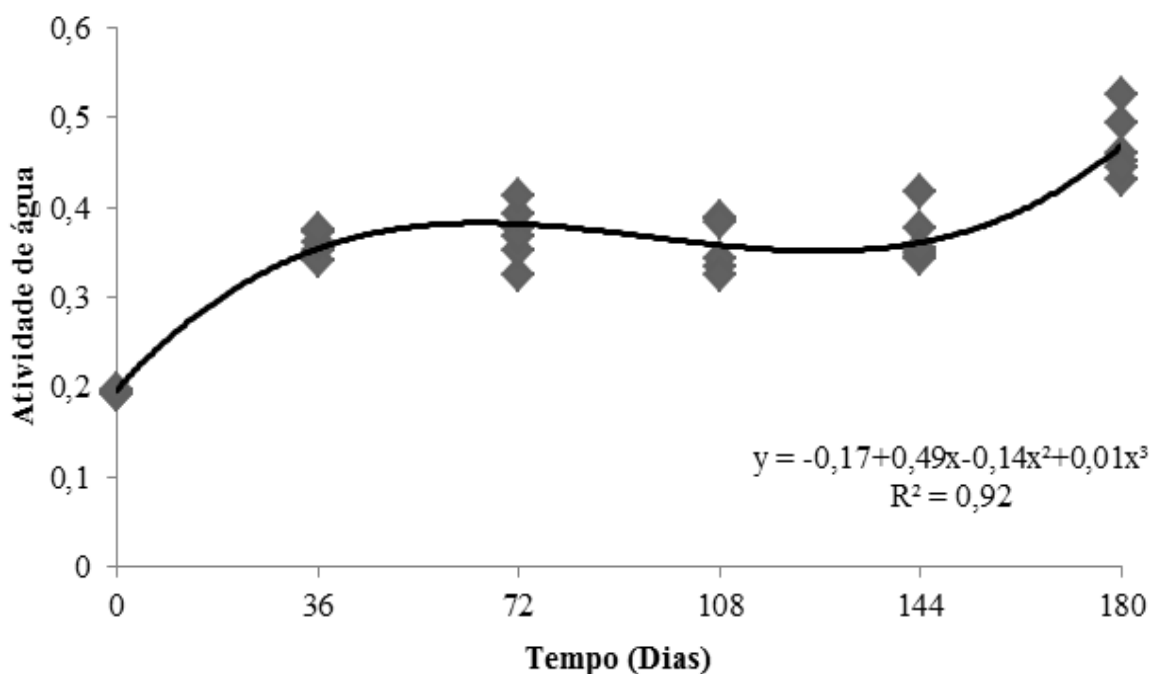


Figura 4. Atividade de água do biscoito tipo rosquinha, armazenado por 180 dias.

Observou-se que a umidade e a A_a obtiveram o mesmo comportamento do tipo sigmoide. As curvas das isotermas de sorção e dessorção de formato sigmoide são características de muitos alimentos, tais como materiais proteicos ou farináceos como farinha de trigo, amidos e amidos modificados (ASCHERI et al., 2005). Inicialmente, a A_a aumentou até alcançar um patamar em que atingiu um equilíbrio. O tempo necessário para atingir o

equilíbrio varia de acordo com o valor da A_a e da temperatura no processo de adsorção. Isotermas de adsorção da maioria de produtos formulados com farináceos apresentam em sua porção final, correspondente a A_a mais elevada, comportamento mais higroscópico, caracterizado por ascensão da curva. Esse comportamento é comum e também foi relatado por Santos; Figueirêdo e Queiroz (2004), que estudaram a adsorção de água em farinhas de mandioca temperadas, e por Cardoso (2012), que avaliou as propriedades de adsorção de água em farinhas mistas de arroz e bagaço de cevada pré-gelatinizadas por extrusão termoplástica.

Considerando que os valores médios de luminosidade (L^*) variam do claro ao escuro, L^* variou 29,17% entre 72 e 144 dias (Apêndice D). Portanto, com o passar do tempo houve uma ligeira tendência para o escurecimento dos biscoitos experimentais (Figura 5).

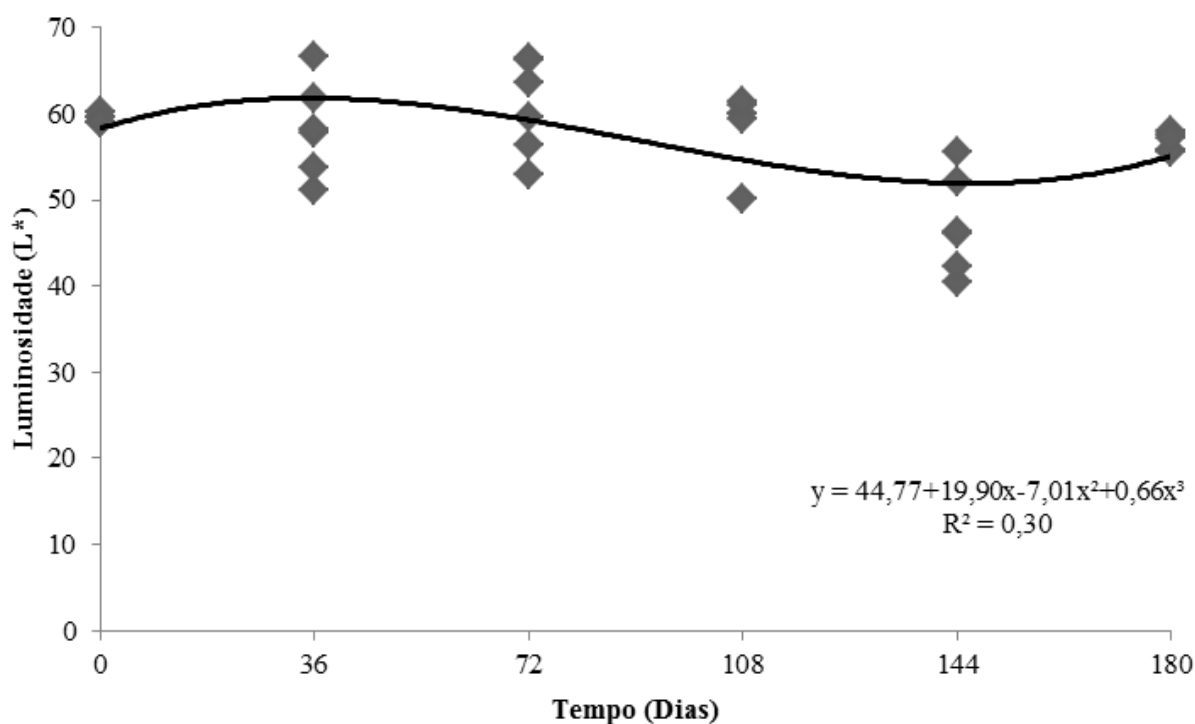


Figura 5. Luminosidade (L^*) do biscoito tipo rosquinha, armazenado por 180 dias.

Perez e Germani (2007) elaboraram biscoitos com substituição de farinha de trigo por farinha de berinjela, e observaram que a luminosidade foi 38,05, nos biscoitos com 20 g 100 g⁻¹ de farinha de berinjela. Assim, os biscoitos encontraram-se mais escurecidos que no presente estudo, provavelmente pela farinha de berinjela ser mais escura que da PBRAD.

Em relação aos valores médios de croma a^* (Apêndice D), percebeu-se que a oscilação foi muito pequena (6,2%) e não significativa durante os 180 dias de armazenamento a 35°C. Provavelmente, devido ao pequeno tempo de armazenamento (180 dias), pois os

comerciais normalmente possuem 12 meses de validade, e à qualidade de embalagem (BOPP possivelmente opaco), que não permitiu a entrada de luz (fotocomposição de pigmentos) e nem de oxigênio (oxidação dos pigmentos e escurecimento do ácido ascórbico). Desta forma não foram observadas variações mais pronunciadas na cor dos biscoitos experimentais. Nos biscoitos elaborados por Lacerda et al. (2009) com 50 g 100 g⁻¹ de farelo de arroz extrusado e 50 g 100 g⁻¹ de FT, o valor de croma a* (13,85) foi bem próximo ao encontrado neste estudo. A coordenada de cromaticidade b* dos biscoitos sofreu elevação gradual até 144 dias de armazenamento a 35°C (10,13%), declinando até os 180 dias, mas ainda com média superior à inicial (Figura 6). Assim, verificou-se um leve amarelamento das amostras durante o armazenamento, porém manteve-se acima do valor inicial. Silva, Silva e Chang (1998) elaboraram biscoitos substituindo a FT por 25 g 100 g⁻¹ de farinha de jatobá, e obtiveram a cromaticidade b* 15,06% maior que o presente estudo, apresentando assim cor mais amarelada que o biscoito produzido com PBRAD, possivelmente pela coloração da PBRAD, que é menos amarelada que a coloração da farinha de jatobá.

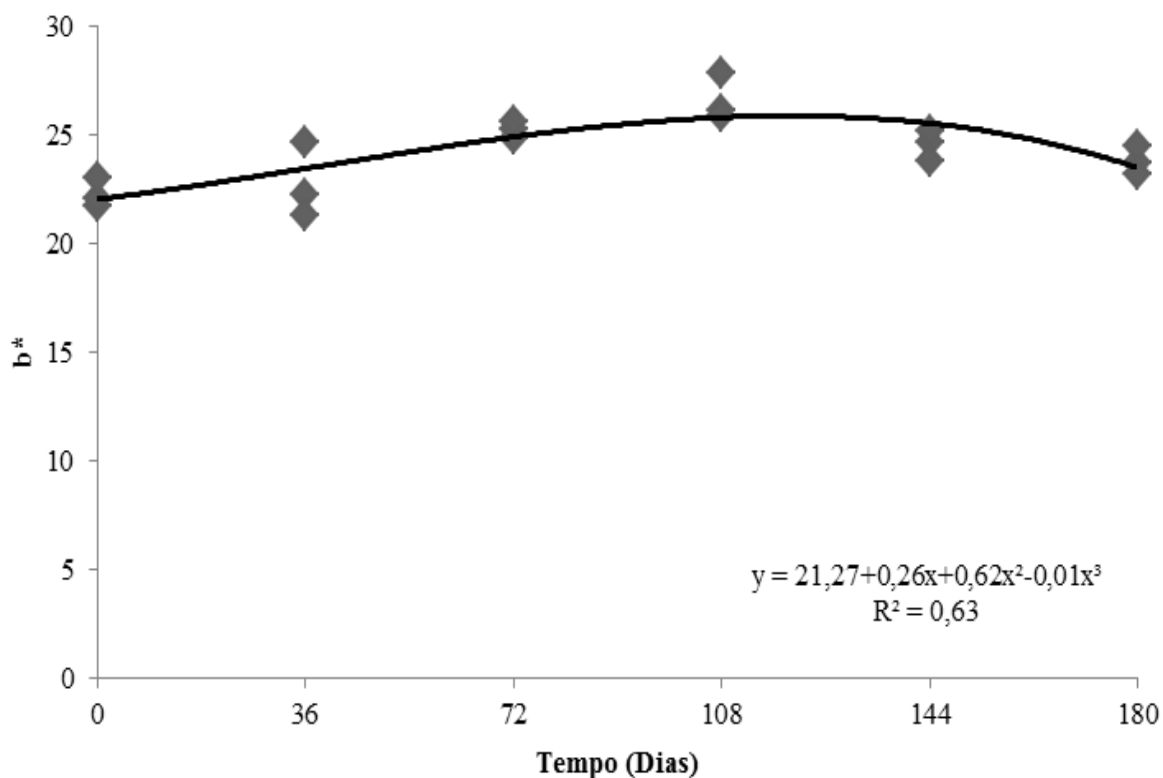


Figura 6. Croma b* dos biscoitos tipo rosquinha, armazenados na temperatura de 35°C por 180 dias.

Nas duas temperaturas de armazenamento, o pH apresentou a mesma tendência sigmoidal (Figura 7), mas inversamente relacionada com a tendência da curva de A_a. Portanto,

quanto maior a A_a menor foi o pH. A redução do pH dos biscoitos armazenados a 35°C foi maior que a 25°C porque a temperatura de armazenamento acelerou as reações químicas dos componentes do biscoito (Lei de Van Toff) (FORMOSINHO, ARNAUT, 2003). Os valores de pH dos biscoitos foram alterados ao longo do armazenamento, ocorrendo uma redução próxima a 3,8% a 25°C e a 6,4% a 35°C, aos 180 dias de armazenamento. Esse fenômeno pode ser devido a composição química do biscoito selecionado, ao qual foi adicionado sais em sua formulação. A diminuição nos valores de pH durante o tempo de armazenamento pode ser explicada pelo aumento da concentração de íons H^+ devido ao aumento da água livre e a presença do aditivo propionato de cálcio. O estudo de Borges et al. (2010) apresentaram resultados com a mesma tendência desta pesquisa, apresentando um decréscimo de 3,65% do pH durante o armazenamento por 120 dias de uma pré-mistura de bolo, elaborada com 60 g 100 g⁻¹ de banana verde em substituição à farinha de trigo, também acrescida com propionato de cálcio.

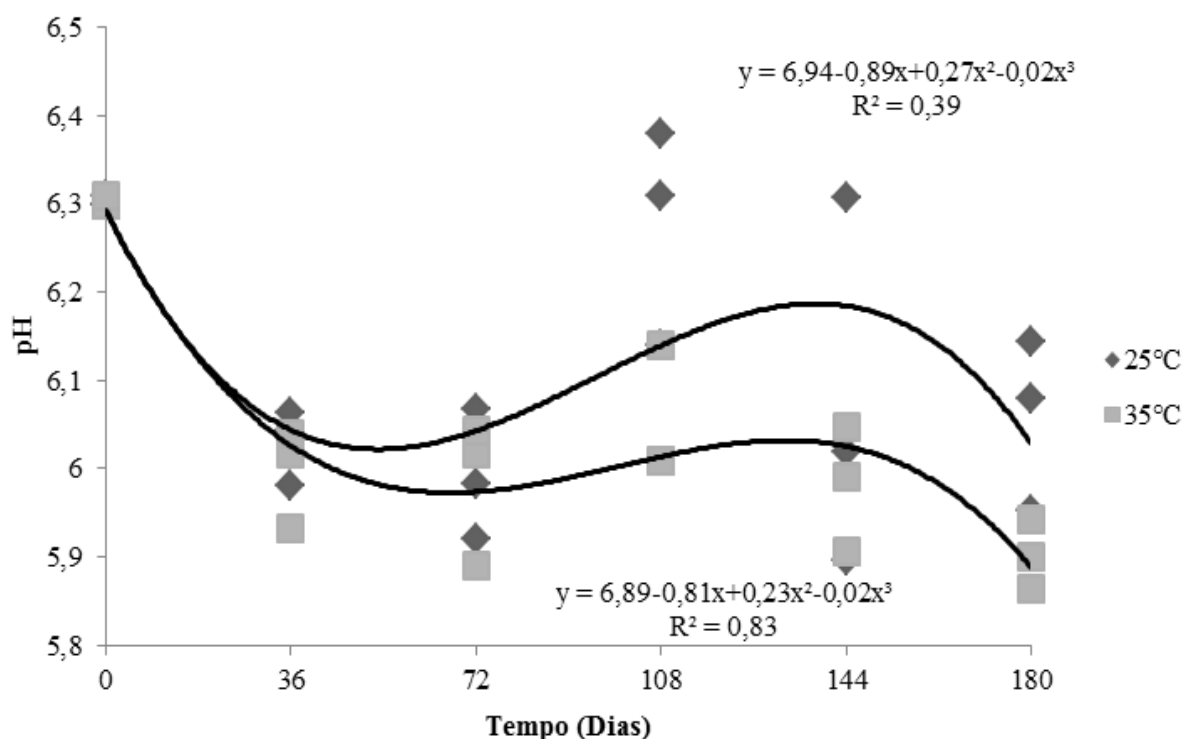


Figura 7. pH do biscoito tipo rosquinha, armazenado por 180 dias nas temperaturas 25°C e 35°C.

A dureza dos biscoitos (Figura 8) aumentou até 108 dias de armazenamento, mas depois reduziu, porém com média superior à inicial. No entanto, os biscoitos mantiveram a dureza satisfatória durante os 6 meses de armazenamento, independente da temperatura. A

correlação entre A_a e a dureza foi significativa ao nível de 5%. As modificações de dureza sofridas por alimentos estão, diretamente, ligadas às alterações estruturais sofridas ao longo do seu armazenamento. A água, devido ao seu efeito plasticizante, é um dos principais elementos responsáveis por essas alterações. Isso resulta numa alta mobilidade para o amido quando a temperatura da transição vítrea é inferior a do ambiente. Ao se formar um gel, moléculas de amilose podem se aproximar, se unir e formar zonas micelares cristalinas, o que se denomina retrogradação, ou seja, os grânulos de amido formam novamente partes cristalizadas. Assim, pode haver redução de volume e sinerese (expulsão de água ligada às moléculas). Esse fenômeno é dependente do tempo e influenciado pelo teor de umidade e temperatura de armazenamento (LABUZA et al., 2004).

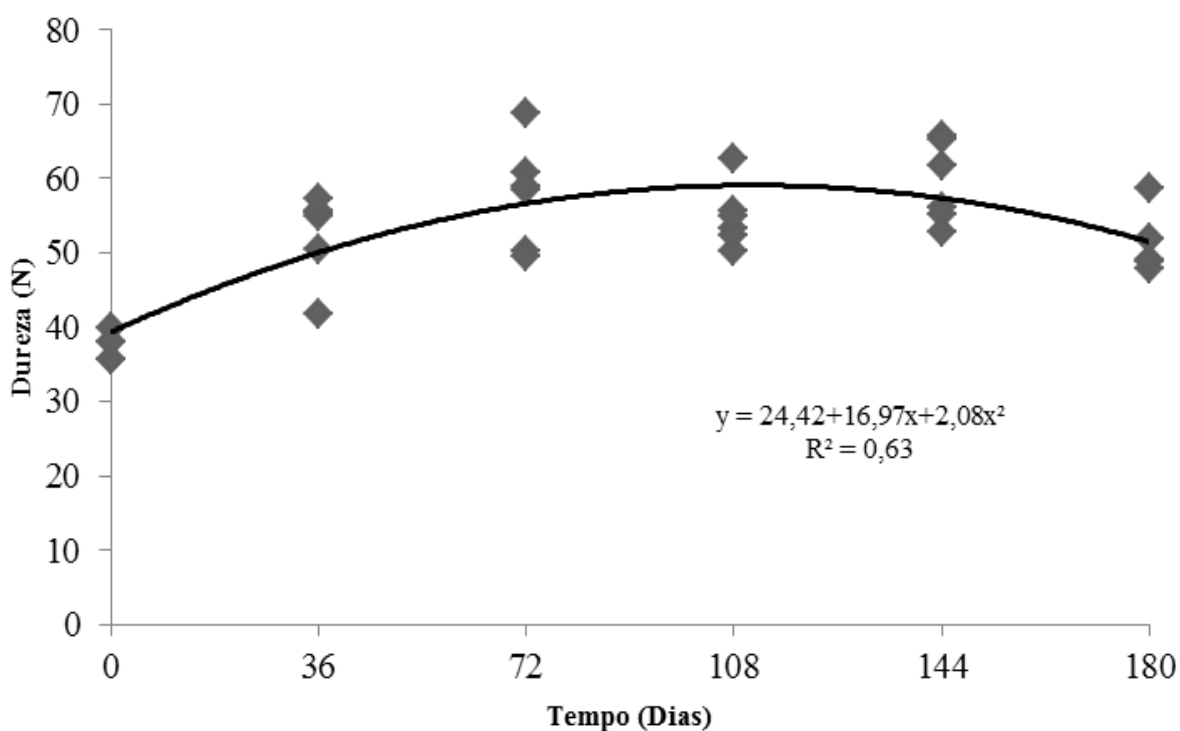


Figura 8. Dureza do biscoito tipo rosquinha, armazenado por 180 dias.

Durante a estocagem, muitos alimentos trocam umidade com o ambiente, o que resulta em alterações estruturais, que é uma das causas da perda de crocância de biscoitos. A troca de umidade com o ambiente faz com que o alimento passe do estado vítreo para o gomoso, havendo perda de qualidade. Os biscoitos logo que são retirados do forno, são extremamente macios e apresentam alta mastigabilidade. Já após cerca de 24 horas, eles já se tornam mais secos, com textura mais dura e esfarelenta, sem que haja qualquer alteração na umidade. Nesse caso, o endurecimento é provocado pela cristalização da sacarose, que ocorre

durante o armazenamento do produto. De acordo com o diagrama de estados, ao longo da vida dos biscoitos, a sacarose dissolvida sofre uma cristalização, resultando em uma redução do volume de plasticizante e consequentemente, nas alterações de dureza observadas (BOBBIO; BOBBIO, 2001; LABUZA et al., 2004), fenômeno que provavelmente ocorreu nos biscoitos experimentais desta pesquisa, pois observou-se inicialmente o aumento da dureza.

Katz e Labuza (1981) estudaram dureza de biscoitos em função da A_w e observaram que alimentos crocantes apresentaram alterações na dureza quando a atividade de água excedeu a faixa de 0,35-0,50. Esse limite não foi ultrapassado pelos biscoitos experimentais no presente trabalho. Labuza et al. (2004) afirmam que a teoria da transição vítrea permite uma melhor compreensão das alterações na dureza ocasionadas nesses biscoitos, devido ao aumento da umidade. Dessa forma, o conhecimento da variação da temperatura de transição vítrea com a composição dos alimentos é de fundamental importância na definição da formulação dos alimentos, bem como das condições ideais de processamento e armazenagem, de modo que se obtenham produtos de qualidade. Observou-se neste estudo que apenas a partir dos 108 dias de armazenamento, quando começou a ocorrer elevação da umidade e da A_w , é que a dureza reduziu seu valor (Figura 8).

Maache-Rezzoug et al. (1998) estudaram a influência da água, gorduras e sacarose em massas para biscoitos, concluindo que grande quantidade de sacarose torna as massas excessivamente macias, devido à competição com a água do sistema, em contrapartida, a sacarose tende a cristalizar no biscoito frio, tornando-o mais crocante, porém com tendência ao esfarelamento, pela dispersão das moléculas de amido e proteínas, impedindo a formação de massa contínua, o que melhora a textura do produto. Resultados semelhantes foram obtidos nos biscoitos elaborados com PBRAD. A textura é um dos atributos mais importantes entre aqueles que afetam a preferência e a aceitação por parte dos consumidores.

Tem sido relatado que a antiplasticização mecânica pela água é uma característica de produtos a base de amido. Provavelmente, a compressão do biscoito por altas forças na presença de água livre leva ao preenchimento dos espaços alveolares, diminuindo assim o volume livre do sistema e endurecendo o biscoito (CHANG; CHEAD; SEOW, 2000). Esta mesma tendência foi observada nos estudos de Braga e Cunha (2003) sobre torradas de pão, e de Takeuchi, Sabadini e Cunha (2005), que analisaram as propriedades mecânicas de cereais matinais com diferentes fontes de amido. Os biscoitos experimentais também apresentaram esta mesma reação de endurecimento até atingir os 108 dias de armazenamento.

5.7 CINÉTICA DAS ALTERAÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS DOS BISCOITOS ARMAZENADOS POR 180 DIAS EM DIFERENTES TEMPERATURAS

A estabilidade é uma característica extremamente desejável em biscoitos. Ao adquirir o produto, o consumidor espera que sua qualidade seja mantida por um maior tempo possível, considerando o ponto de vista físico-químico, microbiológico e sensorial. A crocância é uma característica bastante esperada em biscoitos. Quando estes ganham umidade podem tornar-se amolecidos ou borrachosos. Assim, os dados obtidos para A_a , umidade e dureza, que se relacionam diretamente com as características sensoriais dos biscoitos, e cujos modelos foram significativos, foram avaliados quanto ao tipo de ordem de reação e calculadas as respectivas constantes de velocidade (k).

O modelo cinético que mais se adaptou à mudança da A_a foi o de ordem zero (Figura 9), pois apresentou o maior coeficiente de determinação para ambas temperaturas e menor erro médio para 35°C (Tabela 12). De acordo com os modelos de ordem zero, a velocidade de elevação da A_a durante o armazenamento por 180 dias foi 20% maior à 25°C que a 35°C, pois as constantes de velocidade foram 0,0012 e 0,001, respectivamente.

Em relação à umidade dos biscoitos armazenados a 25°C e a 35°C, o modelo cinético que melhor explicou o fenômeno de sua alteração durante o armazenamento foi o de ordem zero (Figura 10), pois este apresentou o melhor coeficiente de correlação relativo e o menor erro relativo médio para ambas temperaturas (Tabela 12). Observou-se que o coeficiente angular foi positivo para modelos de ordem zero, ou seja, a umidade aumentou ao longo dos 180 dias de armazenamento, independente da temperatura. A mesma tendência foi observada em relação à taxa de elevação da umidade no modelo de ordem zero para biscoitos armazenados a 25°C, que também foi 69% maior em relação à verificada pelo modelo de ordem zero a 35°C, onde as constantes de velocidade foram 0,0236 e 0,0174, respectivamente.

Considerando a dureza dos biscoitos armazenados a 25°C, O modelo cinético que mais se adaptou também foi o de ordem zero (Figura 11), pois o erro relativo médio foi inferior, apesar do coeficiente de determinação ser ligeiramente menor que nos modelos de primeira e segunda ordem. Já na dureza dos biscoitos armazenados a 35°C o modelo cinético que mais se adaptou foi de primeira ordem, pelo mesmo motivo. Como os valores do coeficiente de determinação foram muito baixos, os modelos mais ajustados foram definidos através do menor erro médio relativo. Constatou-se que para os modelos de ordem zero e primeira ordem a inclinação da reta foi crescente, sendo o coeficiente angular positivo (Figura

11). Portanto ocorreu a elevação da dureza com o tempo de armazenamento, mesma tendência foi observada para a dureza em relação a A_a e umidade, a elevação da dureza foi aproximadamente 37 vezes mais rápida à 25°C, como pôde ser verificado pelas constantes de velocidade de 0,0611 e 0,0016 para os modelos de ordem zero (25°C) e primeira ordem (35°C), respectivamente.

Com 10°C de aumento na temperatura de armazenamento do biscoito (de 25°C para 35°C), observou-se que a elevação da A_a foi desacelerada em 83% ($Q_{10}=0,83$). Silva (1986) encontrou valor de Q_{10} para A_a em cebolas desidratadas próximo a 3,9, valor superior ao encontrado no presente estudo. Com este mesmo aumento de temperatura de armazenamento, a umidade obteve desaceleração de 74% ($Q_{10}=0,74$). Endo et al. (2007) fizeram a avaliação da vida de prateleira do suco de maracujá desidratado e obtiveram Q_{10} para umidade próximo a 2,0, valor 170,27% superior ao encontrado no presente estudo. Já para a dureza essa desaceleração foi de 3% ($Q_{10}= 0,03$). Um estudo realizado com mamão *in natura* estabeleceu o valor de Q_{10} igual a 3,0 para dureza e análise sensorial, valor bem acima que o encontrado nos biscoitos (GRIZOTTO et al., 2006). Através dos dados encontrados, percebeu-se que a atividade de água foi o fator mais influenciado pela elevação da temperatura de armazenamento em 10°C, influenciando na perecibilidade do biscoito.

Quando a temperatura é mais baixa, a umidade relativa do ar (URA) também reduz, fazendo com que a água se condense mais rapidamente nas superfícies. Assim, é maior a tendência do vapor d'água contido numa massa de ar condensar sobre o produto, que absorve essa água condensada, fenômeno chamado ponto de orvalho (BAPTISTA; GASPAR; OLIVEIRA, 2007). Este fato foi observado no biscoito armazenado a 25°C, onde parte desse vapor d'água se condensou sobre o biscoito, o que fez elevar a umidade (Figura 3) e a atividade de água do mesmo. Segundo Silva (2004) a temperatura menor pode reduzir a capacidade do ar atmosférico em reter água na forma de vapor. Este fato também foi verificado, em que a 25°C o ar teve menor capacidade de reter o vapor d'água dentro da embalagem que a 35°C, o que fez a umidade e A_a elevar mais rapidamente nos biscoitos armazenados na menor temperatura.

Tabela 12. Ordem de reação, equações de regressão, valores dos coeficientes de determinação (R^2), erro relativo médio (erro%) e constante de velocidade (K) dos resultados da Aa, umidade e dureza dos biscoitos armazenados por 180 dias nas temperaturas 25°C e 35°C.

Característica	Ordem da reação	Equação	R^2	Erro %	K	Q_{10}
Aa ¹	Zero	$y = 0,0012x + 0,2451$	0,71	13,28	0,0012	0,83
	Primeira	$y = 0,0037x - 1,4123$	0,67	11,54	0,0037	
	Segunda	$y = -0,0123x + 4,1817$	0,61	386,15	-0,0123	
Aa ²	Zero	$y = 0,001x + 0,2682$	0,61	13,74	0,001	
	Primeira	$y = 0,0033x - 1,3544$	0,57	201,44	0,0033	
	Segunda	$y = -0,0114x + 4,0346$	0,53	17,68	-0,0114	
Umidade ¹	Zero	$y = 0,0236x + 1,8567$	0,64	38,96	0,0236	0,74
	Primeira	$y = 0,0079x + 0,5074$	0,58	204,58	0,0079	
	Segunda	$y = -0,0038x + 0,7176$	0,50	63,29	-0,0038	
Umidade ²	Zero	$y = 0,0174x + 2,367$	0,60	36,82	0,0174	
	Primeira	$y = 0,007x + 0,6103$	0,51	135,6	0,007	
	Segunda	$y = -0,0036x + 0,6955$	0,46	65,89	-0,0036	
Dureza ¹	Zero	$y = 0,0611x + 47,087$	0,22	12,95	0,0611	0,03
	Primeira	$y = 0,0013x + 3,8331$	0,24	371,61	0,0013	
	Segunda	$y = -3E-05x + 0,0221$	0,26	7429,37	-3,00E-05	
Dureza ²	Zero	$y = 0,0743x + 45,381$	0,44	9,04	0,0743	
	Primeira	$y = 0,0016x + 3,7977$	0,45	2,43	0,0016	
	Segunda	$y = -4E-05x + 0,0228$	0,46	229,64	-4,00E-05	

¹ Biscoitos armazenados a 25°C; ² Biscoitos armazenados a 35°C.

Com o maior aumento da umidade nos biscoitos armazenados a 25°C, estes endureceram primeiro, pois a elevação mais rápida da umidade proporcionou maior mobilidade das moléculas, facilitando o fenômeno da retrogradação do amido, causando um endurecimento mais acelerado. Karim, Norziah e Seow (2000) ressaltaram que a retrogradação permite um rearranjo das moléculas, com desestruturação dos grânulos de amido, apresentando uma interação forte entre as moléculas. O processo de retrogradação pode afetar a qualidade e vida de prateleira dos produtos amiláceos. A retrogradação do amido contribui para o envelhecimento de produtos, e se caracteriza pela perda de textura (endurecimento) do produto (SAGUM; ARCOT, 2000), fatos estes mais observados nos biscoitos armazenados na temperatura de 25°C.

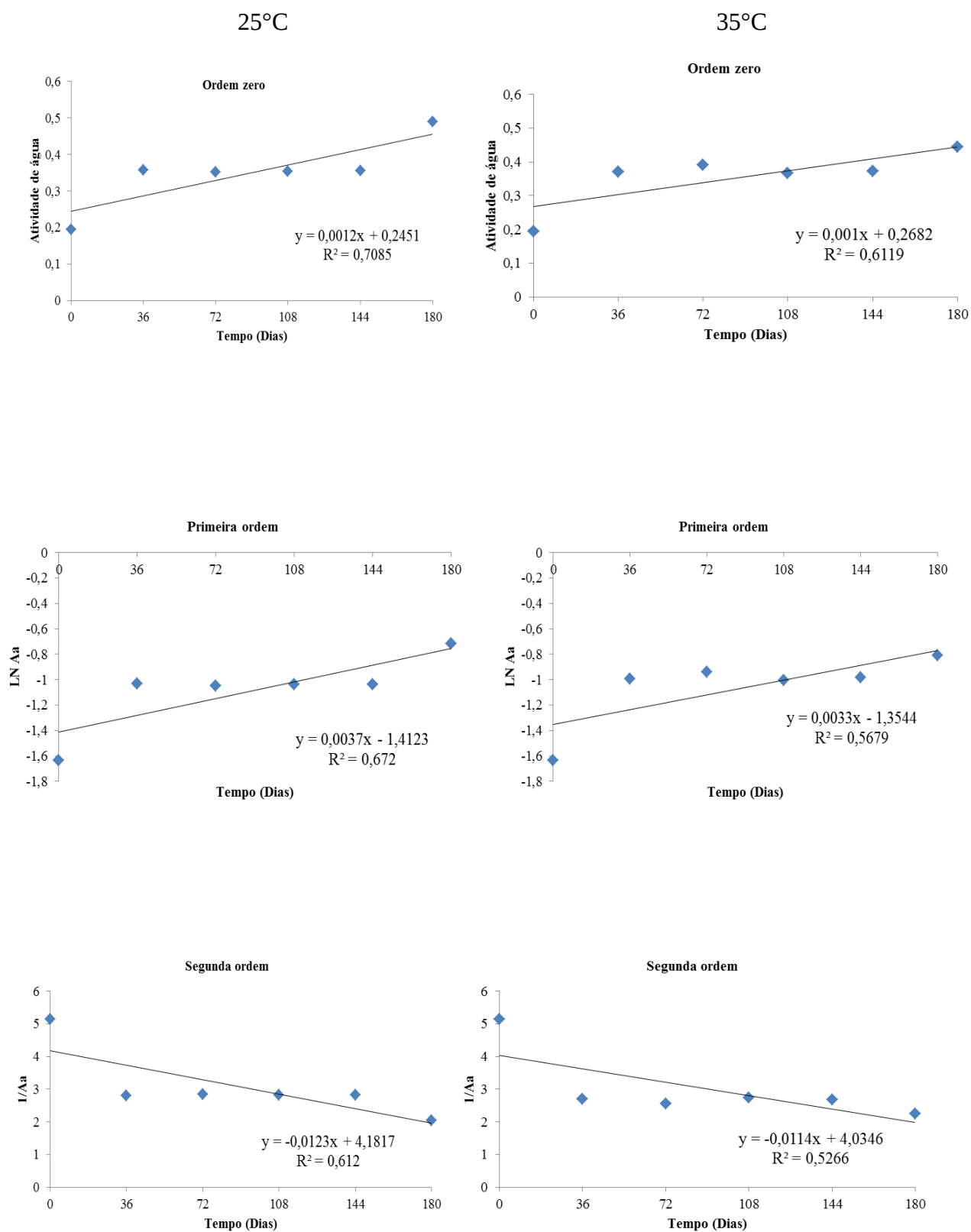


Figura 9. Gráficos para os modelos de ordens zero, primeira e segunda para atividade de água dos biscoitos armazenados nas temperaturas 25°C (direita) e 35°C por 180 dias .

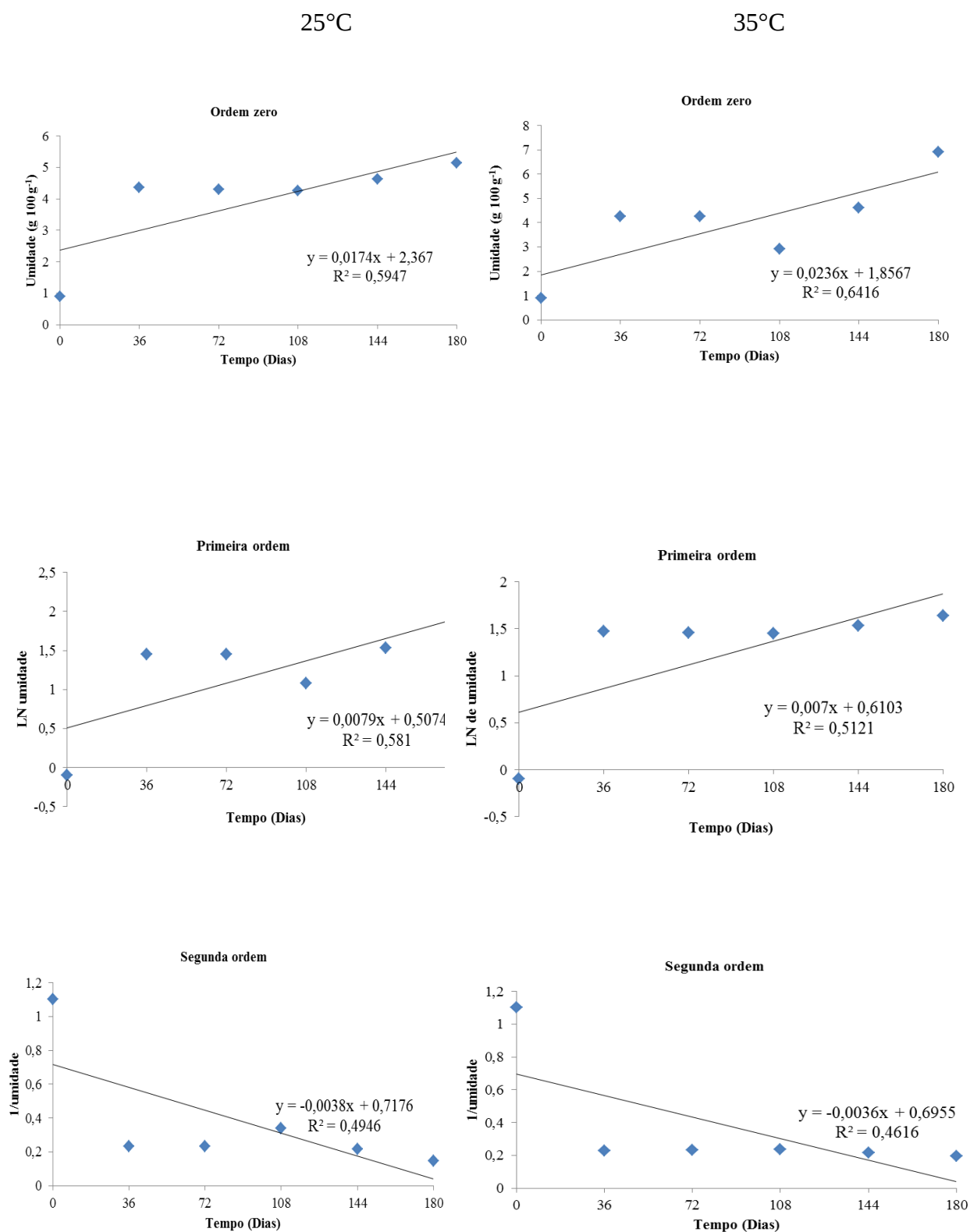


Figura 10. Gráficos para os modelos de ordens zero, primeira e segunda para umidade dos biscoitos armazenados nas temperaturas 25°C (direita) e 35°C por 180 dias.

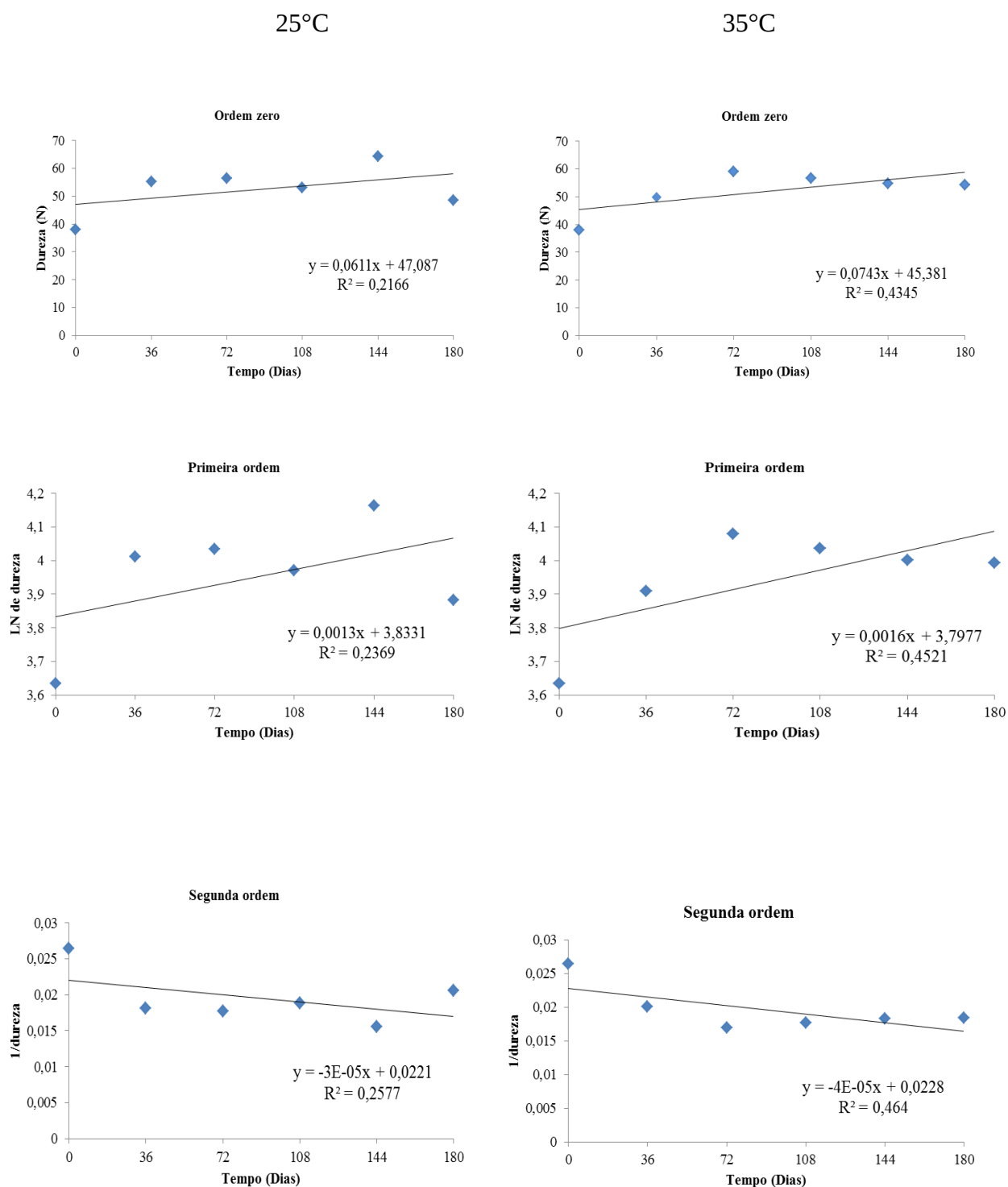


Figura 11. Gráficos para os modelos de ordens zero, primeira e segunda para dureza dos biscoitos armazenados nas temperaturas 25°C (direita) e 35°C por 180 dias.

5.8 RISCO MICROBIOLÓGICO DOS BISCOITOS ARMAZENADOS

Mesmo com o aumento da umidade e da atividade de água dos biscoitos durante o armazenamento, independente da temperatura de armazenamento, observou-se que estes se mantiveram estáveis do ponto de vista microbiológico. Os resultados para os microrganismos pesquisados durante todo o período de armazenamento encontraram-se dentro dos padrões exigidos pela legislação (BRASIL, 2001), na qual para *Estafilococos coagulase positiva* a contagem máxima aceita é de 10^3 UFC g⁻¹, para Coliformes a 45°C de 10^2 UFC g⁻¹ e *Salmonella sp* deve estar ausente a cada 25 g de amostra (Tabela 13).

Tabela 13. Contagem de *Estafilococos coagulase positiva*, coliformes a 45°C e pesquisa de presença de *Salmonella sp*. nos biscoitos armazenados a 25°C e 35°C por 180 dias.

Microrganismo	Tempo (dias)					
	0	36	72	108	144	180
<i>Estafilococos coagulase positiva</i>	<10 ³	<10 ³	<10 ³	<10 ³	<10 ³	<10 ³
Coliformes a 45°C ¹	<10 ²	<10 ²	<10 ²	<10 ²	<10 ²	<10 ²
<i>Salmonella sp</i> ²	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente

¹ UFC g⁻¹; ² em 25 g de amostra.

5.9 ANÁLISE SENSORIAL DOS BISCOITOS ARMAZENADOS

Segundo análise de variância fatorial, o efeito do tempo foi significativo ao nível de 1% de probabilidade para todos os atributos sensoriais analisados. O efeito temperatura foi significativo a 1% somente para aparência (Apêndice H). Desta forma foram elaborados modelos de regressão no tempo (Apêndice I) considerando as diferentes temperaturas somente para a aparência. Os demais modelos significativos foram representados somente pelo tempo (Tabela 14).

Todos os atributos obtiveram modelos significativos ($p \leq 0,01$) e observou-se que o coeficiente de determinação variou entre 0,56 e 0,78, o que pode ser justificado devido a grande variação do desejo humano que foi espelhado nas análises de aceitação realizadas.

Tabela 14 Modelos polinomiais ajustados, nível de significância (p) e coeficiente de determinação (R^2) para aparência, textura, sabor e odor do biscoito tipo rosquinha.

Atributo	Temperatura	Modelos ajustados	p	R^2
Aparência	25	$y = 7,51 - 0,41x + 0,07x^2$	0,02	0,74
Aparência	35	$y = 7,52 - 0,61x + 0,08x^2$	0,000000	0,78
Textura	-	$y = 4,91 + 1,83x - 0,51x^2 + 0,43x^3$	0,007	0,57
Sabor	-	$y = 6,33 + 0,84x - 0,26x^2 + 0,02x^3$	0,008	0,56
Odor	-	$y = 4,91 + 1,83x - 0,51x^2 + 0,04x^3$	0,007	0,57

Houve menor oscilação dos escores médios para aparência entre os biscoitos armazenados à 25°C, tendo uma tendência a estabilidade durante todo o período de armazenamento (Figura 12 e Apêndice J). Já nos biscoitos armazenados a 35°C houve uma redução de 12,33% no escore para esse atributo ao final dos 180 dias de armazenamento. Entretanto, o nível mínimo de aceitação, estabelecido como seis (linha pontilhada) não foi alcançado durante o armazenamento. A aparência se correlacionou inversamente com a cromaticidade b^* (-0,76) ao nível de 1% de significância. Isto significou que, quanto mais amarelado o biscoito, menor sua aceitação pelos provadores. Rodrigues, Caliari e Asquiere (2011) realizaram a caracterização e análise sensorial de biscoitos de polvilho enriquecidos com farelo de mandioca, e observou esta mesma tendência. O biscoito com maior valor de croma b^* teve o menor escore para aparência.

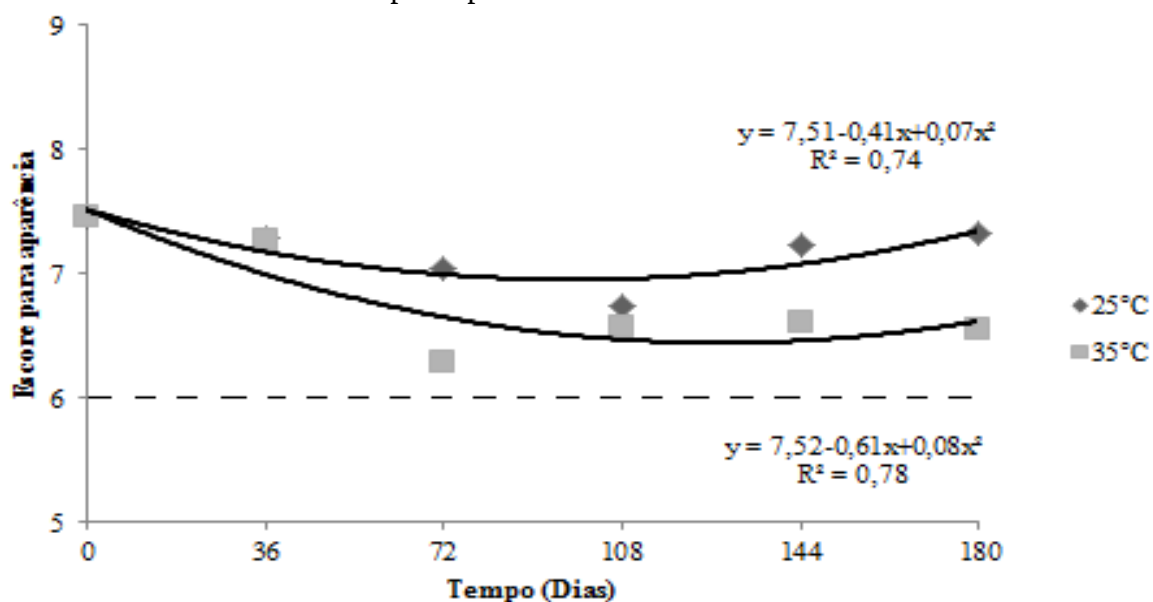


Figura 12. Aparência dos biscoitos tipo rosquinha, armazenados por 180 dias nas temperaturas 25°C e 35°C.

Os escores para textura dos biscoitos variaram entre 7,32 a 6,28, acima do limite de aceitação. O modelo cúbico foi o mais ajustado (Tabela 14) verificando-se comportamento do tipo sigmoide (Figura 13), inverso ao observado para a A_a (Figura 3). Com o passar do tempo observou-se que os escores para os biscoitos foram diminuindo, chegando esta redução a 10,12% aos 180 dias em relação ao escore médio do início do experimento. Ao contrário da dureza instrumental, o escore da textura sensorial reduziu com o passar do tempo, o que mostra que os provadores preferem biscoitos menos duros, já que houve uma tendência de aumento da dureza com o armazenamento. A textura sensorial se correlacionou inversamente com a A_a (-0,64) ao nível de 1% de significância, mostrando que quanto maior a atividade de água, menor o escore para textura sensorial. Mesma tendência teve a correlação entre textura sensorial e umidade (-0,65), ao nível de 1% de significância. Este estudo corroborou com o resultado encontrado por Martins (2009), que ao estudar doce de banana prata em massa observou redução do escore para textura sensorial durante o armazenamento por 165 dias à temperatura de 30°C (6,7 para 5,5).

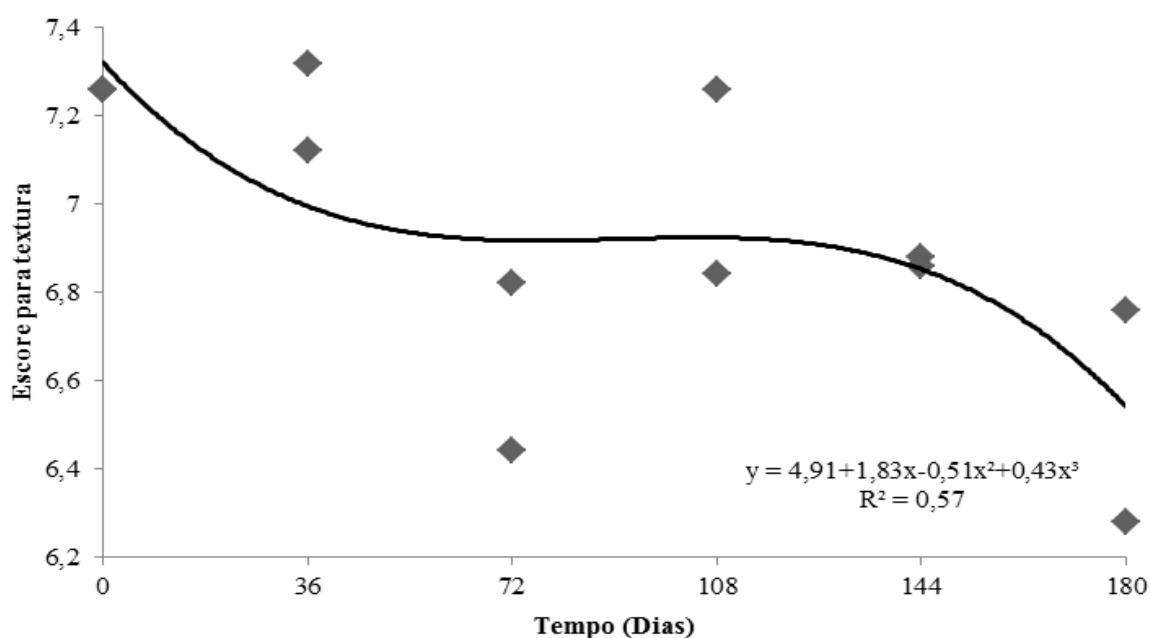


Figura 13. Textura do biscoito tipo rosquinha, armazenado por 180 dias.

Considerando os escores para sabor dos biscoitos (Figura 14), houve uma tendência à redução do escore a partir de 36 dias de armazenamento, obtendo-se uma redução de 10,33% entre 36 e 180 dias de armazenamento. Observou-se que o escore para sabor apresentou tendência inversa à umidade dos biscoitos, mostrando assim que quanto mais aumentou a

umidade dos biscoitos, mais reduziu a aceitação. Martins (2009) encontrou em seu estudo que, a partir de 75 dias de armazenamento houve uma redução no escore para sabor, resultado que corroborou com o presente estudo.

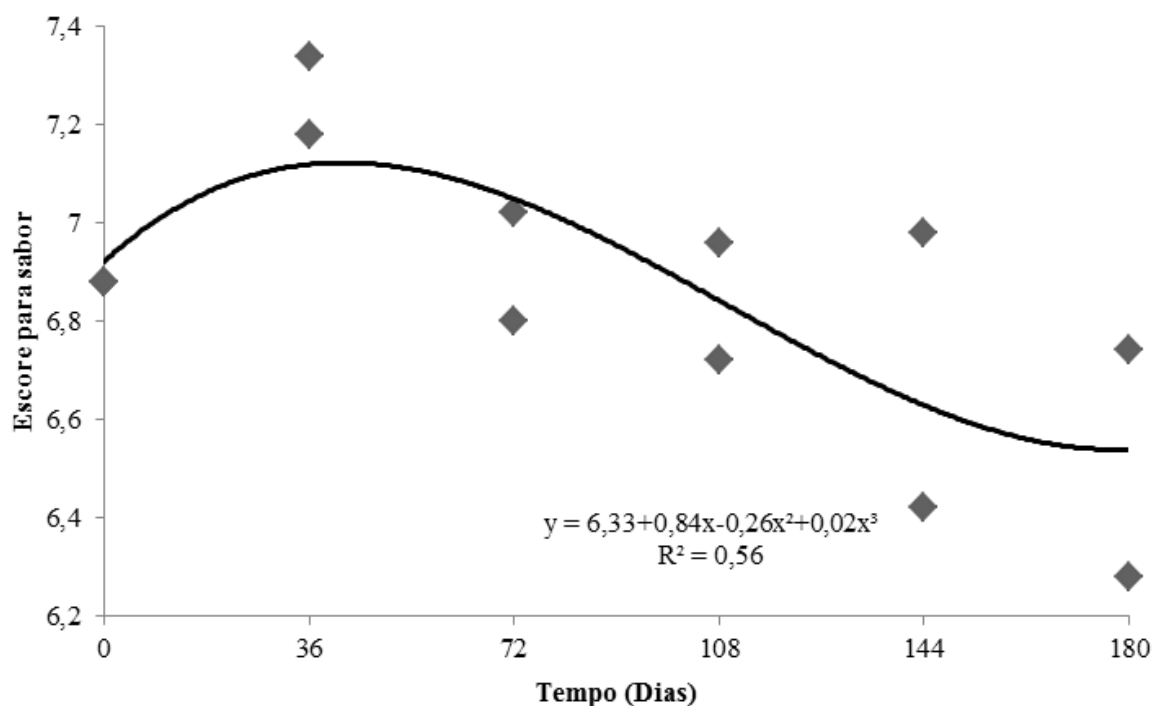


Figura 14. Sabor do biscoito tipo rosquinha, armazenado por 180 dias.

Observou-se que até os 72 dias de armazenamento obteve-se um aumento de 9,52% do escore para o odor dos biscoitos (Figura 15). Depois desse período houve uma tendência à estabilidade. A A_a apresentou relação positiva com o odor, ao nível de 5% de significância. Mesmo efeito quando avaliada a relação entre odor e umidade e odor e dureza, ambos ao nível de 5% de significância. Segundo Faria e Yotsuyanagi (2002), a volatilidade pode ser afetada pelas condições da superfície do produto, sendo que mais voláteis escapam de uma superfície macia, porosa e úmida do que uma superfície lisa e seca. Assim, o aumento da umidade, A_a e dureza auxiliaram na volatilização do odor dos biscoitos.

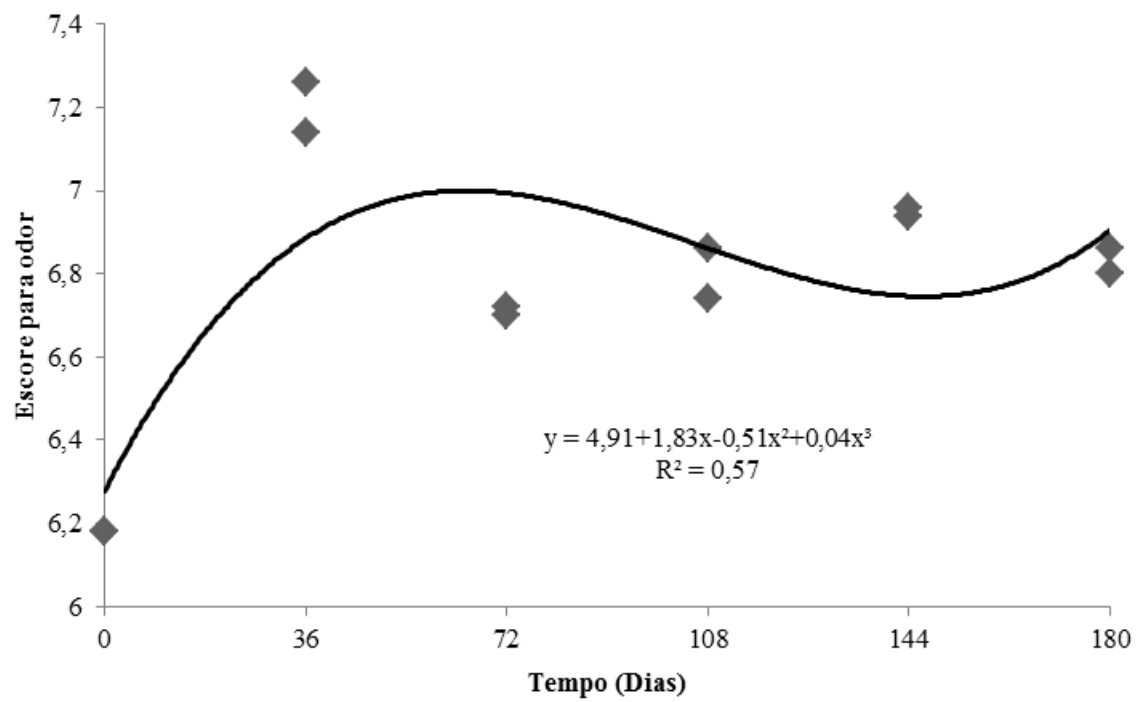


Figura 15. Odor do biscoito tipo rosquinha, armazenado por 180 dias.

CONCLUSÃO

A PBRAD apresentou características viáveis para ser utilizada na produção de biscoitos, como baixa atividade de água, o que contribuiu para a estabilidade microbiológica, partículas uniformes e de pequeno tamanho. Possui cor clara, baixo teores de fibras, lipídeos e proteína e alto teor de carboidratos. Assim, pode ser considerada uma boa alternativa para a aplicação em biscoitos tipo rosquinhas, preservando a qualidade física e sensorial do produto.

Com a inclusão de polpa de batata residual acidificada desidratada, obteve-se biscoitos com maior volume, maior diâmetro e menor espessura devido a redução da viscoelasticidade. No entanto melhorou a aparência e textura, devido a redução da dureza.

Os resultados indicam a viabilidade de substituir parcialmente a FT por PBRAD na produção de biscoitos tipo rosquinha. O biscoito formulado com 45 g 100 g⁻¹ de PBRAD e 55 g 100 g⁻¹ de FT apresentou melhor desempenho em relação às características físicas e sensoriais, tendo assim maior potencial para comercialização. O biscoito experimental selecionado apresentou menor teor de proteínas e aminoácidos e de fibras e maior quantidade de carboidratos que o biscoito padrão.

Os biscoitos elaborados com PBRAD mantiveram-se microbiologicamente estáveis durante todo o período de armazenamento, nas temperaturas 25°C e 35°C. As análises sensoriais, texturais, microbiológicas e os aspectos físico-químicos realizados e avaliados a cada 36 dias durante os 180 dias de armazenamento mostraram que os biscoitos apresentaram boas condições físicas e microbiológicas, estando aptos a serem consumidos pelo período de 180 dias.

Indústrias que produzem batata *chips* e palha podem utilizar PBRAD como uma alternativa viável para agregar valor nesse subproduto. A PBRAD pode ser utilizada como ingrediente no desenvolvimento de produtos para a alimentação humana, evitando o desperdício nas indústrias e a contaminação ambiental, além de gerar ganhos econômicos.

REFERÊNCIAS

- AACC. American Association of Cereal Chemists. **Approved Methods**, 11 ed., St. Paul: AACC, 2000.
- ABBA. **Associação Brasileira da Batata**, 2009. Disponível em: <http://www.abbabatatabrasileira.com.br/images/pdf/batatabrasil_app.pdf>. Acesso em: 22 maio 2012.
- ADITIVOS & INGREDIENTES. Açúcares e xaropes em biscoitos e bolachas. **Revista Aditivos & Ingredientes**, v. 1, n. 55, p. 46-64, 2008.
- ALVES, R. M. V.; ITO, D.; CARVALHO, J. L. V. D.; MELO, W. F. D.; GODOY, R. L. D. O. Stability of biofortified sweet potato flour. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 15, n. 1, p. 59-71, 2012.
- ANIB. **Associação nacional das indústrias de biscoito**, 2014. Disponível em: <<http://www.anib.com.br/mercado.php?id=1>>. Acesso em: 09 abril 2014.
- AOAC. Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of analysis of AOAC International**. Editor: Dr. Willian Horwitz. 18. ed. Gaithersburg, Maryland: AOAC International, 2010.
- APHA. American Public Health Association. **Compedium of methods for the microbiological examination for foods**. Washington: APHA, 2001.
- ARAUJO, E. L. B.; CASTRO, A. M. V.; NASCIMENTO, G. S. M.; QUEIROZ, A. L. M.; JESUS, I. A.; VASCONCELOS, M. A. A.; CABRAL, T. M. A.; NASCIMENTO, G. J. Avaliação higiênico sanitária de 10 amostras de biscoito doce sem recheio fabricado por uma indústria do município de João Pessoa – PB. In: IX Encontro de extensão e X Encontro de Iniciação a Docência, 2007, João Pessoa. **Resumos do X Encontro de Iniciação à Docência**, 2007.
- ARAÚJO, M. J. **Fundamentos de agronegócios**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2005. 160 p.
- ASCHERI, D. P. R.; RIBEIRO, M. M.; ASCHERI, J. L. R.; CARVALHO, C. W. P. Isotermas de adsorción de agua y estabilidad de harinas extruídas de amaranto, arroz y maíz: estudio comparativo. **Alimentaria**, Madri, v. 363, n. 5, p. 100-107. 2005.
- ASSIS, L. M.; ZAVAREZE, E. R.; RADUNZ, A. L.; DIAS, A. R. G.; GUTKOSKI, L. C.; ELIAS, M. C. Propriedades nutricionais, tecnológicas e sensoriais de biscoitos com substituição de farinha de trigo por farinha de aveia ou farinha de arroz parboilizado. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara v. 20, n. 1, p. 15-24, 2009.
- AZEREDO, H. M. C.; BRITO, E. S.; GARRUTI, D. S. Alterações químicas durante a estocagem. In: _____. **Fundamentos da estabilidade de alimentos**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2004. cap. 2, p. 37-64.

AZEVEDO, R. G. **Melhoria do forneamento de biscoitos em forno à lenha com processo em batelada**. 2007. 88 f. Dissertação (Mestrado em Sistemas e Processos Industriais), Universidade de Santa Cruz do Sul, Santa Cruz do Sul, 2007.

BACARIN, M. A.; FERREIRA, L. S.; DEUNER, S.; BERVALD, C. M. P.; ZANATTA, E. R.; LOPES, N. F. Carboidratos não estruturais em tubérculos de batata recondicionados após o armazenamento sob diferentes temperaturas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 3, p. 799-804, 2005.

BAIK, M. Y.; CHINACHOTI, P. Moisture redistribution and phase transitions during bread staling. **Cereal Chemistry**, Saint Paul, v. 77, n. 4, p. 484-488, 2000.

BAPTISTA, P.; GASPAR, P. D.; OLIVEIRA, J. **Higiene e segurança alimentar na distribuição de produtos alimentares**. 1. ed. Coimbra: Forvisão, 2007. 144 p.

BARONI, A. F. **Propriedades mecânicas, termodinâmicas e de estado de tomate submetido à desidratação osmótica e secagem**. 2004. 226 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

BENASSI, V. T.; WATANABE, E.; LOBO, A. R. Produtos de panificação com conteúdo calórico reduzido. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, Curitiba, v. 19, n. 2, p. 225-242, 2001.

BERBARI, S. A. G.; AQUIRE, J. M. Alternativas para o aproveitamento industrial da batata. **BatataShow**. Campinas, v. 2, n. 4, p. 21 2002. Disponível em: < http://www.abbabatatabrasileira.com.br/revista04_018.htm >. Acesso em: 22 maio 2012.

BISOGNIN, D. A.; FREITAS, S. T.; BRACKMANN, A.; ANDRIOLO, J. L.; PEREIRA, E. I. P.; MULLER, D. R.; BANDINELLI, M. G. Envelhecimento fisiológico de tubérculos de batata produzidos durante o outono e a primavera e armazenados em diferentes temperaturas. **Bragantia**, Campinas, v. 67, n. 1, p. 59-65, 2008.

BOBBIO, F. O; BOBBIO, P.A. **Química do processamento de alimentos**. 3. ed. São Paulo: Varela, 2001. 143 p.

BORGES, A. M.; PEREIRA, J.; SILVA JÚNIOR, A.; LUCENA, E. M. P. D.; SALES, J. C. D. Estabilidade da pré-mistura de bolo elaborada com 60 por cento de farinha de banana verde. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 1, p. 173-181, 2010.

BORGES, J. T. D. S.; PAULA, C. D.; PIROZI, M. R.; OLIVEIRA, K. Qualidade nutricional de pão de forma enriquecido com farinha de quinoa. **Alimentos Hoy**, Bogotá, v. 21, n. 27, p. 55-67, 2012.

BOURNE, M. C. Effect of temperature in firmness of raw fruits and vegetables. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 47, n. 3, p. 440-44, 1982.

BRADY, J. E; SENESE, F. **Química: a matéria e suas transformações**. Tradução e revisão técnica Edilson Clemente da Silva, Julio Carlos Afonso, Milton Roedel Salles e Oswaldo Esteves Barcia. 5 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2009. v. 2, 455 p.

BRAGA, A. L. M.; CUNHA, R. L. Plasticization and antiplasticization by small molecules in brittle cellular food: TMDSC and mechanical properties. **International Journal of Food Properties**, New York, v. 7, n. 1, p. 105-119, 2003.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC ANVISA/MS nº. 12, de 02 de janeiro de 2001. Aprova o regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. **Diário Oficial da União**. Brasília, 10 de janeiro de 2001. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br/elegis>>. Acesso em: 24 maio 2013.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC ANVISA/MS nº. 359, de 23 de dezembro de 2003. Aprova o regulamento técnico de porções de alimentos embalados para fins de rotulagem nutricional. **Diário Oficial da União**. Brasília, 26 de dezembro de 2003. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br/elegis>>. Acesso em: 21 junho 2014.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC ANVISA/MS nº. 269, de 22 de setembro de 2005. Aprova o regulamento técnico sobre a ingestão diária recomendada (IDR) de proteína, vitaminas e minerais. **Diário Oficial da União**. Brasília, 23 de setembro de 2005. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br/elegis>>. Acesso em: 21 junho 2014.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução CNNPA n. 12, de 1978: Normas Técnicas Especiais. **Diário Oficial da União**. Brasília, 23 de julho de 1978. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br>>. Acesso em: 24 maio 2013.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC ANVISA/MS nº. 54, de 12 de novembro de 2012. Dispõe sobre o Regulamento Técnico sobre Informação Nutricional Complementar. **Diário Oficial da União**. Brasília, 19 de outubro de 2012. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br/elegis>>. Acesso em: 17 junho 2014.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 263, de 22 de setembro de 2005. Aprova o regulamento técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos. **Diário Oficial da União**. Brasília, 23 de setembro de 2005. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br/elegis>>. Acesso em: 24 maio 2013.

BURLINGAME, B.; MOUILLÉ, B.; CHARRONDIÈRE, R. Nutrients, bioactive non-nutrients and anti-nutrients in potatoes: Review Article. **Journal of Food Composition and Analysis**. San Diego, v. 22, n. 6, p. 494-502, 2009.

CARDOSO, F. F. **Propriedades de adsorção de água em farinhas mistas de arroz e bagaço de cevada pré-gelatinizadas por extrusão termoplástica**. 60 f. Dissertação (Mestrado em Sistemas Agroindustriais) - Unidade Universitária de Ciências Exatas e Tecnológicas de Anápolis, Universidade Estadual de Goiás, Anápolis, 2012.

CARVALHO, W. T. **Secagem de polpa residual obtida na industrialização de batata frita**. 118 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2012.

CARVALHO, W. T. ; OLIVEIRA, T. F. ; SILVA, F. A. ; CALIARI, M. ; SOARES JÚNIOR, M. S. Drying kinetics of potato pulp waste. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 34, n. 1, p. 116-122, 2014.

CEREDA, M. P. **Manejo, uso e tratamento da industrialização da mandioca**. São Paulo: Fundação Cargill, 2000. 320p. v. 4.

CHANG, Y. P.; CHEAD, P. B.; SEOW, C. C. Plasticizing-antiplasticizing effects of water on physical properties of tapioca starch films in the glassy state. **Journal of Food Science**, Chicago v. 65, n. 3, p. 445-451, 2000.

CHISTÉ, R. C.; COHEN, K. O.; MATHIAS, E. A.; RAMOA JUNIOR, A. G. A. Study of physical-chemical and microbiological properties when processing cassava flour from the water group. **Food Science and Technology**, Campinas, v. 27, n. 2, p. 265-269, 2007.

CONCEIÇÃO, A. M.; FORTES, G. R. L.; SILVA, J. B. Influência do ácido acetilsalicílico, da sacarose e da temperatura na conservação in vitro de segmentos caulinares de batata. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 17, n. 3, p.182-185, nov. 1999.

CRUZ, G. A. D. R., OLIVEIRA, M. D. A., COSTA, N. M. B., PIRES, C. V., CRUZ, R. S., MOREIRA, M. A. Comparação entre a digestibilidade proteica in vitro e in vivo de diferentes cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) armazenados por 30 dias. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 16, n. 3, p. 265-271, 2005.

DIAS, A. R. G; ELIAS, M. C.; OLIVEIRA, M; HELBIG, E. Oxidação dos amidos de mandioca e de milho comum fermentados: desenvolvimento da propriedade de expansão. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas , v. 27, n. 4, p. 794-799, 2007.

DIAS, L. T.; LEONEL, M. Caracterização físico-química de farinhas de mandioca de diferentes localidades do Brasil. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 4, p. 692-700, 2006.

DIAS, T. L.; OLIVEIRA, T. F.; CALIARI, M.; SOARES JUNIOR, M. S. Viabilidade econômica da implantação de um sistema de coleta e secagem da polpa de batata residual. **Revista Verde**, Mossoró, v. 8, n. 2, p. 52-57, 2013.

DIAS, T. L.; OLIVEIRA, T. F.; CAMPOS, M. R. H.; SOARES JUNIOR, M. S. Utilização da polpa de batata residual em snacks como perspectiva de redução do impacto ambiental. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, v. 18, n. 2, p. 225-230, 2014.

ELIASSON, A. C. **Starch in food** – structure, function and applications. New York, CRC, 2004. 605p.

ENDO, E.; BORGES, S. V.; DAIUTO, R. E.; CEREDA, M. P.; AMORIM, E. Avaliação da vida de prateleira do suco de maracujá (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) desidratado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 2, n. 2, p. 1-10, 2007.

ESTELLER, M. S.; LANNES, S. C. S. Parâmetros complementares para fixação de identidade e qualidade de produtos panificados. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 4, p. 802-806, 2005.

ESTELLER, M. S.; ZANCANARO JUNIOR, O.; LANNES, S. C. S. Bolo de chocolate produzido com pó de cupuaçu e kefir. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, São Paulo, v. 42, n. 3, p. 447-454, 2006.

FAOSTAT. **Statistical Databases**, 2014. Disponível em: <<http://faostat.fao.org>>. Acesso em: 10 abril 2014.

FARIA, E. V.; YOTSUYANAGI, K. **Técnicas de Análise Sensorial**. 1. ed. Campinas: Ital/Lafise, 2002, 116 p.

FDA. Food and Drug Administration, 2002. **Bacteriological analytical manual**. Disponível em: <<http://www.cfsan.fda.gov/~eban/ban-4html>>. Acesso em: 10 março 2013.

FEDDERN, V.; DURANTE, V. V. O.; MIRANDA, M. Z.; MELLADO, M. L. M. S. Physical and sensory evaluation of wheat and rice bran cookies. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 14, n. 4, p. 267-274, 2011.

FELTRAN, J. C.; LEMOS, L. B.; VIEITES, R. L. Technological quality and utilization of potato tubers. **Scentia Agricola**, Piracicaba, v. 61, n. 6, p. 598-603, 2004.

FERNANDES, A. F.; PEREIRA, J.; GERMANI, R.; OIANO-NETO, J. Efeito da substituição parcial da farinha de trigo por farinha de casca de batata (*Solanum Tuberosum* L.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, p. 56-65, 2008.

FERREIRA NETO, C. J.; NASCIMENTO, E. M.; FIGUEIREDO, R. M. F.; QUEIROZ, A. J. M. Microbiologia de farinhas de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) durante o armazenamento. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 2, p. 551-555, 2004.

FERREIRA NETO, C. J.; FIGUEIREDO, R. M. F.; QUEIROZ, A. J. M. Avaliação sensorial e da atividade de água em farinhas de mandioca temperadas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 4, p. 794-802, 2005.

FERTONANI, H. C. R. **Estabelecimento de um modelo de extração ácida de pectina de bagaço de maçã**. 82 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2006.

FESSAS, D.; SCHIRALDI, A. Texture and staling of wheat bread crumb: effects of water extractable proteins and ‘pentosans’. **Thermochimica Acta**, Amsterdam, v. 323, n. 1/2, p. 17-26, 1998.

FORMISINHO, S. J.; ARNAUT, L. G. **Cinética química: estrutura molecular e reatividade química**. Coimbra: Gráfica Coimbra, 2003, 640 p.

FRANCO, C. M.; DAIUTO, E. R.; DEMIATE, I. M.; CARVALHO, L. J. C. B.; LEONEL, M.; CEREDA, M. P.; VILPOUX, O. F.; SARMENTO, S. B. S. **Propriedades gerais do**

amido. v.1. Série Cultura de tuberosas amiláceas latino americanas. São Paulo: Fundação Cargill. 2001, 224p.

GRANOTEC DO BRASIL. **Controle de qualidade de trigo e derivados, tratamentos e tipificação de farinhas**. São Paulo: Granotec, 2000. 97 p.

GRIZOTTO, R. K.; BERBARI, S. A. G.; MOURA, S. C. S. R.; CLAUS, M. L. Estudo da vida de prateleira de fruta estruturada e desidratada obtida de polpa concentrada de mamão. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 3, p. 1-6, 2006.

GUILHERME, F. F. P.; JOKL, L. Emprego de fubá de melhor qualidade protéica em farinhas mistas para produção de biscoitos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 1, p. 63-71, 2005.

GUTKOSKI, L. C.; IANISKI, F.; DAMO, T. V.; PEDÓ, I. Biscoitos de aveia tipo cookie enriquecidos com concentrado de â-glicanas. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 10, n. 2, p. 104-110, 2007.

HAGEN, S. R.; FROST, B.; AUGUSTIN, J. Precolumn phenylisothiocyanate derivatization and liquid chromatography of aminoacids in food. **Journal of the Association of Official Analytical Chemists**, Washington, v. 72, n. 6, p. 912-916, 1989.

HASHEM, M.; DARWISH, S. M. I. Production of bioethanol and associated by-products from potato starch residue stream by *Saccharomyces cerevisiae*. **Biomass and Bioenergy**, Pergamon, v. 34, n. 7, p. 953-959, 2010.

HASHIMOTO, J. M.; GROSSMANN, M. V. E. Effects of extrusion conditions on quality of cassava bran/cassava starch extrudates. **International Journal of Food Science & Technology**. Oxford, v. 38, n. 5, p. 511-517, 2003.

HESSE, B. Storage management essentials. **Potato Storage International**, Sevenoaks, v. 2, p. 18-21, 2005.

HOOVER, R. Composition, molecular structure, and physicochemical properties of tuber and root starches: a review. **Carbohydrate Polymers**, Bromsgrove, v. 45, n. 3, p. 253-267, 2001.

HOSENEY, R. C.; ROGERS, D. E. The formation and properties of wheat flour doughs. **Food Science and Nutrition**, Londres, v. 26, n. 2, p. 73-93, 1990.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Tabela de composição de alimentos**. 5 ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1999. 136 p.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Lavouras**, 2012. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa_201205comentarios.pdf>. Acesso em: 23 jun 2012.

IFT. Institute of Food Technologists. **Sensory evaluation guide for testing food and beverage products**. Chicago: Food Technology, p. 50-59, v. 11, 1981.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos**. 4. ed., v 1. São Paulo, 2005. 533 p.

IRITANI, W. M.; WELLER, L. D. Some factors influencing the pH of apical and basal portions of Russet Burbank and Norgold potatoes. **American Potato Journal**, New York, v. 51, n. 4, p. 119-125, 1974.

IWUOHA, C. I.; NWAKANMA, M. I. Density and viscosity of cold flour pastes of cassava (*Manihot esculenta* Grantz), sweet potato (*Ipoema batatas* L. Lam.) and white yam (*Discoreia Rotundata* Poir) tuber as affected by concentration and particle size. **Carbohydrate Polymers**, Kidlington Oxford, v. 37, n. 1, p. 97-101. 1998.

IWASHITA, K. T. H. ; MONTEIRO, A. R. G. ; MARQUES, D. R. ; OLIVEIRA, D. M. ; JOIA, B. M. QUELHAS, J. O. F. Influence of replacement of wheat flour by rice flour in shaped biscuits. **Revista Tecnológica**, Maringá, volume especial, n. 20, p. 29-35, 2011. (Edição Especial V Simpósio de Engenharia, Ciência e Tecnologia de Alimentos).

JACOB, J.; LEELAVATHI, K. Effect of fat-type on cookie dough and cookie quality. **Journal of Food Engineering**, Essex, v. 79, n. 1, p. 299-305, 2007.

JOBLING, S. Improving starch for food and industrial applications. **Current Opinion in Plant Biology**, Saint Louis, v. 7, n. 2, p. 210-218, 2004.

KARIM, A. A.; NORZIAH, M. H.; SEOW, C. C. Methods for the study of starch retrogradation. **Food Chemistry**, Londres, v. 71, n. 1, p. 9-36, 2000.

KATZ, E. E.; LABUZA, T. P. Effect of water activity on the sensory crispness and mechanical deformation of snack food products. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 46, n. 2, p. 403-409, 1981.

KOTZ, J. C.; TREICHEL JR., P. **Chemistry and chemical reactivity**. Química e reações químicas; tradução Jozé Alberto Portela Bonapace e Oswaldo Esteves Garcia. 4 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2002. v. 2, 345 p.

KROLOW, A. C. R. **Hortaliças em conserva**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2006.

LABUZA, T.; ROE, K.; PAYNE, C.; PANDA, F.; LABUZA, T. J.; LABUZA, P. S.; KRUSCH, L. Storage stability of dry food systems: influence of state changes during drying and storage. In: INTERNATIONAL DRYING SYMPOSIUM, São Paulo, Brazil. **Proceedings...**São Paulo: Ourograf Gráfica e Editora, 2004. v. A, p. 48-68.

LACERDA, D. B. C. L.; SOARES JÚNIOR, M. S. S.; BASSINELLO, P. Z.; SIQUEIRA, B. S.; KOAKUZU, S. N. Qualidade de biscoitos elaborados com farelo de arroz extrusado em substituição à farinha de trigo e fécula de mandioca. **Archivos Latinamericanos de Nutrición**, Caracas, v. 59; n. 2; p. 199-205, 2009.

LAUFENBERG, G.; KUNZ, B.; NYSTROEM, M. Transformation of vegetable waste into value added products: (A) the upgrading concept; (B) practical implementations. **Bioresource Technology**, Amsterdam, v. 87, n. 2, p. 167-198, 2003.

LEITE, J. T. C.; MURR, F. E. X.; PARK, K. J. Transições de fases em alimentos: influência no processamento e na armazenagem. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 7, n. 1, p. 83-96, 2005.

LEONEL, M. **Processamento de batata: fécula, flocos, produtos de extrusão**. Associação Brasileira da batata, 2005. Disponível em: <<http://www.abbabatatabrasileira.com.br/minas2005/18%20-%20Outras%20formas%20de%20processamento.pdf>>. Acesso em: 12 maio 2012.

LINDEBOOM, N.; CHANG, P. R.; TYLER, R. T. Analytical, biochemical and physicochemical aspects of starch granule size, with emphasis on small granule starches: a review. **Starch/Stärke**, Weinheim, v. 56, n. 3-4, p. 89-99, 2004.

LOVATTO, M. T. **Desenvolvimento de tecnologias para processamento de tubérculos não comercializáveis de batata**. 2010. 134 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2010.

MAACHE-REZZOUG, Z.; BOUVIER, J. M.; PATRAS, C. Effect of principal ingredients on rheological behaviour of biscuit dough and on quality of biscuits. **Journal of Food Engineering**, Essex, v. 35, n. 23, p. 42-45, 1998.

MAHAN, L. K., ESCOTT-STUMP, S. K. **Alimentos, nutrição e dietoterapia**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010. 1351 p.

MARETI, M. C.; GROSSMANN, M. V. E.; BENASSI, M. T. Características físicas e sensoriais de biscoitos com farinha de soja e farelo de aveia. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 30, n. 4, p. 878-883, 2010.

MARTINS, G. A. S. **Determinação da vida-de-prateleira por testes acelerados de doce em massa de banana cv. Prata**. 2009. 102 f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos). Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.

MATOS, A. T. Tratamento de resíduos agroindustriais. In: CURSO SOBRE TRATAMENTO DE RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS, 2005, Viçosa. **Anais...** Viçosa: Fundação Estadual do Meio Ambiente, 2005. p.1-34.

MATTOS, L. L.; MARTINS, I. S. Consumo de fibras alimentares em população adulta. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 34, n. 1, p. 50-55, 2000.

MAURON, J. MOTTU, F., BUJARD, E., EGLI, R. H. The availability of lysine, methionine and tryptophan in condensed milk and milk powder. In vitro digestion studies. **Archives of biochemistry and biophysics**, New York, v. 59, n. 2, p. 433-451, 1956.

MELO, P. S. **Composição química e atividade biológica de resíduos agroindustriais**. 2010. 101 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.

MENITA, P. R.; VIEIRA JUNIOR, M.; VANALLE, R. M.; LUCATO, W. C. Fatores determinantes para desempenho dos procesos de produção de fluxo contínuo: estudo de caso

na industria de biscoitos, In: XXXI ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUCAO, 2011, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: Associação Brasileira da Engenharia de Produção, 2011.

MESTRES, C.; ROUAU, X. Influence of natural fermentation and drying conditions on the physicochemical characteristics of cassava starch. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Malden, v. 74, n. 2, p. 147-155, 1997.

MIRANDA, M. Z.; EL-DASH, A. Farinha integral de trigo germinado – características nutricionais e estabilidade ao armazenamento. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 22, n. 3, p. 216-223, 2002.

MISRA, A.; KULSHRESTHA, K. Potato flour incorporation in biscuit manufacture. **Plant Foods for Human Nutrition**, Dordrecht, v. 58, n. 3, p. 1-9, 2003.

MOORTHY, S. N. **Tuber crops starches**. Triruvananthapuram: Central Tuber Crops Research Institute, 2001, 53 p. (Technology Bulletin, 18)

MORAES, K. S.; ZAVAREZE, E. R.; MIRANDA, M. Z.; SALAS-MELLADO, M. M. Avaliação tecnológica de biscoito tipo cookie com variações nos teores de lipídeo e de açúcar. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 30, n. 1, p. 233-242, 2010.

MORAIS, G. B. **Resíduos da industrialização de batata: aplicação na produção de farinhas, snacks, farinhas pré-gelatinizadas e massa alimentícia fresca sem glúten**. 2012. 214 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2012.

MÜRMANN, L.; SANTOS, M. C.; LONGARAY, S. M.; BOTH, J. M. C.; CARDOSO, M. Quantification and molecular characterization of Salmonella isolated from food samples involved in salmonellosis outbreaks in Rio Grande do Sul, Brazil. **Brazilian Journal of Microbiology**, São Paulo, v. 39, n. 3, p. 529-534, 2008.

NEPA-UNICAMP. **Tabela brasileira de composição de alimentos**. 4. ed. rev. e ampl. Campinas: NEPA-UNICAMP, 2011. 161p. Disponível em: < <http://www.unicamp.br/nepa/taco/tabela.php?ativo=tabela>>. Acesso em: 12 maio 2012.

NODA, T.; TSUDA, S.; MORI, M.; TAKIGAWA, S.; MATSUURA-ENDO, C.; KIM, S. J.; HASHIMOTO, N.; YAMAUCHI, H. Determination of the phosphorus content in potato starch using an energy-dispersive X-ray fluorescence method. **Food Chemistry**, Londres, n. 95, n. 4, p. 632-637, 2006.

OLSEN, H. S. **Potato processing in a multipurpose production plant**. 2005. Disponível em: <<http://www.novozynes.com/library/Publication/Biotimes>>. Acesso em: 23 abr 2014.

OSBORNE, D. R.; VOOGT, P. **The analysis of nutrient in foods**. London: Academic Press, 1978. 251 p.

PEREIRA, J.; CIACCO, C. F.; VILELA, E. R.; TEIXEIRA, A. Féculas fermentadas na fabricação de biscoitos: estudo de fontes alternativas. **Food Science and Technology**, Campinas, v. 19, n. 2, p. 287-293, 1999.

PELIZER, L. H.; PONTIERI, M. H.; MORAES, I. O. Utilização de resíduos agro-industriais em processos biotecnológicos como perspectiva de redução do impacto ambiental. **Journal of Technology Management & Innovation**. Santiago, v. 2, n. 1, p. 118-127, 2007.

PERES, A. P. **Desenvolvimento de um biscoito tipo cookie enriquecido com cálcio e vitamina D**. 2010. 93 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba 2010.

PEREZ, P. M. P.; GERMANI, R. Elaboração de biscoitos tipo salgado, com alto teor de fibra alimentar, utilizando farinha de berinjela (*Solanum melongena*, L.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27, n. 1, p. 186-192, 2007.

PIRES, C. V.; OLIVEIRA, M. G. A.; ROSA, J. C.; COSTA, N. M. B. Qualidade nutricional e escore químico de aminoácidos de diferentes fontes protéicas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 1, p. 179-187, 2006.

QUADROS, D. A. **Qualidade da batata, *Solanum tuberosum* L., cultivadas sob diferentes doses e fontes de potássio e armazenadas a temperatura ambiente**. 2007. 112 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba 2007.

QUADROS, D. A.; IUNG, M. C.; FERREIRA, S. M. R.; FREITAS, R. J. S. Composição química de tubérculos de batata para processamento, cultivados sob diferentes doses e fontes de potássio. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 29, n. 2, p. 316-323, 2009.

RIBEIRO, A. P. L. **Estudo dos amidos de mandioca nativo, modificados e modificados combinados por via química para utilização na indústria alimentícia**. 2011. 111 f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Centro de Tecnologia, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2011.

RIBEIRO, N. D.; LONDERO, P. M. G.; CARGNELUTTI FILHO, A.; JOST, E.; POERSCH, N. L.; MALLMANN, C. A. Composição de aminoácidos de cultivares de feijão e aplicações para o melhoramento genético. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 10, p. 1393-1399, 2007.

RODRIGUES, J. P. M.; CALIARI, M.; ASQUIERI, E. R. Caracterização e análise sensorial de biscoitos de polvilho elaborados com diferentes níveis de farelo de mandioca. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 12, p. 2196-2202, 2011.

RUSSO, M. A. T. **Tratamento de resíduos sólidos**. Coimbra: Universidade de Coimbra, 2003. 196 p.

SAGUM, R.; ARCOT, J. Effect of domestic processing methods on the starch, non-starch polysaccharides and in vitro starch and protein digestibility of three varieties of rice with varying levels of amylose. **Food Chemistry**, Londres, v. 70, n. 1, p. 107-111, 2000.

SAITO, I. M.; CABELLO, C.; FUKUSHIMA, R. S. Análise de fibra residual do farelo de mandioca após tratamento hidrotérmico. **Revista Raízes e Amidos Tropicais**, Botucatu, v. 2, n. 1, p. 1-11, 2006.

SANTOS, A. P. **Farinha de batata (*solanum tuberosum* L.): obtenção, caracterização físico-química, funcional, elaboração e caracterização de sopas desidratadas**. 2009. 105 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, 2009.

SANTOS, A. P.; REBOUÇAS, T. N. H.; SOUZA, J. C. C.; BONOMO, R. C. F.; SILVA, L. M. Caracterização e avaliação da qualidade de sopas desidratadas elaboradas com farinha de batata durante o tempo de armazenamento. **Boletim do Centro de Pesquisas e Processamento de Alimentos**, Curitiba, v. 28, n. 1, p. 57-68, 2010.

SANTOS, C. A.; RIBEIRO, R. C., SILVA, E. V. C., SILVA, N., SILVA, B. A., SILVA, G. F.; BARROS, B. D. C. V. Elaboração de biscoito de farinha de buriti (*Mauritia flexuosa* L. f) com e sem adição de aveia (*Avena sativa* L.). **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, Ponta Grossa, v. 5, n. 1, 2011.

SANTOS, F. S. A.; FIGUEIRÊDO, R. M. F.; QUEIROZ, A. J. M. Isotermas de adsorção de umidade de farinhas de mandioca temperadas. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 6, n. 2, p. 149-155, 2004.

SARANTÓPOULOS, C. I. G. L.; OLIVEIRA, E. C. **Requisitos de conservação de alimentos em embalagens flexíveis**. Campinas: CETEA/ITAL, 2001. 215 p.

SEABRA, L. M. J.; ZAPATA, J. F. F.; NOGUEIRA, C. M.; DANTAS, M. A.; ALMEIDA, R. B. Fécula de mandioca e farinha de aveia como substitutos de gordura na formulação de hambúrguer de carne ovina. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 22, n. 3, p. 245-248, 2002.

SGARBIERI, V. C. **Alimentação e Nutrição**: fator de saúde e desenvolvimento. São Paulo: editora Almed, 1987. 387 p.

SILVA, L. H.; PAUCAR-MENACHO, L. M.; VICENTE, C. A.; SALLES, A. S.; STEEL, C. J. Desenvolvimento de pão de forma com a adição de farinha de “okara”. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 12, n. 4, p. 315-322, 2009.

SILVA, M. R. G. **Aspectos da termodinâmica da camada limite atmosférica no oeste da Amazônia durante a estação chuvosa – experimento WET AMC/LBA**. 2004. 80 f. Dissertação (Mestrado em Meteorologia), Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2004.

SILVA, M. R.; SILVA, M. A. A.; CHANG, Y. K. Utilização de farinha de jatobá (*Hymenaea strignocarpa* Mart.) na elaboração de biscoitos tipo cookie e avaliação de aceitação por testes sensoriais afetivos univariados e multivariados. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, n. 3, p. 659-667, 1998.

SILVA, M. R.; SILVA, M. S.; MARTINS, K.A.; BORGES, S. Utilização tecnológica dos frutos de jatobá-do-cerrado e de jatobá-da-mata na elaboração de biscoitos fontes de fibra alimentar e isentos de açúcares. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 21, n. 2, p. 176-182, 2001.

SILVA, R. Z. **Avaliação de condição de armazenamento na deterioração da qualidade de fatias de cebolas desidratadas**. 1986. 129 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de

Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1986.

SIMABESP- **Sindicato da Indústria de Massas Alimentícias e Biscoitos do Estado de São Paulo**, 2009. Disponível em: < <http://www.simabesp.org.br/site/default.asp>>. Acesso em: 12 maio 2012.

SINGH, J.; SINGH, N. Studies on the morphological, thermal and rheological properties of starch separated from some Indian potato cultivars. **Food Chemistry**, Londres, v. 75, n. 1, p. 67-77, 2001.

SINGH, N.; SINGH, J.; KAUR, L.; SODHI, N. S; GILL, B. S. Morphological, thermal, rheological properties of starches from different botanical sources. **Food Chemistry**, Londres, v. 81, n. 2, p. 219-231, 2003.

SOUSA LIMA, C. P.; SERRANO, N. F. G.; LIMA, A. W. O.; SOUSA, C. P. Presença de microrganismos indicadores de qualidade em farinha e goma de mandioca (*Manihot esculenta*, Crantz). **Revista APS**, v. 10, n. 1, p. 14-19, 2007.

STONE, H.; SIDEL, J. L. **Sensory Evaluation Practices**. Florida, Academic Press, 1985. Cap.7: Affective testing, p. 227-252.

SUDHA, M. L.; VETRIMANI, R.; LEELAVATHI, K. Influence of fibre from different cereals on the rheological characteristics of wheat flour dough and on biscuit quality. **Food Chemistry**, Londres, v. 100, n. 4, p. 1365-1370, 2007.

SZCZESNIAK, A.S. Texture is a sensory property. **Food Quality and Preference**, Barking, v.13, n. 4, p. 215-225, 2002.

TAKEUCHI, K. P.; SABADINI, E.; CUNHA, R. L. Análise das propriedades mecânicas de cereais matinais com diferentes fontes de amido durante o processo de absorção de leite. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 1, p. 78-85, 2005.

TFOUNI, S. A.V.; MACHADO, R. M. D. GARCIA, L. C.; AGUIRRE, J. M. GASPARINO FILHO, J. **Batata chips e palha**. Campinas: ITAL, 2003. 73p. (Agronegócio)

VANDEPUTTE, G. E.; DELCOUR, J. A. From sucralose to starch granule to starch physical behavior: a focus on rice starch. **Carbohydrate Polymers**, Barking, v. 58, n. 3, p. 245-266, 2004.

VASCONCELOS, I. M.; CAMPELLO, C. C.; OLIVEIRA, J. T. A.; CARVALHO, A. F. U.; SOUZA, D. O.; MAIA, F. M. Brazilian soybean *Glycine max* (L.) Merr. cultivars adapted to low latitude regions: seed composition and content of bioactive proteins. **Brazilian Journal of Botany**, São Paulo, v. 29, n. 4, p. 617-625, 2006.

VENDRAMINI, R. **Acumulado de chuva está 152% acima da média para abril em Goiânia**. Disponível em:<<http://www.tempoagora.com.br/noticias/59880/acumulado-de-chuva-esta-152-acima-da-media-para-abril-em-goiania>>. Acesso em: 14 maio 2014.

VIEIRA, J. C.; MONTENEGRO, F. M.; LOPES, A. S.; PENA, R. S. Qualidade física e sensorial de biscoitos doces com fécula de mandioca. **Ciência Rural**. Santa Maria, v. 40, n. 12, p.2574-2579, dez, 2010.

VILLAGRAN, M. D. M. S.; BEVERLY, D. J. **Dehydrated potato flakes**. U.S. Patent n. 7,081,266, 25 jul. 2006.

ZOULIAS, E. I.; PIKNIS, S.; OREOPOULOU, V. Effect of sugar replacement by polyols and acesulfame-K on properties of low-fat cookies. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Oxford, v. 80, n. 14, p. 2049-2056, 2000.

ZOULIAS, E. I.; OREOPOULOU, V.; KOUNALAKI, E. Effect of fat and sugar replacement on cookie properties. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Oxford, v. 82, n. 14, p. 1637-1644, 2002.

ZUNIGA, A. D. G.; COELHO, A. F. S.; FERREIRA, E. M. S.; RESENDE, E. A.; ALMEIDA, K. N. Avaliação da vida de prateleira de biscoito de castanha de caju tipo integral. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 13, n. 3, p. 249-254, 2011.

WANG, R. M.; WANG, Y.; MA, G. P.; H.E, Y. F.; ZHAO, Y. Q. Efficiency of porous burnt-coke carrier on treatment of potato starch wastewater with an anaerobic–aerobic bioreactor. **Chemical Engineering Journal**, Lausanne, v. 148, p. 35-40, 2009.

WANG, Y.; MONTEIRO, C.; POPKIN, B. M. Trends of obesity and underweight in older children and adolescents in the United States, Brazil, China, and Russia. **American Journal of Clinical Nutrition**, Bethesda, v. 75, n. 6, p. 971-977, 2002.

WHITE, J. A.; HART, R. J.; FRY, J. C. An evaluation of the Waters Pico-Tag system for the amino-acid analysis of food materials. **Journal of Analytical Methods in Chemistry**, New York, v. 8, n. 4, p. 170-177, 1986.

WHO. World Health Organization. Report of a Joint WHO/ FAO/UNU Expert Consultation. **Protein and amino acid requirements in human nutrition**. Geneva: WHO, 2007. (WHO Technical Report Series, 935).

WIESER, H. Chemistry of gluten proteins. **Food Microbiology**, London, v. 24, n. 2, p. 115-119, 2007.

APÊNDICE A - Ficha para avaliação sensorial do biscoito tipo rosquinha

Nome: _____ Idade: _____ anos. Data: _____

Você está recebendo uma amostra de biscoito tipo rosquinha. Por favor, prove a amostra, indicando o quanto você gostou ou desgostou e a sua intenção de compra. Utilize as escalas ao lado para atribuir uma nota para cada atributo avaliado.

AMOSTRA: _____

APARÊNCIA

Nota

TEXTURA

Nota

SABOR

Nota

ODOR

Nota

9 = gostei extremamente
8 = gostei muito
7 = gostei moderadamente
6 = gostei ligeiramente
5 = nem gostei / nem desgostei
4 = desgostei ligeiramente
3 = desgostei moderadamente
2 = desgostei muito
1 = desgostei extremamente

INTENÇÃO DE COMPRA

Se você encontrasse esse produto à venda:

Nota: _____

5 = certamente compraria
4 = possivelmente compraria
3 = talvez comprasse / talvez não comprasse
2 = possivelmente não compraria
1 = certamente não compraria

Comentários: _____

Com que frequência você consome este produto:

- () Muito frequentemente
- () Frequentemente
- () As vezes
- () Raramente
- () Nunca

APÊNDICE B – Termo de consentimento livre e esclarecido**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

Você está sendo convidado (a) para participar, como voluntário (a), em uma pesquisa. Após ser esclarecido (a) sobre as informações a seguir, no caso de aceitar fazer parte do estudo, assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma delas é sua e a outra do pesquisador responsável. Em caso de dúvida você pode procurar o Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Goiás pelos telefones (62) 3521-1076 / 3521-1215.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:

Título do Projeto: Aproveitamento da polpa de batata residual em biscoito tipo rosquinha.

Pesquisadora Responsável: Mariana P. de Moraes

Assinatura

Telefones para contato: 9266-8884 (pesquisador)

Orientador (a): Profº Drº Manoel Soares Soares Júnior

Você está sendo convidado(a) a participar da pesquisa: **Aproveitamento da polpa de batata residual em biscoito tipo rosquinha**, que tem como objetivo avaliar a viabilidade tecnológica e econômica da utilização da farinha de polpa de batata residual em biscoitos tipo rosquinha.

Se o (a) senhor (a) aceitar participar, irá avaliar os produtos quanto a aparência, textura, sabor, odor e intenção de compra. Para tanto preencherá uma ficha de avaliação do produto tomando cerca de 10 min. A Ficha e os dados coletados serão de uso exclusivo nesta pesquisa e de acesso limitado aos pesquisadores. O (a) senhor (a) tem liberdade de recusar a participar da pesquisa em qualquer momento sem qualquer prejuízo. A pesquisa não lhe trará danos morais, ou psicológicos.

Os riscos que podem estar associados a essa análise são os de alergia a qualquer um de seus ingredientes: açúcar, farinha de trigo, polpa de batata, aromatizante e corante. Caso algum provador apresente reação adversa comprovada ao produto oferecido na presente pesquisa este será encaminhado para atendimento médico. Ao participar desta pesquisa o(a) senhor(a) colaborará para o melhor conhecimento dos atributos sensoriais deste novo produto. O(a) senhor(a) não terá nenhuma despesa para participar da pesquisa bem como nada será pago por sua participação.

CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO DA PESSOA COMO SUJEITO

Eu,

_____, RG/ CPF/
nº matrícula _____, abaixo assinado, concordo em participar do estudo **Polpa de batata residual acidificada desidratada: aplicação em biscoitos tipo rosquinha** como sujeito. Fui devidamente informado (a) e esclarecido (a) pelos pesquisadores(a) sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes de minha participação. Foi-me garantido que posso retirar meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade.

Local e data: _____

Nome e Assinatura do sujeito: _____

APÊNDICE C – Correlação do biscoito experimental selecionado

Apêndice C. Correlação dos parâmetros analisados no biscoito selecionado.

	Aparência	Odor	Textura	Sabor	Umidade ¹	Aa	L*	a*	b*	Dureza ²	VE	Espessura ³	Diâmetro ³
Aparência	1,00	-0,46	0,70	-0,15	-0,11	-0,70	0,35	-0,01	-0,22	-0,73	0,57	-0,20	0,60
Odor	-0,46	1,00	-0,89*	0,72	0,54	0,84	0,08	-0,76	-0,35	0,78	-0,56	0,14	-0,22
Textura	0,70	-0,89*	1,00	-0,55	-0,18	-0,76	0,09	0,63	0,38	-0,79	0,41	0,09	0,21
Sabor	-0,15	0,72	-0,55	1,00	0,35	0,72	-0,45	-0,31	-0,60	0,77	-0,63	0,46	-0,46
Umidade ¹	-0,11	0,54	-0,18	0,35	1,00	0,62	0,35	-0,34	0,39	0,39	-0,69	0,63	-0,38
Aa	-0,70	0,84	-0,76	0,72	0,62	1,00	-0,28	-0,29	-0,03	0,96*	-0,90*	0,58	-0,72
L*	0,35	0,08	0,09	-0,45	0,35	-0,28	1,00	-0,61	0,28	-0,50	0,40	-0,43	0,68
a*	-0,01	-0,76	0,63	-0,31	-0,34	-0,29	-0,61	1,00	0,40	-0,19	-0,06	0,40	-0,45
b*	-0,22	-0,35	0,38	-0,60	0,39	-0,03	0,28	0,40	1,00	-0,20	-0,21	0,35	-0,27
Dureza ²	-0,73	0,78	-0,79	0,77	0,39	0,96*	-0,50	-0,19	-0,20	1,00	-0,85	0,51	-0,74
VE	0,57	-0,56	0,41	-0,63	-0,69	-0,90*	0,40	-0,06	-0,21	-0,85	1,00	-0,87	0,90*
Espessura ³	-0,20	0,14	0,09	0,46	0,63	0,58	-0,43	0,40	0,35	0,51	-0,87	1,00	-0,87
Diâmetro ³	0,60	-0,22	0,21	-0,46	-0,38	-0,72	0,68	-0,45	-0,27	-0,74	0,90*	-0,87	1,00

¹ g 100 g⁻¹; ² N; ³ mm. *Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

APÊNDICE D – Características físicas médias do biscoito experimental selecionado durante 180 dias de armazenamento.

Apêndice D. Características físicas médias do biscoito experimental selecionado durante 180 dias de armazenamento.

Temperatura ¹	Tempo ²	Aw	pH	L*	a*	b*	Umidade ³	Dureza ⁴
25	0	0,19±0,003	6,30±0,006	59,60±0,656	12,82±0,387	22,31±0,639	0,91±0,136	37,88±2,158
35	0	0,19±0,003	6,30±0,006	59,60±0,0656	12,82±0,387	22,31±0,639	0,91±0,136	37,88±2,158
25	36	0,36±0,017	6,03±0,044	62,08±4,488	13,20±1,036	24,44±0,947	4,26±0,141	55,29±0,400
35	36	0,37±0,007	6,00±0,056	54,36±3,571	13,89±0,357	22,74±1,758	4,36±0,070	49,86±2,842
25	72	0,35±0,025	5,99±0,074	58,52±6,993	12,98±1,138	22,84±1,671	4,26±0,067	56,45±2,500
35	72	0,39±0,023	5,98±0,082	63,25±3,461	12,10±1,670	25,25±0,350	4,31±0,066	59,12±2,645
25	108	0,35±0,028	6,28±0,123	56,71±5,690	13,42±0,704	23,93±1,740	2,93±0,644	53,06±2,793
35	108	0,37±0,034	6,05±0,075	60,61±1,126	13,42±1,012	26,65±1,079	4,25±0,516	56,65±5,423
25	144	0,35±0,019	6,07±0,210	46,07±3,205	13,10±1,103	23,54±2,547	4,61±0,184	64,26±2,166
35	144	0,37±0,039	5,98±0,070	48,20±3,481	13,36±0,508	24,57±0,696	4,62±0,113	54,70±1,782
25	180	0,49±0,038	6,06±0,097	56,40±0,980	13,70±0,262	23,07±0,182	6,90±0,266	48,58±0,632
35	180	0,45±0,014	5,90±0,040	56,87±1,232	13,53±0,368	23,83±0,614	5,13±0,387	54,20±3,964

¹ °C; ² dias; ³ g 100 g⁻¹; ⁴ N.

APÊNDICE E – Tabelas de ANOVA fatorial para umidade, atividade de água (A_a), L^* , a^* , b^* , pH e dureza.

Apêndice E 1. ANOVA fatorial para umidade.

Fator	R ²	GL ¹	QM ²	F ³	p ⁴
Média	562,7181	1	562,7181	6626,768	0,000000
Temperatura	0,0212	1	0,0212	0,249	0,622170
Tempo	86,0748	5	17,2150	202,730	0,000000
Temperatura*Tempo	7,3073	5	1,4615	17,211	0,000000
Erro	2,0380	24	0,0849		

¹ grau de liberdade ² soma do quadrado ³ valor F tabelado ⁴ nível de significância

Apêndice E 2. ANOVA fatorial para atividade de água.

Fator	R ²	GL ¹	QM ²	F ³	p ⁴
Média	4,500119	1	4,500119	7779,203	0,000000
Temperatura	0,000377	1	0,000377	0,652	0,427417
Tempo	0,232883	5	0,046577	80,515	0,000000
Temperatura*Tempo	0,005965	5	0,001193	2,062	0,105700
Erro	0,013884	24	0,000578		

¹ grau de liberdade ² soma do quadrado ³ valor F tabelado ⁴ nível de significância

Apêndice E 3. ANOVA fatorial para L^* .

Fator	R ²	GL ¹	QM ²	F ³	p ⁴
Média	116375,8	1	116375,8	6643,658	0,000000
Temperatura	3,1	1	3,1	0,176	0,678888
Tempo	740,4	5	148,1	8,453	0,000100
Temperatura*Tempo	149,6	5	29,9	1,708	0,171223
Erro	420,4	24	17,5		

¹ grau de liberdade ² soma do quadrado ³ valor F tabelado ⁴ nível de significância

Apêndice E 4. ANOVA fatorial para a^* .

Fator	R ²	GL ¹	QM ²	F ³	p ⁴
Média	6267,596	1	6267,596	8560,714	0,000000
Temperatura	0,003	1	0,003	0,004	0,949110
Tempo	5,533	5	1,107	1,512	0,223460
Temperatura*Tempo	2,018	5	0,404	0,551	0,735774
Erro	17,571	24	0,732		

¹ grau de liberdade ² soma do quadrado ³ valor F tabelado ⁴ nível de significância

Apêndice E 5. ANOVA fatorial para b*.

Fator	R ²	GL ¹	QM ²	F ³	p ⁴
Média	20377,72	1	20377,72	12672,91	0,000000
Temperatura	6,79	1	6,79	4,22	0,050959
Tempo	28,45	5	5,69	3,54	0,015449
Temperatura*Tempo	19,76	5	3,95	2,46	0,062080
Erro	38,59	24	1,61		

¹ grau de liberdade ² soma do quadrado ³ valor F tabelado ⁴ nível de significância

Apêndice E 6. ANOVA fatorial para pH.

Fator	R ²	GL ¹	QM ²	F ³	p ⁴
Média	1330,523	1	1330,523	162440,1	0,000000
Temperatura	0,065	1	0,065	8,0	0,009316
Tempo	0,498	5	0,100	12,1	0,000006
Temperatura*Tempo	0,061	5	0,012	1,5	0,231747
Erro	0,197	24	0,008		

¹ grau de liberdade ² soma do quadrado ³ valor F tabelado ⁴ nível de significância

Apêndice E 7. ANOVA fatorial para dureza.

Fator	R ²	GL ¹	QM ²	F ³	p ⁴
Média	98574,34	1	98574,34	4630,819	0,000000
Temperatura	2,41	1	2,41	0,113	0,739428
Tempo	1781,06	5	356,21	16,734	0,000000
Temperatura*Tempo	256,28	5	51,26	2,408	0,066334
Erro	510,88	24	21,29		

¹ grau de liberdade ² soma do quadrado ³ valor F tabelado ⁴ nível de significância

APÊNDICE F – Tabelas de ANOVA dos modelos polinomiais ajustados para umidade, atividade de água (A_a), pH, b^* , L^* e dureza do biscoito tipo rosquinha selecionado.

Apêndice F 1. ANOVA do modelo polinomial ajustado para atividade de água (A_a).

Fator	R ²	GL ¹	QM ²	F ³	p ⁴
Média	0,012781	1	0,012781	19,0233	0,000126
Linear	0,086479	1	0,086479	128,7172	0,000000
Quadrática	0,070460	1	0,070460	104,8736	0,000000
Cúbica	0,065551	1	0,065551	97,5668	0,000000
Erro	0,021499	32	0,000672		

¹ grau de liberdade ² soma do quadrado ³ valor F tabelado ⁴ nível de significância

Apêndice F 2. ANOVA do modelo polinomial ajustado para pH armazenado a 25°C.

Fator	R ²	GL ¹	QM ²	F ³	p ⁴
Média	11,10163	1	11,10163	603,9438	0,000000
Linear	0,14139	1	0,14139	7,6920	0,014941
Quadrática	0,12915	1	0,12915	7,0260	0,019005
Cúbica	0,12040	1	0,12040	6,5501	0,022704
Erro	0,25735	14	0,01838		

¹ grau de liberdade ² soma do quadrado ³ valor F tabelado ⁴ nível de significância

Apêndice F 3. ANOVA do modelo polinomial ajustado para pH armazenado a 35°C.

Fator	R ²	GL ¹	QM ²	F ³	p ⁴
Média	10,96382	1	10,96382	2618,040	0,000000
Linear	0,11591	1	0,11591	27,678	0,000120
Quadrática	0,08980	1	0,08980	21,443	0,000389
Cúbica	0,07874	1	0,07874	18,802	0,000684
Erro	0,05863	14	0,00419		

¹ grau de liberdade ² soma do quadrado ³ valor F tabelado ⁴ nível de significância

Apêndice F 4. ANOVA do modelo polinomial ajustado para b^* .

Fator	R ²	GL ¹	QM ²	F ³	p ⁴
Média	104,3751	1	104,3751	78,38908	0,000000
Linear	0,0123	1	0,0123	0,00923	0,924829
Quadrática	0,6678	1	0,6678	0,50155	0,490444
Cúbica	1,9537	1	1,9537	1,46733	0,245819
Erro	18,6410	14	1,3315		

¹ grau de liberdade ² soma do quadrado ³ valor F tabelado ⁴ nível de significância

Apêndice F 5. ANOVA do modelo polinomial ajustado para L^* .

Fator	R ²	GL ¹	QM ²	F ³	p ⁴
Média	925,0079	1	925,0079	32,00078	0,000003
Linear	140,7482	1	140,7482	4,86920	0,034635
Quadrática	170,6832	1	170,6832	5,90481	0,020888
Cúbica	171,3168	1	171,3168	5,92673	0,020670
Erro	924,9854	32	28,9058		

¹ grau de liberdade ² soma do quadrado ³ valor F tabelado ⁴ nível de significância

Apêndice F 6. ANOVA do modelo polinomial ajustado para dureza.

Fator	R ²	GL ¹	QM ²	F ³	p ⁴
Média	1118,545	1	1118,545	38,37616	0,000001
Linear	1261,070	1	1261,070	43,26606	0,000000
Quadrática	965,049	1	965,049	33,10985	0,000002
Erro	961,847	33	29,147		

¹ grau de liberdade ² soma do quadrado ³ valor F tabelado ⁴ nível de significância

APÊNDICE G – Correlação dos parâmetros analisados na estabilidade do biscoito selecionado.

Apêndice G. Correlação dos parâmetros analisados na estabilidade do biscoito selecionado.

	Aw	pH	L*	a*	b*	Umidade	Dureza	Aparência	Textura	Sabor	Odor
Aw	-	-0,76**	-0,16	0,44	0,40	0,96**	0,62*	-0,47	-0,64*	-0,26	0,69*
pH	-0,76**	-	0,15	-0,19	-0,40	-0,79**	-0,67*	0,50	0,37	0,26	-0,66*
L*	-0,16	0,15	-	-0,40	0,17	-0,27	-0,31	-0,09	0,24	0,21	-0,36
a*	0,44	-0,19	-0,40	-	-0,08	0,44	0,00	0,18	-0,13	-0,12	0,55
b*	0,40	-0,40	0,17	-0,08	-	0,34	0,60*	-0,76**	0,15	-0,18	0,31
Umidade	0,96**	-0,79**	-0,27	0,44	0,34	-	0,64*	-0,32	-0,65*	-0,22	0,70*
Dureza	0,62*	-0,67*	-0,31	0,00	0,60*	0,64*	-	-0,57	-0,31	-0,03	0,67*
Aparência	-0,47	0,50	-0,09	0,18	-0,76**	-0,32	-0,57	-	0,19	0,43	-0,23
Textura	-0,64*	0,37	0,24	-0,13	0,15	-0,65*	-0,31	0,19	-	0,36	-0,16
Sabor	-0,26	0,26	0,21	-0,12	-0,18	-0,22	-0,03	0,43	0,36	-	0,21
Odor	0,69*	-0,66*	-0,36	0,55	0,31	0,70*	0,67*	-0,23	-0,16	0,21	-

* Significativo a 5% de probabilidade; ** Significativo a 1% de probabilidade.

APÊNDICE H – Tabelas de ANOVA fatorial para aparência, textura, sabor e odor.**Apêndice H 1. ANOVA fatorial para aparência.**

Fator	R ²	GL ¹	QM ²	F ³	p ⁴
Média	29232,24	1	29232,24	21106,83	0,000000
Temperatura	53,32	5	10,66	7,70	0,000001
Tempo	23,21	1	23,21	16,76	0,000048
Temperatura*Tempo	16,87	5	3,37	2,44	0,033583
Erro	814,36	588	1,38		

¹ grau de liberdade ² soma do quadrado ³ valor F tabelado ⁴ nível de significância

Apêndice H 2. ANOVA fatorial para textura.

Fator	R ²	GL ¹	QM ²	F ³	p ⁴
Média	28773,37	1	28773,37	18675,35	0,000000
Temperatura	46,90	5	9,38	6,09	0,000017
Tempo	4,68	1	4,68	3,04	0,081827
Temperatura*Tempo	10,11	5	2,02	1,31	0,257067
Erro	905,94	588	1,54		

¹ grau de liberdade ² soma do quadrado ³ valor F tabelado ⁴ nível de significância

Apêndice H 3. ANOVA fatorial para sabor.

Fator	R ²	GL ¹	QM ²	F ³	p ⁴
Média	28153,50	1	28153,50	21926,17	0,000000
Temperatura	31,08	5	6,22	4,84	0,000239
Tempo	3,23	1	3,23	2,51	0,113452
Temperatura*Tempo	13,19	5	2,64	2,06	0,069440
Erro	755,00	588	1,28		

¹ grau de liberdade ² soma do quadrado ³ valor F tabelado ⁴ nível de significância

Apêndice H 4. ANOVA fatorial para odor.

Fator	R ²	GL ¹	QM ²	F ³	p ⁴
Média	27567,48	1	27567,48	19544,33	0,000000
Temperatura	57,31	5	11,46	8,13	0,000000
Tempo	0,01	1	0,01	0,01	0,917900
Temperatura*Tempo	0,82	5	0,16	0,12	0,988945
Erro	829,38	588	1,41		

¹ grau de liberdade ² soma do quadrado ³ valor F tabelado ⁴ nível de significância

APÊNDICE I – Tabelas de ANOVA dos modelos polinomiais ajustados para aparência, textura, sabor e odor do biscoito tipo rosquinha.

Apêndice I 1. ANOVA do modelo polinomial ajustado para aparência armazenado a 25°C.

Fator	R ²	GL ¹	QM ²	F ³	p ⁴
Média	3438,276	1	3438,276	2398,581	0,000000
Linear	11,897	1	11,897	8,300	0,004254
Quadrática	10,904	1	10,904	7,607	0,006176
Erro	425,738	297	1,433		

¹ grau de liberdade ² soma do quadrado ³ valor F tabelado ⁴ nível de significância

Apêndice I 2. ANOVA do modelo polinomial ajustado para aparência armazenado a 35°C.

Fator	R ²	GL ¹	QM ²	F ³	p ⁴
Média	3440,237	1	3440,237	2523,049	0,000000
Linear	25,330	1	25,330	18,577	0,000022
Quadrática	13,600	1	13,600	9,974	0,001751
Erro	404,966	297	1,364		

¹ grau de liberdade ² soma do quadrado ³ valor F tabelado ⁴ nível de significância

Apêndice I 3. ANOVA do modelo polinomial ajustado para textura.

Fator	R ²	GL ¹	QM ²	F ³	p ⁴
Média	9,986135	1	9,986135	132,6100	0,000003
Linear	0,117315	1	0,117315	1,5579	0,247269
Quadrática	0,094972	1	0,094972	1,2612	0,293999
Cúbica	0,095388	1	0,095388	1,2667	0,293017
Erro	0,602437	8	0,075305		

¹ grau de liberdade ² soma do quadrado ³ valor F tabelado ⁴ nível de significância

Apêndice I 4. ANOVA do modelo polinomial ajustado para sabor.

Fator	R ²	GL ¹	QM ²	F ³	p ⁴
Média	6,157956	1	6,157956	116,6942	0,000005
Linear	0,083250	1	0,083250	1,5776	0,244545
Quadrática	0,080882	1	0,080882	1,5327	0,250803
Cúbica	0,061361	1	0,061361	1,1628	0,312322
Erro	0,422160	8	0,052770		

¹ grau de liberdade ² soma do quadrado ³ valor F tabelado ⁴ nível de significância

Apêndice I 5. ANOVA do modelo polinomial ajustado para odor.

Fator	R ²	GL ¹	QM ²	F ³	p ⁴
Média	3,713976	1	3,713976	59,76590	0,000056
Linear	0,396172	1	0,396172	6,37527	0,035535
Quadrática	0,297695	1	0,297695	4,79055	0,060040
Cúbica	0,239218	1	0,239218	3,84953	0,085391
Erro	0,497137	8	0,062142		

¹ grau de liberdade ² soma do quadrado ³ valor F tabelado ⁴ nível de significância

APÊNDICE J – Escores médios para aparência, textura, sabor e odor obtidos pelo biscoito experimental selecionado durante 180 dias de armazenamento.

Apêndice J. Escores médios para aparência, textura, sabor e odor obtidos pelo biscoito experimental selecionado durante 180 dias de armazenamento.

Temperatura	Tempo	Aparência	Textura	Sabor	Odor
25°C	0	7,46±1,555	7,26±1,925	6,88±1,624	6,18±1,837
35°C	0	7,46±1,555	7,26±1,925	6,88±1,624	6,18±1,837
25°C	36	7,28±1,161	7,32±1,115	7,18±1,063	7,14±1,195
35°C	36	7,26±1,026	7,12±0,961	7,34±0,939	7,26±1,065
25°C	72	7,04±0,903	6,44±1,198	6,8±1,125	6,72±1,179
35°C	72	6,28±1,356	6,82±1,289	7,02±0,958	6,7±1,074
25°C	108	6,74±1,291	6,84±0,997	6,96±1,195	6,86±0,904
35°C	108	6,56±1,181	7,26±1,242	6,72±1,031	6,74±1,157
25°C	144	7,22±1,166	6,88±0,799	6,98±0,869	6,94±0,818
35°C	144	6,6±0,782	6,86±0,904	6,42±0,992	6,96±0,880
25°C	180	7,32±0,999	6,28±0,948	6,74±0,965	6,8±0,904
35°C	180	6,54±0,838	6,76±0,960	6,28±0,882	6,86±0,808

Escala hedônica: 1 desgostei extremamente; 2 desgostei muito; 3 desgostei moderadamente; 4 desgostei ligeiramente; 5 nem gostei/ nem desgostei; 6 gostei ligeiramente; 7 gostei moderadamente; 8 gostei muito; 9 gostei extremamente.