



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
ALIMENTOS

SELVINA DEBORAH SOUZA MENDES

DESENVOLVIMENTO DE MASSAS DE PÃES CONGELADAS TIPO FORMA
INTEGRAIS ADICIONADOS DE FASEOLAMINA (*PHASEOLUS VULGARIS*) E
AÇÁÍ (*EUTERPE OLERACEA* MART.)

FORTALEZA
2022

SELVINA DEBORAH SOUZA MENDES

DESENVOLVIMENTO DE MASSAS DE PÃES CONGELADAS TIPO FORMA
INTEGRAIS ADICIONADOS DE FASEOLAMINA (*PHASEOLUS VULGARIS*) E AÇAÍ
(*EUTERPE OLERACEA* MART.)

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, do Departamento de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Ceará como requisito para a obtenção do Título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Área de concentração: Processamento de Alimentos de Origem Vegetal.

Orientador: Prof. Dr. Rafael Audino Zambelli.

FORTALEZA

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- M492d Mendes, Selvina Deborah Souza.
Desenvolvimento de massas de pães congeladas tipo forma integrais adicionados de faseolamina (Phaseolus vulgaris) e açaí em pó (Euterpe oleracea mart.) / Selvina Deborah Souza Mendes. – 2022.
59 f. : il. color.
- Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Fortaleza, 2022.
Orientação: Prof. Dr. Rafael Audino Zambelli.
1. alimentos funcionais. 2. diabetes. 3. fibras. I. Título.

CDD 664

SELVINA DEBORAH SOUZA MENDES

DESENVOLVIMENTO DE MASSAS DE PÃES CONGELADAS TIPO FORMA
INTEGRAIS ADICIONADOS DE FASEOLAMINA (*PHASEOLUS VULGARIS*) E AÇAÍ
(*EUTERPE OLERACEA* MART.)

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, do Departamento de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Ceará como requisito para a obtenção do Título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Área de concentração: Processamento de Alimentos de Origem Vegetal

Aprovada em: __/__/__

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Rafael Audino Zambelli (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Ítalo Waldimiro Lima de França
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Luan Ícaro Freitas Pinto
Instituto Federal de Roraima (IFRR)

A Deus.

Ao meu marido João Mendes e filhos João Victor, Gabriela e Matheus Mendes, por toda compreensão e paciência dedico este trabalho!

AGRADECIMENTOS

À Deus, todo poderoso toda honra e toda a glória.

Ao Departamento de Engenharia de Alimentos e ao Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Ao orientador Prof. Dr. Rafael Zambelli pela orientação, dedicação, e compartilhamento de toda sua experiência na pesquisa científica.

À Dra. Maria Izabel Florindo Guedes do Laboratório de Bioquímica Humana da Universidade Estadual do Ceará - UECE por ceder o espaço para experimento e todos os colaboradores em especial ao aluno de pós-graduação Ítalo e Dra. Ana, por toda paciência e profissionalismo.

Aos funcionários e técnicos do laboratório do Departamento de Tecnologia de Alimentos, Rejane e Augusto por toda dedicação e atenção.

Aos amigos da Pós-graduação Adriana, Sansão, pela dedicação e apoio durante a realização desse trabalho.

Aos professores Ítalo Waldimiro e Luan Ícaro por fazerem parte da banca examinadora e colaborarem para a melhoria do trabalho.

“Tudo posso naquele que me fortalece”.

(BÍBLIA SAGRADA, Filipenses cap. 4:
vers.13).

RESUMO

A busca por alimentos mais saudáveis e com alegação funcional vem a cada dia ganhando mais força no mercado brasileiro pela importância no combate de algumas enfermidades, como: diabetes e hipertrigliceridemia, fazendo com que a produção de alimentos com alegação funcional esteja cada dia mais crescente. Neste sentido, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o potencial tecnológico e nutricional da faseolamina e do açaí em pó como ingredientes funcionais em diferentes formulações de massas de pães, analisando o efeito em massas de pães congeladas do tipo forma integral, no índice glicêmico do produto e nos tecidos do pâncreas e fígado através de teste biológico *in-vivo*. Para o desenvolvimento das formulações e análise do efeito da adição dos ingredientes funcionais, foi aplicado o delineamento composto central rotacional. Foram selecionadas duas formulações para congelamento das massas, e avaliados os parâmetros físicos, o pH, a acidez e a composição centesimal, em diferentes espaços de tempo. Foi realizado teste *in vivo* para avaliar o efeito dos ingredientes no índice glicêmico, a influência no peso, no coeficiente de eficiência alimentar, na glicemia e nos tecidos do pâncreas e fígado de camundongos Swiss (*Mus musculus*). Foram escolhidos as formulações T6, contendo 8% de faseolamina e 6% de açaí em pó e, T11 com 8% de faseolamina e 11% açaí. A faseolamina e o pó de açaí promoveram a redução do volume específico, índice de expansão, fator de expansão das massas e aumento da densidade dos pães. Os pães submetidos ao tempo de 60 dias de congelamento tiveram seu fator de expansão da formulação padrão diminuído, mas aumentou nas formulações T6 e T11. O índice glicêmico não diminuiu nas formulações T6. O índice glicêmico não diminuiu nas formulações T6 e T11 sugerindo que o percentual diferenciado de açaí em pó tenha elevado o índice glicêmico das massas. Na análise histológica do fígado não foi observada nenhuma condição de esteatose hepática para as três amostras, embora, morfológicamente tenham apresentado uma leve toxicidade. No pâncreas não foram encontradas alterações morfológicas de toxicidade nos grupos analisados. Conclui-se que a adição de faseolamina e açaí em pó nas formulações, foi satisfatória na avaliação nas propriedades físicas dos pães, porém em relação ao índice glicêmico não foi possível a produção de um pão com baixo teor, uma vez que o pão em sua forma tradicional já possui um índice glicêmico elevado.

Palavras-chave: alimentos funcionais; diabetes; fibras.

ABSTRACT

The search for healthier foods with functional claims is gaining more and more strength in the Brazilian market due to its importance in the fight against some diseases, such as: diabetes and hypertriglyceridemia, making the production of foods with functional claims to be increasingly growing. In this sense, the present work aimed to evaluate the technological and nutritional potential of phaseolamine and açai powder as functional ingredients in different formulations of bread doughs, analyzing the effect in frozen bread doughs of the integral form type, on the glycemic index of the product and in pancreas and liver tissues through in-vivo biological testing. For the development of formulations and analysis of the effect of the addition of functional ingredients, the central composite rotational design was applied. Two formulations were selected for freezing the masses, and the physical parameters, pH, acidity and proximate composition were evaluated, in different periods of time. An in vivo test was carried out to evaluate the effect of the ingredients on the glycemic index, the influence on weight, feed efficiency coefficient, glycemia and on pancreas and liver tissues of Swiss mice (*Mus musculus*). The formulations T6 were chosen, containing 8% of phaseolamine and 6% of açai powder, and T11 with 8% of phaseolamine and 11% of açai. Phaseolamine and açai powder promoted the reduction of specific volume, expansion index, dough expansion factor and increase in bread density. Breads subjected to 60 days of freezing had their expansion factor of the standard formulation decreased but increased in formulations T6 and T11. The glycemic index did not decrease in the T6 formulations. The glycemic index does not decrease in the T6 and T11 formulations, suggesting that the differentiated percentage of açai powder has increased the glycemic index of the pasta. In the histological analysis of the liver, no condition of hepatic steatosis was observed for the three samples, although, morphologically, they presented a slight toxicity. In the pancreas, no morphological changes of toxicity were found in the groups analyzed. It is concluded that the addition of phaseolamine and açai powder in the formulations was satisfactory in the evaluation of the physical properties of the breads, but in relation to the glycemic index it was not possible to produce a bread with low content, since the bread in its traditional way already has a high glycemic index.

Keywords: functional foods; diabetes; fibers.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Anatomia do grão de trigo: Fibra, casca e gérmen.....	17
Figura 2 - Fluxograma das etapas realizadas no trabalho.....	24
Figura 3 - Fluxograma das etapas de produção do pão integral tipo forma.....	27
Figura 4 - Superfície de resposta e curva de contorno da ação da faseolamina e açai em pó sobre o volume específico.....	37
Figura 5 - Superfície de resposta e curva de contorno da ação da faseolamina e açai em pó sobre a densidade.....	38
Figura 6 - Superfície de resposta e curva de contorno da ação da faseolamina e açai em pó sobre o índice de expansão.....	38
Figura 7 - Superfície de resposta e curva de contorno da ação da faseolamina e açai em pó sobre VEF.....	39
Figura 8 - Resultado do volume de expansão máximo na amostra padrão, no tempo de 90 min.....	42
Figura 9 - Resultado do volume de expansão máximo na amostra T6 no tempo de 90 min.....	43
Figura 10 - Resultado do volume de expansão máximo na amostra T11 no tempo de 90 min	43
Figura 11 - Resultado do volume de expansão máximo nos pães T6 e T11 nos tempos 0,15,30,45 e 60 dias de armazenamento.....	44
Figura 12 - Avaliação do efeito do congelamento das massas de pão congeladas (padrão, T6 e T11) no volume específico dos pães tipo forma ao longo do tempo.....	45
Figura 13 - Avaliação do efeito do congelamento das massas de pão congeladas (padrão, T6 e T11) na densidade dos pães tipo forma.....	47
Figura 14 - Avaliação do efeito do congelamento das massas de pão congeladas (padrão, T6 e T11) no índice de expansão dos pães tipo forma.....	48
Figura 15 - Avaliação da glicemia em jejum das amostras padrão, T6 e T11 nos camundongos ao longo do tempo (dias)	50
Figura 16 - Micrografias da análise histológica do pâncreas e do fígado dos camundongos submetidos às formulações P, T6 e T11.....	51

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Componentes ativos em alimentos funcionais e suas respectivas propriedades	21
Tabela 2 - Variáveis e níveis do planejamento completo 2 ²	26
Tabela 3 - Matriz do delineamento experimental com valores codificados para faseolamina e açaí em pó, respectivamente.....	26
Tabela 4 - Formulação padrão para a produção de pão de forma integral.....	27
Tabela 5 - Formulações para produção dos pães tipo forma integral padrão e com adição de faseolamina e açaí em pó.....	30
Tabela 6 - Resultados dos efeitos da adição de faseolamina e pó de açaí nas formulações produzidas a partir do DCCR.....	36
Tabela 7 - Composição centesimal de pães tipo forma integral adicionados de diferentes quantidades de faseolamina e açaí em pó.....	40
Tabela 8 - Resultados das análises químicas, pH e acidez total, dos pães com formulação padrão, T6 e T11.....	42
Tabela 9 - Resultados da avaliação do efeito do congelamento das massas de pão congeladas (padrão, T6 e T11) no volume específico dos pães tipo forma	45
Tabela 10 - Resultados da avaliação do efeito do congelamento das massas de pão congeladas (padrão, T6 e T11) na densidade dos pães tipo forma.....	47
Tabela 11 - Resultados da avaliação do efeito do congelamento das massas de pão congeladas (padrão, T6 e T11) no índice de expansão dos pães tipo forma.....	48
Tabela 12 - Resultados do IG das formulações de pão, padrão, T6 e T11 em dois dias.....	49
Tabela 13 - Parâmetros biológicos avaliados nos camundongos após ingestão das formulações padrão, T6 e T11 de pães.....	50

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	REVISÃO DE LITERATURA	16
2.1	Pão.....	16
2.2	Farinha de Trigo.....	16
2.2.1	<i>Farinha de Trigo Integral</i>	17
2.3	Água.....	18
2.4	Açúcar.....	18
2.5	Gorduras.....	18
2.6	Fermento Biológico.....	19
2.7	Sal.....	19
2.8	Alimentos Funcionais.....	20
2.9	Faseolamina (<i>Phaseolus vulgaris</i>).....	21
2.10	Açaí (<i>Euterpe oleraceae Mart. Palmae</i>).....	22
2.11	Massas congeladas.....	23
3	MATERIAL E MÉTODOS	24
3.1	Material.....	24
3.2	Métodos.....	25
3.3	Processo de elaboração dos pães tipo forma com faseolamina e açaí em pó.....	26
3.4	Avaliação do processo de fermentação.....	27
3.5	Volume específico.....	28
3.6	Densidade.....	28
3.7	Índice de expansão.....	28
3.8	Análise estatística do delineamento composto central rotacional (DCCR).....	28
3.9	Produção de pães com massas congeladas adicionados de faseolamina e pó de açaí.....	29
3.10	Composição centesimal.....	29
3.11	Análise físico-química do pão.....	30
3.12	Ensaio Biológico.....	30
3.12.1	<i>Animais</i>	31
3.12.2	<i>Preparo das amostras de pães</i>	31
3.12.3	<i>Índice glicêmico (IG) in vivo</i>	32
3.12.4	<i>Parâmetros Biológicos</i>	33
3.12.5	<i>Análise histológica</i>	33

4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
4.1	Avaliação dos parâmetros físicos dos pães tipo forma adicionados de faseolamina e açaí em pó.....	35
4.1.1	<i>Efeito da faseolamina e açaí em pó no volume específico</i>	36
4.1.2	<i>Efeito da faseolamina e açaí em pó na densidade</i>	37
4.1.3	<i>Efeito da faseolamina e açaí em pó no índice de expansão (IE)</i>	38
4.1.4	<i>Efeito da faseolamina e açaí em pó no volume de expansão máximo na fermentação- VEF</i>	39
4.2	Composição centesimal das massas de pães congeladas.....	39
4.3	Acidez total e potencial hidrogeniônico (pH).....	41
4.4	Avaliação dos parâmetros físicos no tempo de congelamento dos pães tipo forma congelados.....	42
4.4.1	<i>Efeito do armazenamento das massas congeladas e não congeladas no VEF</i>	42
4.4.2	<i>Avaliação do efeito do armazenamento das massas congeladas no volume específico dos pães</i>	44
4.4.3	<i>Avaliação do efeito do armazenamento das massas congeladas na densidade dos pães</i>	46
4.4.4	<i>Efeito do armazenamento congelado de massas no índice de expansão (IE)</i>	47
4.5	Ensaio Biológico.....	48
4.5.1	<i>Índice glicêmico das massas alimentícias</i>	48
4.5.2	<i>Parâmetros Biológicos</i>	49
4.6	Análise histológica.....	51
4.6.1	<i>Fígado</i>	51
4.6.2	<i>Pâncreas</i>	52
5	CONCLUSÃO	53
	REFERÊNCIAS	54
	ANEXO A – CERTIFICADO DE ANÁLISE DA COMPOSIÇÃO DA FASEOLAMINA	60
	ANEXO B – CERTIFICADO DA COMISSÃO DE ÉTICA PARA USO DE ANIMAIS	61

1 INTRODUÇÃO

O pão é um dos produtos mais consumidos em todo o mundo sob diferentes tipos e formas, levando em consideração os hábitos culturais de cada local. Em 2018, no Brasil, segundo o Instituto Tecnológico de Panificação e Confeitaria – ITPC, o setor da panificação teve um crescimento na ordem de 2,81% elevando o consumo do trigo, quando comparado ao ano anterior (ITPC, 2019; ABITRIGO, 2020). Essa relação mostra a crescente mudança de comportamento do cliente e o aumento da concorrência com novos participantes como supermercados e lojas de conveniência, que passaram a comercializar produtos à base de farinha de trigo, em especial o pão francês.

Segundo Silva (2009), os consumidores na busca de hábitos alimentares mais saudáveis, preferem pães com menos calorias, ricos em fibras, com pouco sal, sem o uso de aditivos e que tragam benefícios à saúde, principalmente, como redução do risco de doenças degenerativas. Com essa busca surgiram os alimentos funcionais, que se caracterizam por oferecer vários benefícios à saúde, além do valor nutritivo específico, podendo desenvolver efeito benéfico na redução do risco de doenças crônicas, como câncer e diabetes. A busca por alimentos que tragam um benefício à saúde e que mantenham a qualidade nutricional é um dos grandes desafios da indústria de alimentos, e com isso, grande quantidade de novos produtos que, supostamente, proporcionam saúde tem sido apresentada pela indústria alimentícia diariamente (ANJO, 2004).

Dentre os compostos que possuem características funcionais está a faseolamina, uma substância extraída da planta do feijão branco ou comum (*Phaseolus vulgaris*), e que se destaca por seu poder de alfa-amilase. O gênero *Phaseolus* compreende aproximadamente 55 espécies. As espécies de feijão cultivadas em maior volume no Brasil são: *Phaseolus vulgaris*, feijão comum, cultivado em todo o território nacional e *Vigna unguiculata*, comumente chamado de feijão de corda ou feijão caupi, com predominância de plantio na Região Amazônica, Nordeste e Centro-Oeste. Dentre as fabáceas ou, como são comumente conhecidas, leguminosas, o feijão possui bons níveis de proteínas, entre 20% e 35%, dependendo dos tratamentos culturais e da cultivar, além de apresentar elevado teor de lisina, fibras alimentares, carboidratos complexos, minerais como cálcio e, principalmente, ferro, além de vitaminas do complexo B, fornecendo assim de 10% a 20% dos nutrientes necessários para um adulto. Determinados constituintes do feijão, como fibras, taninos, fitatos e inibidores de amilase, correlacionam-se inversamente com a digestão de carboidratos e resposta glicêmica (ANDERSON; SMITH; WASNOCK, 1999).

A Faseolamina, composto que impede a absorção do amido, por ser uma glicoproteína inibidora de amilase salivar, vem sendo bastante indicada para tratamento de obesidade e diabetes uma vez que impede a absorção de carboidratos através da sua ligação à enzima alfa-amilase, inibindo a digestão do amido, conseqüentemente não absorvido, deixando de injetar calorias na dieta. Além disso, diferente de outros compostos indicados para obesidade que contêm cafeína e anfetamina, a faseolamina não causa efeitos colaterais indesejáveis. A Faseolamina pode ser comumente encontrada no mercado farmacêutico fitoterápico em forma de cápsulas conhecidas como suplementos alimentares para emagrecimento, mas também existe disponível em pó ou farinha (COLAÇO E DEGASPARI, 2014; MARQUEZ *et al* 2021)

Outro alimento muito conhecido atualmente pelos seus benefícios é o açaí. O açaizeiro (*Euterpe oleracea* Mart.) é uma palmeira tipicamente tropical de ocorrência em toda a extensão do estuário amazônico, em especial no estado do Pará, onde há maior concentração de açaizais nativos. Apresenta grande importância socioeconômica para a região amazônica, uma vez que há possibilidade de aproveitamento integral dessa matéria-prima, já que dos seus frutos é extraído a polpa de açaí, suas sementes são utilizadas para artesanato e adubo orgânico, as fibras que revestem a semente são utilizadas em móveis, compensados e na indústria automobilística, e o açaizeiro ainda fornece um palmito de ótima qualidade (NASCIMENTO, 1993).

Tradicionalmente, o açaí é usado como planta medicinal e como alimento básico em muitas partes do Brasil. Nos últimos anos, a polpa de açaí ganhou atenção internacional como alimento funcional devido a seus benefícios nutricionais e promessas terapêuticas (BONOMO *et al.*, 2014). O alto teor de antocianinas e de outros compostos fenólicos no açaí está associado a muitas atividades biológicas, principalmente antioxidantes (YAMAGUCHI *et al.*, 2015). Carneiro *et al* (2020) observaram que o açaí em pó manteve suas propriedades antioxidantes armazenado durante 270 dias, caracterizando como um produto com atividade funcional e podendo ser usado como ingrediente na produção de alimentos. Souza (2015) verificou que a polpa in natura de açaí apresentou um valor inferior de compostos fenólicos e de antocianinas totais em relação ao pó liofilizado.

Neste sentido, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o potencial tecnológico e nutricional da faseolamina e do açaí em pó como ingredientes funcionais em diferentes formulações de massas de pães utilizando delineamento composto central rotacional (DCCR) e analisar o efeito dessa adição em massas de pães congeladas do tipo forma integral nos parâmetros físicos dos pães e a eficácia destes ingredientes na redução do índice glicêmico do produto através de teste biológico *in vivo*.

2 REVISÃO DE LITERATURA

A revisão de literatura abordará um apanhado bibliográfico sobre pães e suas características, incluindo as farinhas necessárias para sua produção e os demais ingredientes elencando a função de cada um. Além disso abordará a definição e característica de ingredientes funcionais e suas principais propriedades finalizando com as massas congeladas e suas principais vantagens para a indústria de alimentos.

2.1 Pão

Historicamente, a história do pão está diretamente ligada a evolução do homem, pois quando deixou de ser nômade descobriu que alguns grãos, que antes cresciam soltos na natureza, poderiam ser plantados e cultivados e dentre esses grãos estava o trigo. Como passar do tempo, aproximadamente 6 mil anos após descoberta do cultivo do trigo, os egípcios desenvolveram a técnica de fermentar, criando a primeira versão do que hoje conhecemos como pão. Na antiguidade, por ser um alimento muito necessário a alimentação o pão foi considerado como moeda, pois existem relatos que os faraós, detentores de suas próprias padarias e dos melhores pães, os utilizavam para pagamento de serviços realizados (ABIP, 2021).

O Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade do pão define que:

Pão é o produto obtido pela cocção, em condições tecnologicamente adequadas, de uma massa fermentada ou não, preparada com farinha de trigo e ou outras farinhas que contenham naturalmente proteínas formadoras de glúten ou adicionadas das mesmas e água, podendo conter outros ingredientes (BRASIL, 2000).

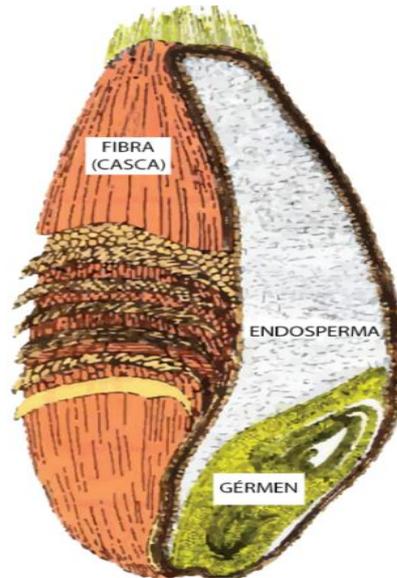
Atualmente existem diversos tipos de pães sendo comercializados no Brasil e no mundo, atendendo aos mais específicos gostos e necessidades dos consumidores, que, a depender de como são fabricados; incluindo ingredientes e tecnologias atreladas à produção, variam dos mais simples aos mais sofisticados (CAMPOS, 2021). Dentre as variedades de pães os mais comuns são os pães integrais e os pães do tipo francês. O pão integral deve seguir a mesma definição Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade do Pão, mas deve ser produzido o com farinha integral e/o fibra de trigo e/ou farinha de trigo (BRASIL, 2000).

2.2 Farinha de Trigo

A farinha de trigo (*Triticum aestivum*) é a principal matéria-prima na fabricação de pães. É obtida a partir da moagem do endosperma, componente que possui grande quantidade de amido dentro do grão de trigo, precedida da separação da casca ou pericarpo, rico em fibras e do gérmen, rico em lipídeos. A Figura 1 mostra a anatomia do grão de trigo e as 3 partes que

são separadas na moagem. De um modo geral, em sua composição química, o grão de trigo (Figura 1) possui 70 a 75 % de amido, 12 a 14% de água, 8 a 16% de proteínas, 2% de lipídeos e 2 a 3% de polissacarídeos não amiláceos. Dentre as farinhas dos diferentes cereais, apenas a do trigo tem a capacidade de formar uma massa viscoelástica, requerida para a produção de pão, devido as propriedades peculiares apresentadas por suas proteínas (TEDRUS *et al.*, 2001).

Figura 1- Anatomia do grão de trigo: Fibra, casca e gérmen,



Fonte: Adaptado de Caramelograma (2022)

2.2.1 *Farinha de Trigo Integral*

No Brasil, a farinha de trigo integral consiste na reincorporação das frações de farelo com ou sem o gérmen na farinha de trigo refinada, e se diferencia da farinha de trigo em grão inteiro pelo fato de não conter necessariamente as mesmas proporções de todas as partes do grão de trigo. Em abril de 2021 entrou em vigor a resolução da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) a resolução RDC nº 493 de 15 de abril de 2021 que dispõe sobre os requisitos para composição e embalagem de produtos integrais. Assim, alimentos contendo cereais deverão ser classificados como integral quando o produto contiver, no mínimo, 30% de ingredientes integrais ou quando a quantidade dos ingredientes integrais for superior à quantidade dos ingredientes refinados (BRASIL, 2021). Vale ressaltar que até a publicação dessa resolução os produtos possuíam um valor mínimo de componentes integrais exigido para serem considerados integrais, ficando a quantidade a cargo de cada fabricante.

TRUSWELL, 2002, concluiu que nutrientes, como ácido linolênico, fibra, folatos, selênio e vitamina E que poderiam ter efeito de proteção contra doenças cardiovasculares, geralmente são reduzidos pelo processo de refinamento dos grãos.

2.3 Água

A água é um ingrediente básico no processo de elaboração de massas, pois hidrata a farinha e umidifica os grânulos de amido e proteínas que após serem transformadas em glúten, servem como agente de ligação. A quantidade de absorção da água vai influenciar na qualidade da farinha de trigo.

Na formulação das massas de pães a água é um ingrediente que precisa ser bem dosado, uma vez que a falta ou o excesso de água interferem diretamente na umidade da massa o que afeta diretamente as condições favoráveis para a levedura e as enzimas. Quando há pouca água no processo, ocorre pouca hidratação do glúten afetando o desenvolvimento adequado de sua elasticidade. A água em excesso, torna a massa grudenta com pouca resistência à expansão provocada pela fermentação (AQUINO, 2012).

2.4 Açúcar

Algumas das funções gerais mais importantes do açúcar em massas segundo Canella-Raws, 2012, são interagir com as moléculas de proteína ou amido durante o processo de cocção, atuar como amaciador pela absorção de água e pela inibição do desenvolvimento do glúten da farinha, retardar a gelatinização do amido, incorporar ar à gordura, caramelizar quando exposto a altas temperaturas e acelerar a fermentação ao prover alimento ao fermento, Pessanha, 2016, reforça que o açúcar age como substrato para a levedura, auxilia na coloração da crosta e confere sabor doce ao pão (em massas doces ou semi doces).

2.5 Gorduras

Óleos e gorduras vegetais são produtos constituídos principalmente de glicerídeos de ácidos graxos de espécies vegetais que podem conter pequenas quantidades de outros lipídeos como fosfolipídios, constituintes insaponificáveis e ácidos graxos livres naturalmente presentes no óleo ou na gordura. Os óleos vegetais se apresentam na forma líquida à temperatura de 25°C e as gorduras vegetais se apresentam na forma sólida ou pastosa à temperatura de 25°C (BRASIL, 2005).

Na formulação de certos pães se introduz uma quantidade mínima de gordura (entre 1 e 6%) com a finalidade de obter massas mais extensíveis, mais estáveis na fermentação e com maior aumento de volume após o forneamento. Os produtos obtidos apresentam maior volume, textura mais suave, alvéolo mais fino e maior vida útil (RIBOTTA; TADINI, 2009).

Cauvain e Young (2009) descrevem que os níveis totais de gordura em produtos panificados são muito baixos e que a gordura é um dos responsáveis por proporcionar uma mordida mais curta e suave assim como obter um modesto aumento de vida de prateleira relativo à maciez do produto.

2.6 Fermento Biológico

Fermento biológico é o produto obtido de culturas puras de leveduras (*Saccharomyces cerevisiae*) por procedimento tecnológico adequado e empregado para dar sabor próprio e aumentar o volume e a porosidade dos produtos forneados. O Fermento biológico destina -se a ser empregado no preparo de pães e certos tipos de biscoitos e produtos afins de confeitaria (BRASIL, 1977).

Os fermentos utilizados na panificação podem ser de três tipos: fresco, seco e seco instantâneo. O fermento fresco possui características de massa prensada, homogênea, pastosa e consistência firme. Além disso tem uma coloração creme claro, odor e sabor próprios com umidade máxima de 75%. Os fermentos secos e seco instantâneo são apresentados na forma de pó, grânulos, escamas ou cilindros de diferentes tamanhos, possuem coloração variando de branca ao castanho claro, odor e sabor próprios e umidade de 12% (AQUINO, 2012).

2.7 Sal

O sal é indispensável em qualquer formulação de pão, pois além de realçar o sabor, atua como fortalecedor do glúten; no controle do tempo de fermentação (porque inibe a ação do fermento); como branqueador do miolo; como conservante. A dosagem inadequada desse ingrediente determina o resultado de um pão, causando na sua ausência, amolecimento excessivo da massa, achatamento da massa no período de descanso, fermentação rápida; e redução do volume do pão (VIANNA *et.al.*, 2018)

Além disso, o sal exerce influência na duração e conservação do produto, devido a sua capacidade de absorver água (higroscopicidade). Em um pão conservado em ambiente com baixa umidade, o sal causa uma redução na transferência da umidade do produto para o ar retardando o ressecamento e endurecimento da casca, em contrapartida, pães conservados em ambiente úmido, o sal tende a adquirir a umidade do ar, introduzindo-a no produto, exercendo um efeito negativo sobre o tempo de conservação (QUAGLIA, 1991).

Além de todas as funções já citadas, o sal melhora a coloração da superfície do pão, promovendo uma coloração mais “viva” da casca, além de conferir ao pão um aroma mais acentuado, quando comparado ao pão sem sal (AQUINO, 2012).

2.8 Alimentos Funcionais

Os alimentos funcionais têm esta denominação por que possuem propriedades capazes de gerar benefícios para a saúde física e mental além da prevenção de doenças crônico-degenerativas (ANGELIS, 2011). Um alimento pode ser considerado 'funcional' se for satisfatoriamente demonstrado que afeta benéficamente uma ou mais funções-alvo no corpo, além dos efeitos nutricionais adequados, de uma forma que seja relevante para um estado de saúde e bem-estar melhorado (DIPLOCK *et al.*,1999).

Essas substâncias são encontradas em frutas, verduras, cereais integrais e peixes. Em algumas plantas que proporcionam suas folhas para chás, como por exemplo o chá verde, são excelentes fontes de substâncias funcionais além de possuírem um alto poder antioxidante. O tomate, rico em licopeno; também considerado um antioxidante, ajuda a prevenir o câncer de próstata; o vinho tinto, por sua vez, é rico em polifenóis e resveratrol, substâncias que ajudam no bom funcionamento do coração (SULZBACH, 2012). Alimentos como grãos de cereais, oleaginosas e cascas de frutas, particularmente a aveia, soja e linhaça, além das farinhas integrais ou farelo de trigo e de arroz integral, constituem excelentes fontes de fibra alimentar, tanto na sua forma natural ou processada, resultando suas propriedades funcionais e atribuindo resultados positivos na prevenção de doenças crônicas degenerativas (MAZZA,1998).

Alguns termos alternativos utilizados na literatura são comumente utilizados para designar alimentos funcionais, tais como, “*Medical Foods*”, “*Designer Foods*”, “*Foods for Specified Health Use – FOSHU*”, “*Nutricional/Hypernutricional Foods*” e “*Nutracêuticos*” (BEHRENS, 2000).

HASLER 2002, afirma que os alimentos funcionais podem ser considerados alimentos integrais, fortificados, enriquecidos ou aprimorados que proporcionam benefícios à saúde além do fornecimento de nutrientes essenciais (por exemplo, vitaminas e minerais), quando consumidos em níveis eficazes como parte de uma dieta variada de forma regular.

A Tabela 1 mostra alguns compostos funcionais estudados, seus alimentos de origem e suas propriedades/funções no organismo.

Tabela 1 - Componentes ativos em alimentos funcionais e suas respectivas propriedades.

Alimento	Componente ativo	Propriedade/função no organismo
Soja e derivados	Isoflavonas e proteína da soja	Reduz sintomas da menopausa, pode prevenir alguns tipos de câncer e reduz os níveis de colesterol

Peixes como sardinha, salmão, atum, anchova, truta e arenque	ácidos graxos e ômega-3	Redução do LDL-colesterol e ação antiinflamatória
Óleos de linhaça, soja, nozes, amêndoas, castanhas e azeite de oliva	ácido graxo poliinsaturado	Estimula o sistema imunológico, ação antiinflamatória e pode reduzir o risco de doença cardiovascular
Uva roxa, mirtilo, vinho tinto, chá verde, cerejas, amoras e framboesas	catequinas e resveratrol	Pode prevenir de eventos cardiovasculares, trombose e câncer de pulmão
Leites fermentados, iogurtes e outros produtos lácteos fermentados	probióticos- bifidobactérias e lactobacilos	Favorece funções gastrointestinais, com redução de obstipação e podem auxiliar na prevenção do câncer de cólon
Manjeriço, manjerona, sálvia, uva, caju, soja, maçã	taninos	Ação antioxidante, antisséptica e vasoconstritora
Linhaça e noz-moscada	ligninas	Pode auxiliar na inibição da formação de alguns tipos de tumores
Alho e cebola	sulfetos alílicos	Pode auxiliar na redução de colesterol, pressão sanguínea, do risco para câncer gástrico e auxiliar os processos do sistema imunológico

Fonte: TONATO 2007.

2.9 Faseolamina (*Phaseolus vulgaris*)

O gênero *Phaseolus* compreende todas as espécies conhecidas como feijão, sendo a *Phaseolus vulgaris* L. a mais conhecida e a que possui inúmeras variedades tais como, carioca, roxo, preto, dentre outras (ÁVILA, 2018).

O *Phaseolus vulgaris*, pertence à família Fabaceae, vem sendo consumido como produto emagrecedor devido ao componente ativo a faseolamina, uma glicoproteína que possui a ação de inibir a enzima alfa-amilase, encontrada na saliva e no intestino delgado. Esta é responsável pela conversão de carboidratos em glicose, o que reduz a biodisponibilidade intestinal de carboidratos (FANTINI *et.al.*2009)

A faseolamina foi primeiramente isolada do feijão em 1975 por Marshall e Lauda onde, na ocasião, descobriram que essa proteína possuía a propriedade de inibir a alfa amilase, componente do amido junto com a amilopectina.

OBIRO *et al.* (2008) mostraram que a ação da faseolamina retarda a digestão dos carboidratos e reduz a taxa de absorção de glicose no intestino e a glicemia pós-prandial, e que quando administrada antes ou durante das refeições, possibilita o controle dos níveis de glicose sanguínea e a diminuição da taxa de absorção corporal de energia em forma de glicose.

Colaço, *et al.* (2014), afirmam que em estudos realizados com a faseolamina, mostra-se importante e essencial na dieta alimentar do brasileiro e exerce efeito na inibição da digestão do amido, bem como na sua absorção no sistema digestivo, por se tratar de uma proteína inibidora da enzima alfa-amilase. Os inibidores de alfa amilase estão presentes em grãos, incluindo trigo e arroz.

Layer, *et al.* (1985), por meio de uma perfusão de inibidor de alfa-amilase parcialmente purificado no duodeno, mostraram em estudos em seres humanos, uma inibição significativa da atividade da alfa amilase, durante a digestão de amido. Em outro trabalho, Layer, *et al.* (1986) descrevem que, com a ingestão de 50g de amido, juntamente com o inibidor purificado, houve uma redução dos níveis de glicemia pós prandial, em indivíduos com diabetes.

As proteínas de *Phaseolus vulgaris* possuem baixo valor biológico, e isto é atribuído a vários fatores como: estrutura compacta de proteínas nativas de feijões, que podem resistir à proteólise, um baixo conteúdo de aminoácidos sulfurados, compostos antinutricionais que podem modificar a absorção de um nutriente e alterar a liberação dos aminoácidos (WU, 1995).

2.10 Açaí (*Euterpe oleraceae* Mart. Palmae)

O açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) é um fruto rico em antocianinas, que atuam modulando o metabolismo lipídico para melhora dos danos no organismo causados pelo estresse oxidativo, desencadeado por doenças crônicas, além de apresentar efeitos satisfatórios nos níveis de glicemia e pressão arterial, prevenindo e controlando efeitos da síndrome metabólica (CEDRIM *et al.*, 2008).

O fruto do açazeiro possui uma forma globosa, de 1 a 2 cm de diâmetro, peso médio de 1,5 gramas; dependendo do tipo e da maturação, com epicarpo roxo ou verde, entretanto o seu consumo não pode ser na forma in natura, necessitando passar por um processamento (ROGEZ *et al.*, 2011).

Os benefícios do açaí para a saúde estão principalmente associados aos seus componentes bioativos. Os polifenóis são os principais componentes fitoquímicos do açaí e incluem antocianinas (cianidina 3-O-arabinosídeo, cianidina 3-O-glicosídeo e cianidina 3-O-

rutinosídeo), proantocianidinas ,outros flavonóides (epicatequina, catequina , isoorientina, orientina , isovitexina , e taxifolina) e lignanas. (RODRIGUES, *et al.* 2006; KANG, *et al.* 2010).

2.11 Massas congeladas

O pão feito de massa congelada tornou-se uma alternativa cada vez mais popular àquela feita diretamente da massa não congelada. A procura por pães sempre frescos fez com que esse mercado crescesse mesmo em meio a alguns fatores limitantes, como a falta de técnica e equipamentos adequados O congelamento é um método de preservação muito utilizado e empregado para retardar alterações na qualidade dos alimentos. Este processo garante, ainda, uma larga produção de pães em locais centrais para posterior distribuição aos consumidores, envolvendo grandes benefícios econômicos (CHEN *et al.*, 2013).

Segundo, Yi e Kerr (2009), a qualidade do pão feito com massa congelada depende da taxa de congelamento, da temperatura de armazenamento e do tempo armazenado. O congelamento mais rápido e temperaturas de armazenamento mais baixas provocam menos danos à rede de glúten, ajudando a reter as propriedades elásticas da massa.

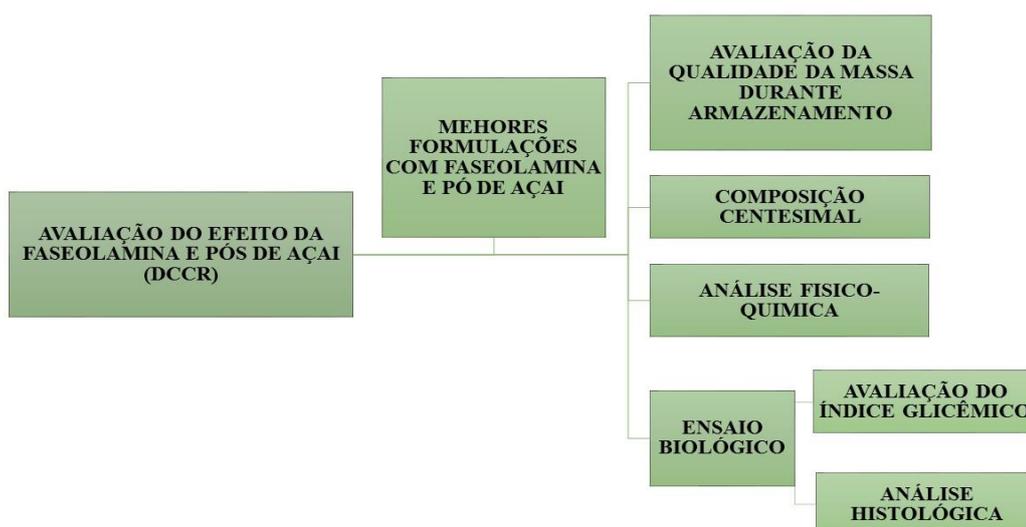
A elaboração e o armazenamento de massas de pães crus congelados têm se mostrado vantajosa para os pontos de venda e para o consumidor final, porém necessita de um controle rígido da temperatura de congelamento e armazenamento, pois podem ocorrer alterações na atividade das células do fermento biológico, bem como alterações de textura, volume e qualidade do produto (YI; KERR 2009; KECHINSKI *et al* 2010). Leray e colaboradores (2010) afirmaram que uma massa sem glúten quando enriquecida com proteínas é menos afetada pelo processo de congelamento, mas torna-se mais sensível às condições de armazenamento. A massa de pão congelada deve resistir às condições adversas antes de ser levada ao forno, e durante o descongelamento deve fermentar por um período aceitável, para que o produto apresente um volume normal e com características sensoriais e nutricionais desejáveis.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado em três etapas: Na primeira, foi avaliado o efeito da faseolamina e do pó de açaí nas formulações de pães analisando os seguintes parâmetros físicos: o perfil livre de expansão, o volume específico, a densidade e índice de expansão.

Em seguida, na segunda etapa, avaliados os efeitos e escolhidas as melhores formulações foi analisada a qualidade das massas congeladas durante o armazenamento (perfil livre de expansão, volume específico, a densidade e índice de expansão) determinando, ainda, a composição centesimal, os parâmetros físico-químicos. Como terceira etapa foi realizado um ensaio biológico *in vivo* em que foi avaliado o índice glicêmico esperado para cada massa e feita uma análise dos tecidos do pâncreas e do fígado para verificar a influências dos ingredientes funcionais. A Figura 2 mostra o fluxograma das etapas realizadas neste estudo.

Figura 2 - Fluxograma das etapas realizadas no trabalho.



Fonte: autor

3.1 Material

Para a elaboração dos pães foram utilizados os seguintes ingredientes: farinha de trigo enriquecida com ferro e ácido fólico, MEDALHA DE OURO®; açúcar refinado DOCE AÇÚCAR®; fermento biológico (*Saccaromyces Cerevisae*) seco instantâneo para massa salgada, FLEISHEMMAN®; gordura vegetal hidrogenada PURO SABOR®; sal refinado CISNE®. A Faseolamina (*Phaseolus vulgaris*), de origem chinesa, foi adquirida em São Paulo, oriunda da exportação pela empresa Acetar Bio-Tech (Lote: TYW181101), em forma de pó fino, coloração clara, teor de umidade de 3,15%, densidade aparente de 0,51 g.mL⁻¹ e com atividade inibitória da α -amilase de 3200 unidades/g, conforme laudo (Anexo A) encaminhado

pelo fabricante. O açaí em pó (*Euterpe Oleracea Mart.*) foi adquirido da empresa Vis Vitalis, em São Leopoldo, Rio Grande do Sul, (Lote DFG3271/10439-02/02).

3.2 Métodos

Para o desenvolvimento das formulações de pães adicionadas de faseolamina e açaí em pó foi utilizado, como ferramenta estatística, o Delineamento Composto Central Rotacional (DCCR) analisando duas variáveis independentes ($n=2$) com base em estudos de desenvolvimento de novos produtos e/ou processos (RODRIGUES; IEMMA, 2005).

Os percentuais de faseolamina e açaí em pó para o desenvolvimento das formulações de pães estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 2 - Variáveis e níveis do planejamento completo 2^2

Variáveis Independentes	Níveis codificados e reais das variáveis independentes				
	$-\alpha = -1,41$	-1	0	+1	$+\alpha = +1,41$
Faseolamina* (%) – X_1	3,93	5	7,5	10	11,03
Açaí em Pó* (%) – X_2	8,96	10	12,50	15	16,03

*Quantidade relacionada à adição em farinha de trigo na formulação padrão de pão considerando 100% de farinha de trigo.

Fonte: autor.

Os pontos axiais (o valor de α) foram calculados em função dos números de variáveis independentes ($n=2$) considerando a equação 1 e são mostrados na Tabela 3.

$$\alpha = (2^n)^{1/4} = 1,41 \quad (1)$$

Tabela 3 - Matriz do delineamento experimental com valores codificados para faseolamina e açaí em pó, respectivamente.

Ensaio	X_1	X_2	Faseolamina (%)	Açaí em Pó (%)
1	-1	-1	5	10
2	-1	+1	5	15
3	+1	-1	10	10
4	+1	+1	10	15
5	-1,41	0	3,93	12,50
6	+1,41	0	11,03	12,50
7	0	-1,41	7,5	8,96
8	0	+1,41	7,5	16,03

9(C)	0	0	7,5	12,50
10(C)	0	0	7,5	12,50
11(C)	0	0	7,5	12,50

Fonte: autor

3.3 Processo de elaboração dos pães tipo forma com faseolamina e açaí em pó

A produção dos pães tipo forma ocorreu no Laboratório de Biomateriais Alimentícios (LBMA) da Universidade Federal do Ceará (UFC). Os ingredientes foram pesados separados em balança semi-analítica. Para a produção dos pães aplicou-se o método direto, onde todos os ingredientes são colocados simultaneamente no início da etapa de mistura, com exceção do sal e da água. Posteriormente os ingredientes foram misturados em uma batedeira doméstica por 1 minuto em baixa velocidade até completa homogeneização. Em seguida foram adicionados o sal e a água gelada e, novamente, homogeneizada em velocidade média por 2 minutos e em alta velocidade por 3 minutos até obtenção do ponto de véu na massa. A massa após homogeneização foi levada à mesa onde passou pelo processo de sova até seu completo desenvolvimento, aproximadamente 15 min. A Tabela 4 apresenta os percentuais dos ingredientes comuns para o desenvolvimento de uma massa a padrão, desenvolvida à base de trigo sem substituição da farinha de trigo.

Tabela 4 - Formulação padrão para a produção de pão de forma integral

INGREDIENTES	%
Farinha de Trigo Branca	80
Farinha de Trigo integral	20*
Água	55 – 60**
Açúcar	5
Gordura Vegetal	3
Fermento Biológico	3
Sal	2

** Quantidade considerada antes da RDC 493/2015 da Anvisa

**A variação da quantidade de água adicionada é referente à mudança do percentual de absorção de água da farinha em relação à adição da faseolamina e açaí em pó.

Fonte: autor

As massas foram divididas em duas porções de aproximadamente 250g e moldadas na forma de elipses manualmente. Foram colocadas em formas de folha galvanizada de ferro de chapa única para pão de forma sem tampa. As formas com as massas foram colocadas em câmara de fermentação, a 29°C, por duas horas. Ao final da fermentação, os pães foram assados sem vapor durante 20 minutos a temperatura de 220 °C em forno elétrico, após o forneamento

os pães foram resfriados durante uma hora em temperatura a 30 °C. A Figura 3 representa o fluxograma das etapas de produção dos pães

Figura 3 - Fluxograma das etapas de produção do pão integral tipo forma



Fonte: autor

3.4 Avaliação do processo de fermentação

A expansão das massas durante o processo de fermentação foi avaliada através do procedimento experimental de perfil livre de expansão adotado por Gabric *et al.* (2011), com modificações. As massas foram consideradas como elipses truncadas e as dimensões de altura e comprimento das massas foram realizadas com o auxílio de régua milimetrada simples a cada 10 minutos, até um total de 90min. Para a avaliação do perfil livre de expansão, as massas foram colocadas em fôrmas de alumínio com dimensões de 30 x 30 cm para permitir a sua livre expansão sem limitar suas dimensões. O volume das massas, para cada tempo de medição, foi calculado com base na fórmula da elipse e sua rotação em torno do eixo y, conforme demonstra a equação 2. O fator de expansão do volume (VEF) foi calculado através da equação 3.

$$V \text{ (cm}^3\text{)} = \pi a^2 \left(\frac{2b}{3} + b' - \frac{b'^3}{3b^2} \right) \quad (2)$$

Onde: 'a' é a largura (cm) da elipse, b é a altura (cm) da elipse (do centro a elipse superior), b' é a altura (cm) da elipse (do centro a parte inferior).

$$VEF = \frac{V - V_0}{V_0}$$

(3)

Onde, v (cm^3) é o volume da massa ao longo do tempo de fermentação, V_o (cm^3) é o volume inicial da massa.

3.5 Volume específico

As massas dos pães foram obtidas com o auxílio de balança semi-analítica e expressa em gramas. O volume deslocado dos pães foi medido pelo deslocamento de sementes de painço, aferido em proveta graduada de 1000 mL, expressando o resultado mL. O volume específico foi calculado pela divisão do volume (v) deslocado do pão pela sua massa (g), segundo método 72-10 da AACC (1995), como mostra a equação 4:

$$\text{Volume específico (mL.g}^{-1}\text{)} = \frac{V \text{ (mL)}}{m \text{ (g)}} \quad (4)$$

3.6 Densidade

A densidade da massa foi determinada pela relação massa/volume, conforme equação 5:

$$\text{Densidade (g/mL)} = \frac{\text{Peso da amostra assada (g)}}{\text{Volume Deslocado (mL)}} \quad (5)$$

3.7 Índice de expansão

Para o cálculo do índice de expansão foi adaptada a metodologia utilizada por Silva e colaboradores (2003) para pão de queijo. As massas foram moldadas na forma esférica para permitir as medições do diâmetro e da altura, com auxílio de régua milimetrada simples. A análise foi realizada em triplicata, sendo o cálculo feito através da equação 6:

$$\text{Índice de Expansão (Ie)} = \frac{\frac{(Dp+Hp)}{2}}{\frac{(Dm+Hm)}{2}} \quad (6)$$

Onde Dp e Hp são, respectivamente, o diâmetro e a altura dos pães após o forneamento e Dm e Hm , diâmetro e altura das massas moldadas, respectivamente.

3.8 Análise estatística do delineamento composto central rotacional (DCCR)

A análise estatística dos resultados obtidos a partir da avaliação dos parâmetros físicos - fator de expansão das massas, volume específico, densidade e índice de expansão dos pães - no desenvolvimento das formulações foi realizada através do delineamento composto central rotacional a partir da superfície de resposta e suas respectivas curvas de contorno. análise de variância (ANOVA), teste de médias ao nível de 5% de significância e análise de regressão. Os resultados das variáveis dependentes, respostas de cada um dos 11 ensaios, foram

tratados por análise de regressão múltipla para a obtenção de modelos matemáticos e para a validação dos modelos foi utilizada a ANOVA.

3.9 Produção de pães com massas congeladas adicionados de faseolamina e pó de açaí

As massas de pães para congelamento foram produzidas a partir da escolha dos melhores resultados obtidos da adição de faseolamina e pó de açaí. Para produção foi seguido a mesma metodologia citada no item 3.3. A Tabela 5 apresenta as formulações utilizadas para produção de pães do tipo forma integral de massa congelada.

Tabela 5 - Formulações para produção dos pães tipo forma integral padrão e com adição de faseolamina e açaí em pó.

Ingredientes (%)	Padrão	T1	T2
Farinha de trigo	80%	80%	80%
Farinha de trigo integral	20%	20%	20%
Gordura vegetal hidrogenada	3%	3%	3%
Açúcar refinado	5%	5%	5%
Fermento biológico	3%	3%	3%
Açaí em pó	-	6%	11%
Faseolamina	-	8%	8%
Água	55-60%	55-60%	55-60%

Após preparadas as massas foram congeladas e o estudo do efeito do congelamento nas formulações foi realizado nos seguintes tempos: 0, 15, 30, 45 e 60 dias (identificados como T0, T15, T30, T45 e T60). A cada 15 dias após o preparo, as massas eram retiradas do freezer e colocadas em armário na temperatura ambiente por 90 min para que se completasse o processo de fermentação e, assim, segue para o forneamento.

As amostras foram submetidas às análises de perfil livre de expansão durante a fermentação (descrita na seção 3.4) ou volume total de expansão na fermentação (VEF), volume específico, densidade e índice de expansão, descritos nas seções 3.5 a 3.7; bem como a determinação da composição centesimal, além de ensaio biológico *in vivo* para determinação do índice glicêmico das amostras.

3.10 Composição centesimal

Foram analisadas nas formulações de pães o teor de umidade, o percentual de cinzas, proteína bruta, cinzas, carboidratos totais e o valor calórico.

A determinação da umidade foi feita de acordo com o método nº 44-15 da American Association of Cereal Chemistry (AACC), 1995. Através de secagem em estufa de circulação forçada de ar até peso constante, com temperatura de 105 °C

O percentual de cinzas foi realizado segundo a metodologia descrita pela AACC (1995) método nº 08-01, com carbonização das amostras em chama direta e posterior calcinação em mufla a 550 °C por 12 horas.

A proteína foi quantificada através da metodologia da AACC (1995) método nº 46-13, utilizando o método de determinação de nitrogênio total de Kjeldahl. A proteína bruta será calculada utilizando-se o fator 5,70.

A quantidade de lipídeos foi calculada seguindo a metodologia AACC (1995) método nº 30-25, sendo extração direta da amostra com hexano em extrator contínuo

O teor de carboidratos (C) totais foi calculado por diferença, subtraindo os demais compostos analisados de acordo com a equação 7.

$$C (\%) = 100 - (\% \text{ de proteínas} + \% \text{ de lipídeos totais} + \% \text{ de cinzas} + \% \text{ de umidade}) \quad (7)$$

O valor calórico foi calculado utilizando os coeficientes de ATWATER (carboidratos = 4,0; lipídios = 9,0; proteínas = 4,0), conforme a equação 8.

$$\text{Energia (kcal/100g)} = (4 \times P) + (4 \times C) + (9 \times L) \quad (8)$$

Onde, P é a quantidade de proteína; C, quantidade de carboidrato e L é a quantidade de lipídeo.

A análise de fibra brutas foi realizada segundo a metodologia descrita pela AOAC (1995).

3.11 Análise físico-química do pão

As análises foram realizadas de acordo com o protocolo descrito pelo Instituto Adolf Lutz (2008). Para a acidez total a amostra de pão foi pesada e diluída em água destilada e foram adicionadas gotas do indicador fenolftaleína, sendo essas amostras tituladas, em triplicata, com solução NaOH 0,1 N até o ponto de viragem. O resultado foi expresso em % de acidez em solução molar por cento.

Para a análise de potencial hidrogeniônico (pH), os pães foram triturados e colocados em béqueres de 50mL com água destilada para leitura posterior em um pHmetro.

As análises de PH e acidez foram obtidas no tempo de 30 dias das amostras congeladas.

3.12 Ensaio Biológico

O ensaio biológico foi realizado para avaliar o índice glicêmico das massas alimentícia em camundongos albinos da espécie *Swiss (Mus musculus)*. Paralelamente, foram

coletados outros dados, tais como a glicemia, o peso dos animais, bem como os consumos de ração e água.

O planejamento e a execução do ensaio obedeceram às recomendações do Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal – CONCEA. Os animais ficaram em ambiente exclusivo para roedores, com baixo nível de ruído e temperatura controlada. Ademais, o estudo foi submetido à avaliação da Comissão de Ética no Uso de Animais (certificado no Anexo B).

3.12.1 Animais

Foram utilizados 36 camundongos saudáveis, em fase de crescimento, com aproximadamente 4 semanas e com peso médio variável. Inicialmente, eles foram pesados e permanecem por uma semana adaptando-se às condições do laboratório; após esse período, foram pesados novamente e distribuídos aleatoriamente em 6 gaiolas contendo, em cada gaiola, 6 animais com água e alimentação *ad libitum*, ciclo de claro/ escuro de 12 horas e temperatura na faixa de $24 \pm 2^\circ\text{C}$ durante todo o experimento com a atenção para que o peso médio entre os grupos não ultrapassasse a diferença de 5 gramas (AOAC, 1995).

Os grupos foram separados de forma que cada um recebesse uma amostra diferente de pão. O experimento seguiu a seguinte divisão: grupos P1 e P2 receberam a amostra controle, padrão, os grupos 6.1 e 6.2 a formulação T6 e os grupos 11.1 e 11.2 a formulação T11.

Para o controle de ingestão alimentar, o consumo de ração foi monitorado, semanalmente, e o consumo total por caixa foi dividido pelo número de animais, estimando a ingestão alimentar individual. Os animais também foram pesados, semanalmente, para determinar o desenvolvimento corporal.

O ensaio teve duração de 53 dias, contados a partir do primeiro dia de administração das formulações otimizadas. Durante o experimento os animais ficaram em gaiolas de polipropileno, com ar filtrado e renovado. Os cuidados de higienização das caixas, tais como troca da maravalha e lavagem, foram acompanhados diariamente e realizados sempre que necessário, por tratador único.

3.12.2 Preparo das amostras de pães

Os pães devidamente descongelados foram assados por 20 min. a 180°C em forno previamente aquecido por 5 min. Após o assamento, eles foram triturados em liquidificador doméstico e logo em seguida passados em uma peneira (35 mesh) com granulométrica (TYLER MESH) para obtenção de uma farinha. Em seguida a farinha foi diluída em água destilada e homogeneizada, por 3 min a 600rpm, em agitador magnético (Tecnal).

O extrato de feijão branco, Faseolamina (*Phaseolus vulgaris*), foi adquirido em São Paulo, oriundo da exportação pela empresa Acetar Bio-Tech, de origem chinesa. A dose administrada nos animais foi calculada, baseando-se em estudo já realizado onde os animais receberam a quantidade de 1g/kg de peso corporal de faseolamina.

As soluções dos pães foram preparadas na concentração de $0,1\text{g mL}^{-1}$, e o volume foi administrado de acordo com o peso de cada animal, realizando a gavagem com o volume, considerando $10\ \mu\text{L.g}^{-1}$ de peso do camundongo, correspondente a dose calculada em função do peso corporal aferido no dia.

3.12.3 Índice glicêmico (IG) *in vivo*

Inicialmente foi mensurado o índice glicêmico (IG) das massas seguindo os protocolos descritos pelo *Food and Agriculture Organization / World Health Organization* (FAO/WHO, 1998) e por Brouns *et al.* (2005). Durante os procedimentos para os cálculos dos IG's foi utilizada metodologia similar à que Zanella, (2016) usou em seu estudo. Os animais foram previamente submetidos ao jejum de 5 horas, e realizado a aferição da glicemia de jejum, através de uma gota de sangue da extremidade caudal, utilizando o glicosímetro portátil (G-Tech Free₁). Para a determinação do IG controle foi utilizado como alimento padrão o pão branco adquirido no comércio local, passando pelo mesmo processo adotado para as amostras obtendo uma farinha fina, a qual foi diluída com água destilada. Para o cálculo da área da curva glicêmica do alimento padrão, todos os animais receberam três doses iniciais de amostra do pão branco, em dias alternados. A administração foi realizada através de gavagem, utilizando cânula de aço inoxidável e seringa, respeitando-se o limite de volume máximo de 1 mL por animal. Após a administração foram coletadas amostras de sangue, de cada animal, através de punção caudal, para construção da curva de glicose plasmática, as coletas foram nos tempos 15, 30, 45, 60, 90 e 120 minutos. Depois de calcular a área do alimento padrão para cada animal, iniciou-se a administração das amostras controle e as duas otimizadas (formulações selecionadas), também com o auxílio da cânula e seringa pelo mesmo período de tempo utilizado para o controle.

Calculou-se, geometricamente, para cada animal, a área sob a curva usando a regra trapezoidal, como a área incremental sob a curva da resposta glicêmica, ignorando as áreas abaixo da linha base (*Ignoring the area below baseline – IUAC*) ou linha do jejum (FAO/WHO, 1998; BROUNS *et al.*, 2005). O IG foi calculado, individualmente, com os valores médios das áreas das curvas obtidas para o pão e para os alimentos testes seguindo a equação 9 e posteriormente foi calculado o valor médio do Índice Glicêmico para cada massa alimentícia.

$$IG = (\text{área da curva do alimento teste}) / (\text{área da curva do alimento padrão}) \times 100 \quad (9)$$

3.12.4 *Parâmetros Biológicos*

Depois de analisar as curvas glicêmicas para o alimento padrão (pão branco) para cada animal, foi iniciada a suplementação dos camundongos, por grupo, conforme a divisão a seguir, Grupo 1 (Formulação controle) e os Grupos 2 e 3 (Formulações selecionadas), até completar os 57 dias de experimento.

O peso corporal dos animais foi mensurado, conforme descrito por Brites e colaboradores (2011), pesando-os individualmente a cada três dias. A fim de monitorar o ganho ou redução de peso, bem como determinar o consumo alimentar. Com esses dados foi, também, avaliado o coeficiente de eficiência alimentar (CEA) ou *Food Efficiency Ratio* (FER) das massas alimentícias que é a relação entre o ganho de peso por quantidade de alimento consumido:

$$CEA (\%) = (PF - PI) / TA \quad (10)$$

Onde, PF é o peso (g) final do animal durante o período de acompanhamento; PI é o peso (g) corporal do animal no início do experimento e TA é a quantidade total (g) de alimento ingerido do início ao fim do experimento.

Para acompanhar a ingestão alimentar dos animais a ração foi pesada e colocada em suas respectivas caixas. Após 3 dias, o conteúdo restante de ração nas caixas de cada gaiola foi pesado novamente e dividido pelo número animais (12 camundongos). O resultado dessa divisão foi dividido pelo número de dias que a ração ficou disponível para alimentação (3 dias) obtendo, assim, a quantidade de ingestão de ração individual de cada animal por dia. Paralelamente, foi também observado o perfil de consumo hídrico de cada grupo ministrando-lhes 300 mL de água e aferindo a cada 3 dias, em recipiente com marcação volumétrica. O valor obtido, diminuindo o volume inicial (300 mL) e o resultado obtido (volume final) foi dividido por 3, para avaliar o consumo de água diário.

A glicemia de jejum dos camundongos, também, foi verificada semanalmente, no mesmo dia e horário, totalizando oito aferições, após o início do experimento. Ressaltando que, a priori, foi também aferida a glicemia dos animais, imediatamente, antes do início da suplementação. O sangue foi coletado por meio da técnica da amputação da extremidade da cauda e foi utilizado o glicosímetro portátil (G-TECH FREE₁).

3.12.5 *Análise histológica*

Para avaliar as alterações histopatológicas presentes no pâncreas e fígado, foram feitas lâminas histológicas de fragmentos destes órgãos. Após os animais serem submetidos a

eutanásia foram selecionados de forma aleatória 6 animais, sendo 2 de cada grupo. Os 12 órgãos foram removidos e processados por técnicas histológicas de rotina. Inicialmente, as amostras foram fixadas em formol 10% tamponado por no mínimo 24 horas. Em seguida, foram armazenadas em cápsulas histológicas e desidratadas, em banhos com álcool etílico 70%. Os tecidos foram então embebidos em dois banhos de parafina a 58-60 °C e por fim incluídos nessa mesma substância em formas de blocos. Os blocos foram então cortados em microtomia para a obtenção de cortes de 5 µm de espessura e montados em lâminas previamente limpas, desengorduradas e banhadas em solução fixadora de albumina. As lâminas foram coradas pelo método HE (hematoxilina-eosina) e avaliadas em microscopia óptica por patologista (cego).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A seção 4.1 refere-se ao estudo do efeito da adição de faseolamina e pó de açaí às formulações de pão. Em seguida, na seção 4.2 e 4.3 são expressos os resultados da composição centesimal e físico-químicos, respectivamente, das melhores formulações escolhidas para produção de pães com faseolamina e pó de açaí. Na Seção 4.4 é avaliado o efeito do congelamento no armazenamento dos pães produzidos e por fim, na seção 4.5 são expressos os resultados do ensaio biológico *in vivo*.

4.1 Avaliação dos parâmetros físicos dos pães tipo forma adicionados de faseolamina e açaí em pó

A partir do planejamento experimental utilizando o DCCR foram realizados 11 experimentos. Dessa forma, a Tabela 6 apresenta os valores médios dos parâmetros físicos avaliados e os resultados do teste de Tukey para os pães tipo forma adicionados de faseolamina e açaí em pó.

Tabela 6 - Resultados dos efeitos da adição de faseolamina e pó de açaí nas formulações produzidas a partir do DCCR.

Ensaio	Faseolamina		Açaí em Pó		Volume Específico (mL.g ⁻¹)	Densidade (g.mL ⁻¹)	Índice de expansão	VEF máximo (cm ³)
	COD	RE	COD	RE				
1	-1	15,00	-1	30,00	2,88 ^e ±0,01	0,35 ^b ±0,002	1,32 ^c ±0,07	3,43 ^h ±0,03
2	-1	15,00	+1	45,00	2,76 ^f ±0,01	0,36 ^b ±0,001	1,32 ^c ±0,02	3,68 ^g ±0,02
3	+1	30,00	-1	30,00	2,17 ^c ±0,06	0,46 ^{ab} ±0,003	0,97 ^a ±0,06	2,46 ^c ±0,03
4	+1	30,00	+1	45,00	1,67 ^d ±0,01	0,60 ^a ±0,005	0,58 ^b ±0,01	2,28 ^d ±0,05
5	-1,41	11,79	0	37,50	2,52 ^h ±0,01	0,39 ^{ab} ±0,001	1,43 ^c ±0,07	1,85 ^e ±0,03
6	+1,41	33,09	0	37,50	2,80 ^{fg} ±0,01	0,36 ^b ±0,006	1,39 ^c ±0,00	3,92 ^a ±0,02
7	0	22,50	-1,41	26,88	2,68 ^b ±0,01	0,51 ^{ab} ±0,001	1,33 ^c ±0,13	3,48 ^h ±0,03
8	0	22,50	+1,41	48,09	3,33 ^a ±0,01	0,30 ^b ±0,001	1,40 ^c ±0,04	3,83 ^f ±0,02
9(C)	0	22,50	0	37,50	2,84 ^{ef} ±0,01	0,35 ^b ±0,001	1,38 ^c ±0,10	3,82 ^f ±0,02
10(C)	0	22,50	0	37,50	2,50 ^h ±0,01	0,40 ^{ab} ±0,002	1,38 ^c ±0,09	3,70 ^g ±0,03
11(C)	0	22,50	0	37,50	2,50 ^h ±0,01	0,40 ^{ab} ±0,001	1,44 ^c ±0,02	3,09 ^b ±0,02

COD: Valores Codificados; RE: Valores Reais. VEF: fator de expansão na fermentação. ¹ Letras distintas em uma mesma coluna apresentam diferenças significativas ao nível de 5% de significância (p≤0,05).

Fonte: autor.

O maior volume específico foi obtido pela amostra 1 (2,88 mL.g⁻¹) seguido da amostra 8 (3,33 mL.g⁻¹) e 9, com 2,84 mL.g⁻¹, enquanto o menor volume foi observado para a amostra 4 com 1,67 mL.g⁻¹, com adição de 10% de faseolamina e 15% de açaí em pó, apresentando, em contrapartida, o maior valor de densidade 0,60 g.mL⁻¹. As amostras 5, 10 e 11 não apresentaram diferenças significativas à 5% de significância para o volume específico. As densidades das amostras estudadas variaram de 0,30 a 0,51 g.mL⁻¹, sendo o maior valor de densidade obtido para a amostra 7 (0,51 g.mL⁻¹) e o menor valor, para a amostra 8 com valor de 0,30 g.mL⁻¹. As menores densidades encontradas nas amostras 1, 2, 6, 8 e 9 variaram de 0,30g/ml a 0,36g/ml não apresentando diferenças significativas ao nível de 5% de significância assim como as amostras 3, 5, 7,10 e 11 não apresentaram diferenças significativas entre si.

O Índice de expansão dos pães adicionados de faseolamina e açaí em pó variou entre 0,97 (amostra 3) a 1,44 (amostra 11). Nos ensaios 1, 2, 5, 6, 7, 8, 9 e 10 não houve diferenças significativas entre si, mostrando que a modificação das quantidades dos ingredientes funcionais não altera o índice de expansão.

Para o VEF, o menor valor obtido foi de 1,85 cm³ (amostra 5) adicionado de 3,93% de faseolamina e 12,50% de açaí em pó, enquanto o maior valor obtido foi 3,92 cm³ (ensaio 6) com 11,03% de faseolamina e 12,50% de açaí em pó. Para os pontos centrais houve diferenças significativas e os valores variaram de 3,09 cm³ a 3,82 cm³. Não houve diferenças significativas para as amostras 6, 8, 9 e 10, onde o VEF máximo variou de 3,82 cm³ a 3,92 cm³, assim como as amostras 4 e 11 não apresentaram diferenças entre si. Em um estudo com adição de fibras insolúveis em pão tipo francês, Pessanha 2016, verificou que o volume dos pães não diferiu significativamente de um pão padrão, podendo ter valores ligeiramente menores.

4.1.1 Efeito da faseolamina e açaí em pó no volume específico

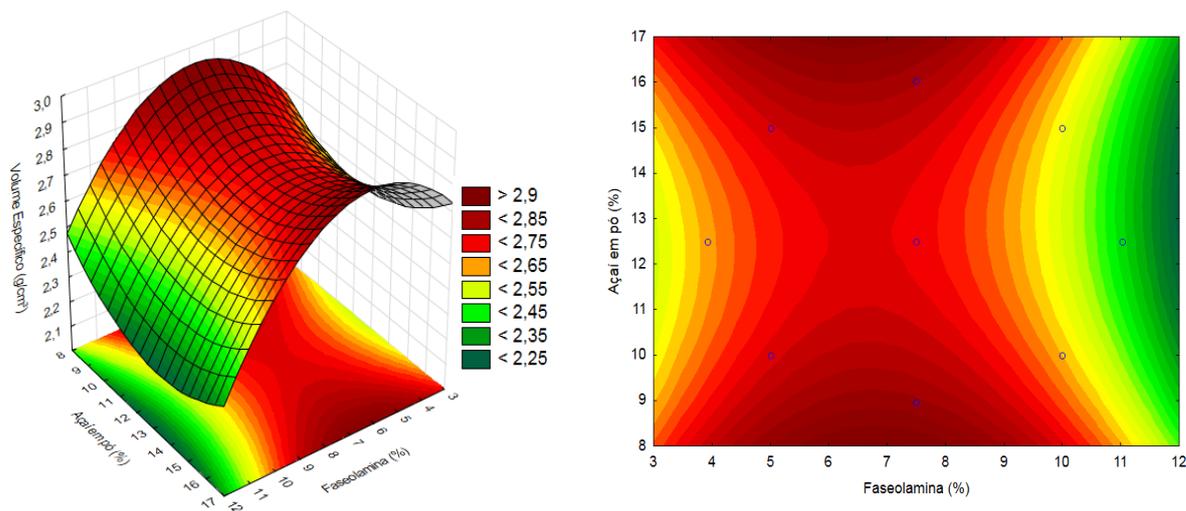
O modelo matemático representado na equação 11, obtido com as variáveis codificadas que retratam o comportamento do volume específico em função da faseolamina e do açaí em pó foi representado por um polinômio de segunda ordem, o coeficiente de determinação encontrado, R² = 0,9548, foi significativo e o modelo é válido, indicando que ele explica 95,48% dos dados observados:

$$\text{Volume Específico} = 2.74 - 0.16(\mathbf{F}) - 0.21(\mathbf{F})^2 - 0.01(\mathbf{A}) + 0.10(\mathbf{A})^2 - 0.02(\mathbf{FA}) \quad (11)$$

Observa-se que quando adicionado valores superiores a 11% de açaí em pó e 4% de faseolamina nos produtos, reduz o volume para valores inferiores a 2,75 mL.g⁻¹, quando a adição de faseolamina for entre 5 e 8%, há um aumento do volume específico para valores

inferiores a 2,85 mL.g⁻¹. A Figura 4 apresenta o gráfico da superfície de resposta e sua respectiva curva de contorno do efeito da adição da faseolamina e do açaí em pó sobre a densidade das massas estudadas.

Figura 4 - Superfície de resposta e curva de contorno da ação da faseolamina e açaí em pó sobre o volume específico



Fonte: autor

4.1.2 Efeito da faseolamina e açaí em pó na densidade

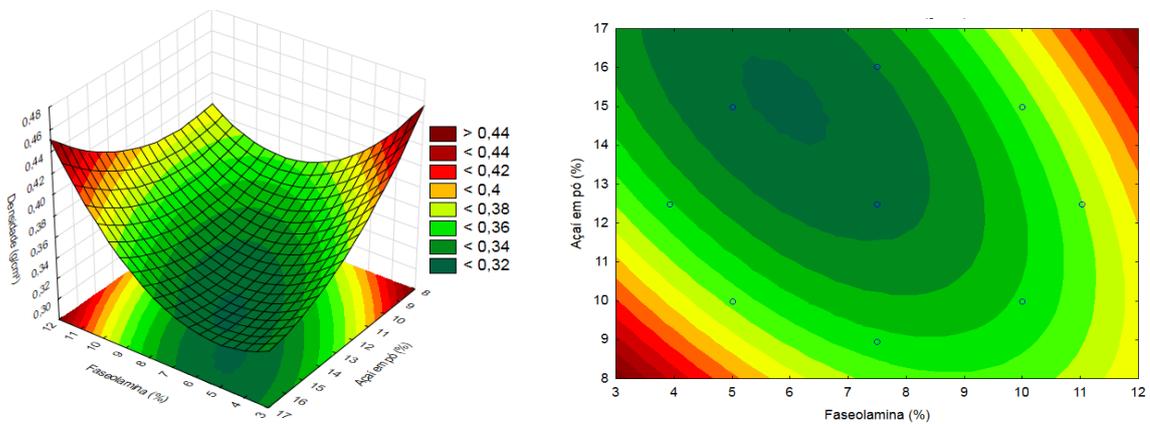
A figura 5 apresenta o gráfico de superfície de resposta e curva de contorno da densidade sob a ação da faseolamina e açaí em pó. A curva de contorno gerada mostrou que a adição de faseolamina e açaí em pó em maiores percentuais gerou amostras com menor densidade. O coeficiente de determinação encontrado, $R^2 = 0,9203$, foi significativo e o modelo da equação 12 é válido, indicando que ele explica 92,03% dos dados observados.

$$\text{Dens.} = 0,32 + 0,01(F) + 0,03(F)^2 - 0,01(A) + 0,01(A)^2 + 0,02(F \times A) \quad (12)$$

A superfície de resposta e a curva de contorno, mostrou que três amostras estão na região onde a densidade é menor que 0,36 g.mL⁻¹, que correspondem aos ensaios 1, 2 e 3. A faixa ótima não foi alcançada por nenhum ensaio, com densidade inferior a 0,30 g.mL⁻¹, dentro dos parâmetros estudados.

Quantidades superiores a 22,5 g de faseolamina proporcionaram valores elevados de densidade, diferentemente do açaí em pó que com valores adicionados variando de 30 g a 49 g os resultados de densidade apresentaram-se dentro do esperado (0,35 a 0,60 g.mL⁻¹). Com isso, para a densidade a faixa ótima ficou entre 5 e 8% de faseolamina e 15 a 16% de açaí em pó.

Figura 5 - Superfície de resposta e curva de contorno da ação da faseolamina e açaí em pó sobre a densidade

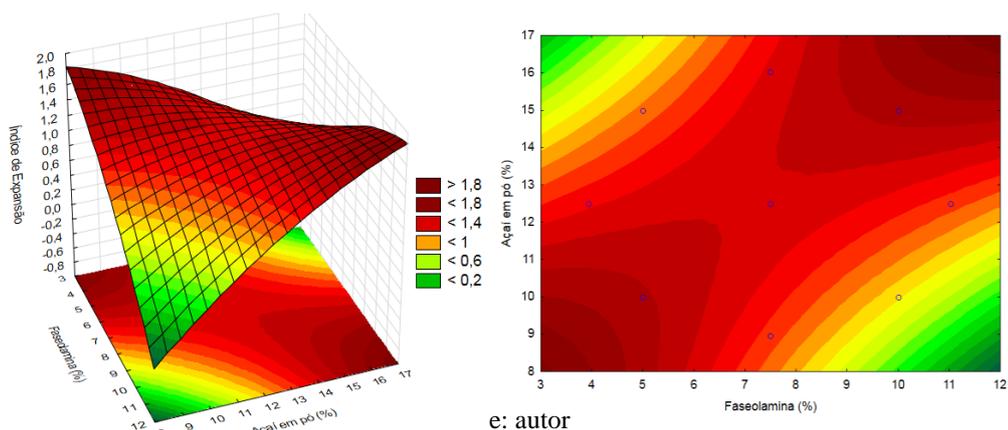


Fonte: autor

4.1.3 Efeito da faseolamina e açaí em pó no índice de expansão (IE)

Na figura 6 observa-se a superfície de resposta para os valores adicionados de faseolamina e açaí em pó em relação ao IE. A curva de contorno obtida mostrou que esse parâmetro foi afetado de forma não satisfatória pelas variáveis independentes, pois quanto maior a adição da faseolamina e de açaí em pó menor o IE obtido.

Figura 6 - Superfície de resposta e curva de contorno da ação da faseolamina e açaí em pó sobre o Índice de expansão



e: autor

As amostras 5, 8 e 11 obtiveram valores superiores a 1,40 para este parâmetro com melhores resultados, também, para o volume específico e densidade destes ensaios que estão mais próximos da formulação ideal. Valores superiores a 14% de açaí em pó geram índices de expansão fora da faixa ótima, para a faseolamina valores menores que 8% impedem um bom

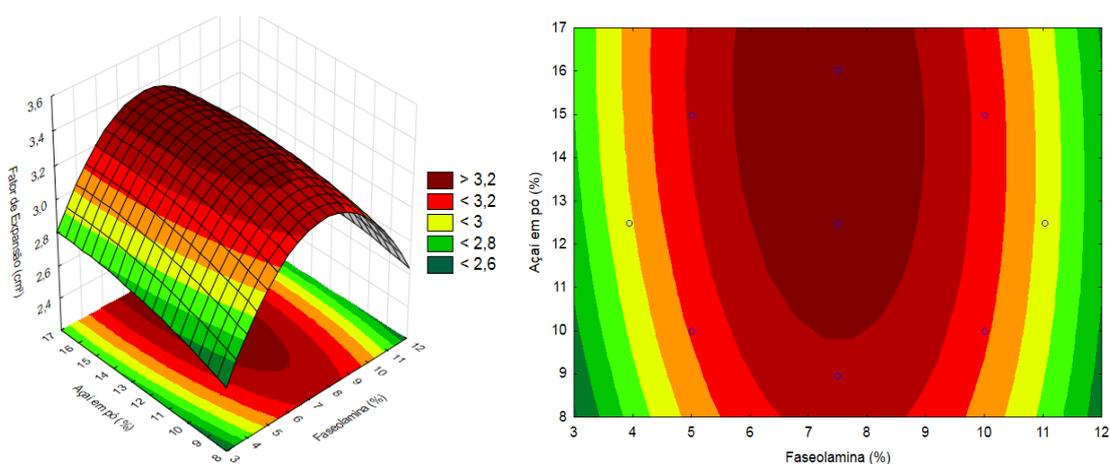
resultado para este parâmetro. O coeficiente de determinação encontrado a partir da equação 13 foi $R^2 = 0,9729$.

$$\text{Índice de Expansão} = 1,38 - 0,09 (F) - 0,16 (F)^2 + 0,11(A) - 0,14 (A)^2 + 0,60 (F \times A) \quad (13)$$

4.1.4 Efeito da faseolamina e açaí em pó no volume de expansão máximo na fermentação - VEF

O modelo obtido é apresentado na equação 14. A partir dele, foi possível obter as superfícies de respostas e as curvas de contorno para o efeito da adição de faseolamina e açaí em pó no VEF mostrados no gráfico da figura 7. A adição de faseolamina em quantidades superiores a 10% e menores que 5% prejudicaram o fator de expansão máximo, com valores inferiores a $2,40 \text{ cm}^3$.

Figura 7 - Superfície de resposta e curva de contorno da ação da faseolamina e açaí em pó sobre VEF



Fonte: autor

Mediante os resultados obtidos a partir do estudo realizado referente aos efeitos da adição de faseolamina e açaí em pó nas formulações de pães, foram escolhidas as amostras 6 e 11, contendo 8% de faseolamina e 6% de açaí em pó e, 8% de faseolamina e 11% açaí em pó, respectivamente, para dar continuidade ao trabalho, produzindo, assim, as massas congeladas e pão tipo forma integral, bem como para os testes *in vivo*.

4.2 Composição centesimal das massas de pães congeladas

Nas amostras 6 e 11 foi realizada a análise de composição centesimal e os resultados obtidos foram expressos na Tabela 7.

Tabela 7 - Composição centesimal de pães tipo forma integral adicionados de diferentes quantidades de faseolamina e açaí em pó.

Composição centesimal (%)	Formulações		
	Padrão	T6	T11
Umidade	36,84 ^b ±0,45	31,36 ^a ±0,54	31,08 ^a ±0,45
Proteína	7,93 ^a ±0,47	7,99 ^a ±0,44	8,19 ^a ± 1,86
Gordura	6,59 ^b ±1,44	7,66 ^b ±1,11	8,95 ^b ±0,94
Cinzas	1,93 ^b ±0,01	2,06 ^{ab} ±0,02	2,31 ^a ±0,03
Carboidratos	46,71 ^b ±1,33	49,48 ^a ±1,95	50,93 ^a ±1,45
Fibras	1,31 ^a ±0,15	1,49 ^a ±0,12	1,97 ^a ±1,25
Valor calórico	277,91 ^a ±6,51	304,63 ^a 7,46	311,19 ^b ±7,32

¹ Letras distintas em uma mesma coluna apresentam diferenças significativas ao nível de 5% de significância ($p \leq 0,05$). ² FORMULAÇÕES: Padrão (0% de faseolamina e 0% de açaí em pó); T6 (8% de faseolamina e 6% de açaí em pó); T11 (8% de faseolamina e 11% açaí em pó); ³ Valor calórico (Kcal / 100 g de massa alimentícia)
Fonte: autor

Conforme valores estabelecidos pela Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO, 2011); 100 g de pão de fôrma integral possui 34,70 g de umidade, 9,40 g de proteína, 3,70 de lipídios, 49,90 g de carboidratos, 2,30 g de cinzas e 6,90 g de fibra alimentar.

As formulações estudadas (T6 e T11) apresentaram quantidades de carboidrato acima da esperada, segundo a TBCA, com respectivos valores de 49,48 e 50,93% (Tabela 8), indicando que a adição dos ingredientes funcionais eleva a quantidade de carboidrato das massas estudadas. A porcentagem de lipídeos obtida foi, também, superior à esperada pela TBCA para as formulações T6 e T11, apresentando valores de 7,66 e 8,95% respectivamente. Além disso, a quantidade de lipídeos nas formulações adicionadas de faseolamina e açaí em pó foi superior à 16% superior, para a amostra T6 e 35% para a amostra T11 quando comparada à quantidade de lipídeos encontrada na formulação padrão. Em estudo semelhante, Calderelli *et al* (2010) adicionaram farinha de linhaça e quinoa na formulação de pães e obteve uma diferença significativa no teor de lipídios. O pão adicionado de linhaça apresentou 8,81% de lipídeos; valor bem semelhante a formulação T11 deste trabalho, enquanto o pão adicionado de quinoa apresentou 5,25%.

Em contrapartida, a umidade encontrada nas formulações estudadas foi menor do que a esperada, segundo a TBCA. A umidade dos pães apresentou uma diferença de, aproximadamente, 15% para T6 e T11 quando comparadas 36,84% de umidade da formulação padrão. Acredita-se que baixa retenção de água seja devida à adição da faseolamina e do açaí em pó.

Foi observado que, embora menores; segundo a TBCA, não houve diferenças significativas entre os teores de proteína dos pães nas 3 formulações. Com valores de proteína, correspondendo a 7,99 e 8,19 % respectivamente para formulações T6 e T11, mais elevados que a formulação padrão. Gallegos-Infante e colaboradores (2010) mostram que as proteínas presentes nas leguminosas são consideradas de baixa qualidade, mas quando associadas ao trigo melhora o nível de proteína de qualidade na mistura.

Para o teor de cinzas, foram obtidos valores de 2,06% para T6 e, 2,31% para T11 considerados superiores quando comparados à formulação padrão (1,93%) não sendo evidenciado, em nenhuma amostra, diferenças significativas entre si a 5% de significância.

A partir dos dados apresentados na Tabela 8, verificou-se que os pães apresentaram valores para teor de fibra bruta, 1,31%, 1,49% e 1,97% para as formulações Padrão, T6 e T11, respectivamente, não apresentando diferença significativa entre si. Esses resultados corroboram com os resultados encontrados por Zambelli et al. 2017, onde afirmam que a quantidade de fibra é diretamente proporcional à quantidade de açaí em pó adicionado na formulação do pão, pois quanto maior a quantidade de açaí em pó presente no pão maior será sua quantidade de fibras, porém os mesmos não podem ser rotulados como “fonte de fibras”, pois apresentaram teores de fibra abaixo de 3% referente ao limite mínimo definido pela RDC nº 54 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (BRASIL, 2012).

4.3 Acidez total e potencial hidrogeniônico (pH)

A Tabela 8 mostra os valores de pH e acidez total para as amostras de pão obtidas a partir da formulação padrão, T6 e T11. Observa-se que entre as amostras compostas por faseolamina e pó de açaí (T6 e T11) não houve variação significativa de pH. Entretanto, quando comparadas à formulação padrão, houve uma diminuição de pH 6,2, próximo à neutralidade, para pH 5,5 e 5,6 de T6 e T11, respectivamente, deixando-as levemente ácidas. Ziglio *et al.* (2007), elaboraram pães com a adição de farinha de sabugo de milho e observaram que houve uma diminuição discreta dos valores de pH, à medida que a farinha era adicionada.

Tabela 8 - Resultados das análises químicas, pH e acidez total, dos pães com formulação padrão, T6 e T11.

Formulação ²	pH	Acidez ³
PADRÃO	6,2 ^b ± 0,02	4,0 ^a ± 0,04
T6	5,6 ^a ± 0,02	4,3 ^a ± 0,02
T11	5,5 ^a ± 0,01	3,6 ^a ± 0,02

¹ Letras distintas em uma mesma coluna apresentam diferenças significativas ao nível de 5% de significância ($p \leq 0,05$). ² FORMULAÇÕES: Padrão (0% de faseolamina e 0% de açaí em pó); T6 (8% de faseolamina e 6% de açaí em pó); T11 (8% de faseolamina e 11% açaí em pó); ³ Titulável por mL de solução de NaOH
Fonte: autor.

Em relação à análise de acidez total, as formulações padrão, T6 e T11, não apresentaram diferenças significativas entre si. Zambelli (2014) analisou a acidez de pães tipo forma adicionados com polidextrose e açaí em pó por 60 dias e determinou uma variação de 3,84% a 3,99%, inferiores aos valores encontrados para as formulações T6 e padrão deste trabalho. Entretanto os resultados de Zambelli (2014) foram inferiores aos obtidos para o pão formulado com 11% de açaí (T11).

O pH e, de modo mais preciso, a acidez dos alimentos é fator determinante para a multiplicação dos microrganismos, visto que os bolores suportam maiores variações de pH do que as leveduras, que por sua vez, suportam maiores variações desse parâmetro que as bactérias. Os alimentos podem ser classificados de acordo com o pH como, alimentos de baixa acidez (pH superior a 4,5), alimentos ácidos (pH entre 4,0 e 4,5) e alimentos muito ácidos (pH inferior a 4,0), (FRANCO; LANDGRAF, 2008).

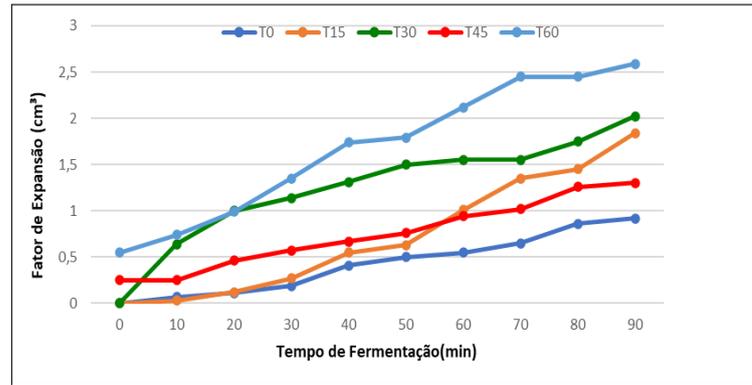
4.4 Avaliação dos parâmetros físicos no tempo de congelamento dos pães tipo forma congelados.

As massas de pães congeladas adicionadas de faseolamina e pó de açaí com as formulações T11, T6 e padrão foram analisadas quanto ao efeito do congelamento em relação ao tempo de armazenamento. Para tal foram realizadas as análises nas massas congeladas e não congeladas de fator de expansão, densidade e volume específico.

4.4.1 Efeito do armazenamento das massas congeladas e não congeladas no VEF

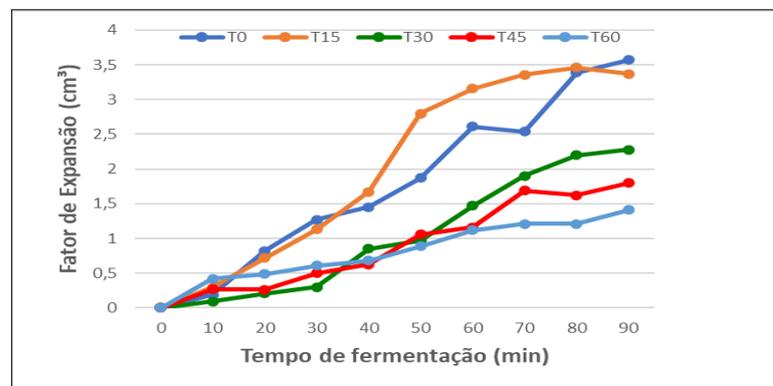
As figuras 8, 9 e 10 mostram os resultados do volume de expansão máximo nas amostras padrão, T6 e T11, respectivamente. A evolução do volume de expansão (VEF) das massas armazenadas congeladas ocorreu de forma mais lenta quando comparada ao VEF das massas não congeladas. O VEF máximo aumentou ao longo do tempo de armazenamento congelado, o maior valor foi obtido para a massa não congelada T0 (3,57 cm³). Para 15 dias congeladas, o fator de expansão máximo foi de 3,37 cm³, seguido de 2,28 cm³ para 30 dias; 1,8 cm³ para 45 dias e 1,41 cm³ aos 60 dias.

Figura 8 - Resultado do volume de expansão máximo na amostra padrão, no tempo de 90 min.



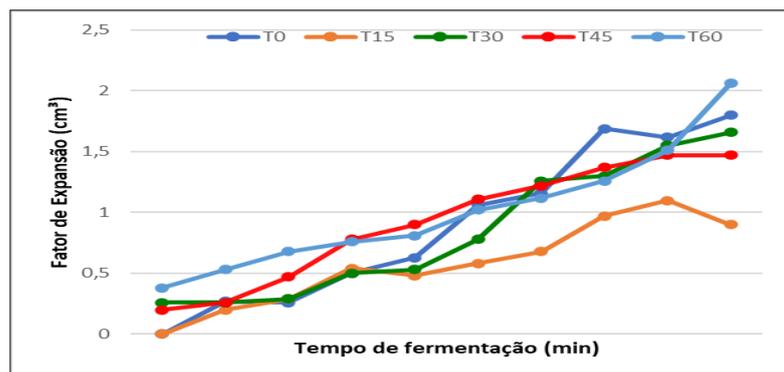
Fonte: autor

Figura 9 - Resultado do volume de expansão máximo na amostra T6 no tempo de 90 min.



Fonte: autor

Figura 10- Resultado do volume de expansão máximo na amostra T11 no tempo de 90 min.



Fonte: autor

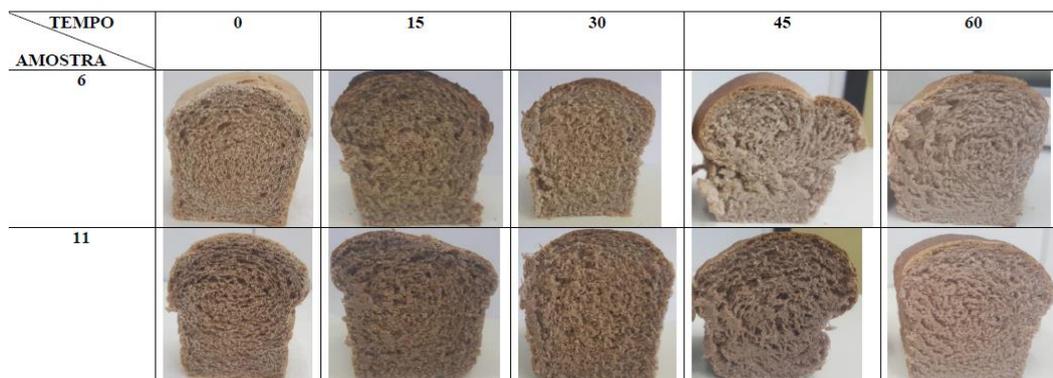
O menor VEF máximo obtido pelas massas, quando comparadas à massa não-congelada, sugere danos à estrutura do glúten devido ao congelamento dos pães por um maior período. Quando observado o maior valor para VEF na formulação de pães adicionadas de 6%

de açaí em pó e 8% de faseolamina (T6), obtém o valor de 1,8 cm³ aos 90 minutos de fermentação para o tempo de armazenamento congelado de 15 dias.

O tempo de armazenamento congelado, não gerou grande influência no fator de expansão máximo obtido pelas massas (Figura 11) para a produção de pães T11 com 11% de açaí e 8% de faseolamina, o armazenamento congelado por 60 dias, produziu um fator de expansão máximo de 2,06 cm³; 1,66 cm³ para 30 dias, 1,84 cm³ para T0, 1,47 cm³ para 45 dias e 0,90cm³ para 15 dias de armazenamento congelado das massas de pães, respectivamente.

Podemos atribuir esse resultado à presença do sódio nas farinhas de açaí e faseolamina em pó que favoreceu o aumento do volume específico, porém com uma pequena redução no teor da umidade quando comparada a formulação padrão.

Figura 11 - Resultado do volume de expansão máximo nos pães T6 e T11 nos tempos 0,15,30,45 e 60 dias de armazenamento.



Fonte: autor

4.4.2 Avaliação do efeito do armazenamento das massas congeladas no volume específico dos pães

A Tabela 9 mostra o resultado da avaliação do efeito do tempo do congelamento nas massas de pão congeladas no volume específico dos pães após a cocção.

Tabela 9 - Resultados da avaliação do efeito do congelamento das massas de pão congeladas (padrão, T6 e T11) no volume específico dos pães tipo forma.

Formulação ¹	Dias de armazenamento congelado das massas ¹				
	0	15	30	45	60
Padrão	2,70 ^a ±0,01	2,70 ^a ±0,31	2,20 ^a ±0,09	2,07 ^a ±0,16	1,90 ^a ±0,13
T6	2,57 ^a ±0,14	2,37 ^a ±0,02	2,23 ^a ±0,06	2,33 ^a ±0,01	2,30 ^a ±0,03
T11	2,67 ^a ±0,02	2,43 ^a ±0,01	2,33 ^a ±0,02	2,30 ^a ±0,01	2,27 ^a ±0,02

¹Letras minúsculas distintas na mesma linha não apresentam diferenças significativas para a mesma formulação, ao nível de 5% de significância ($p \leq 0,05$).

³Padrão (0% de faseolamina e 0% de açaí em pó); T6 (8% de faseolamina e 6% de açaí em pó); T11 (8% de faseolamina e 11% açaí em pó);

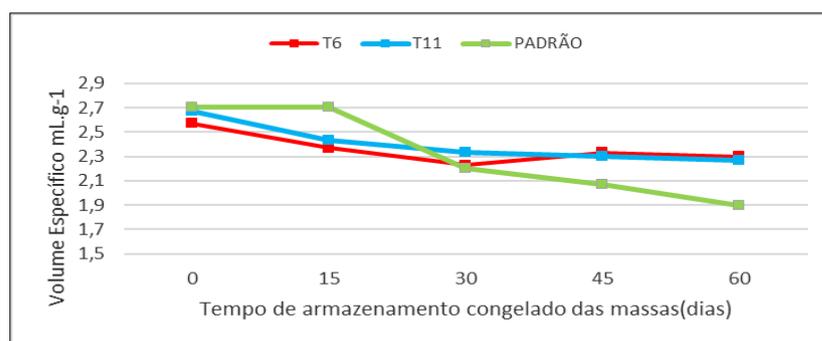
Fonte: autor

O tempo de armazenamento dos pães congelados das formulações T6 e T11 adicionados com ingredientes funcionais, durante o período de 60 dias, mostrou as menores reduções do volume específico após o período, quando comparadas com a formulação padrão (P). Durante os 60 dias de teste, a formulação padrão (P) foi a que apresentou uma redução mais expressiva, de $0,80 \text{ mL.g}^{-1}$ o que corresponde a 29,62% , seguida da T11 com redução de $0,4 \text{ mL.g}^{-1}$ e da T6 que obteve a menor redução, somente $0,27 \text{ mL.g}^{-1}$ o que corresponde a 14,98% e 10,50% respectivamente.

A Figura 12, nos mostra o desempenho do volume específico dos pães desenvolvidos em função do tempo de armazenamento congelado das massas.

As massas não congeladas não apresentaram diferenças significativas entre si, sendo que após 15 dias sob congelamento, observou-se que as amostras padrão e T11 apresentaram diferenças significativas.

Figura 12 - Avaliação do efeito do congelamento das massas de pão congeladas (padrão, T6 e T11) no volume específico dos pães tipo forma ao longo do tempo.



Fonte: autor

Após o período de 30, 45 e 60 dias de armazenamento sob congelamento, a formulação padrão não diferiu estatisticamente ao nível de 5% de significância das amostras adicionadas de faseolamina e açai em pó.

Observou-se que com 30 dias de congelamento as duas formulações T6 e T11 conseguiram manter um desenvolvimento mais satisfatório e superior a formulação padrão, com valores de $2,23 \text{ mL.g}^{-1}$ e $2,33 \text{ mL.g}^{-1}$. Aos 45 dias de armazenamento congelado, a formulação padrão diferiu estatisticamente da T6 e T11, sendo o maior volume específico para T6 ($2,33 \text{ mL.g}^{-1}$) e o menor para a formulação padrão, com $2,07 \text{ mL.g}^{-1}$.

Após 60 dias de armazenamento congelado das massas, os valores de volume específico dos pães das amostras padrão, T6 e T11 diferiram entre si, ao nível de 5% de significância, onde

o menor valor foi obtido pela formulação padrão ($1,90 \text{ mL.g}^{-1}$) e o maior na formulação T6 ($2,30 \text{ mL.g}^{-1}$).

Podemos concluir que o tempo de armazenamento apresentou efeito não satisfatório, ao nível de 5% de significância no volume específico para a formulação padrão onde foi obtida a menor redução, sugerindo que o açaí em pó e a faseolamina possuem efeito benéfico para a estrutura do glúten e para células de levedura. HAVET; MANKAI; LE BAIL (2000) em estudo sobre o efeito do congelamento na qualidade de pão francês, afirmaram que o volume é influenciado prioritariamente pela viabilidade das leveduras e a qualidade da rede de glúten, o que ocasiona efeito direto no volume específico.

4.4.3 Avaliação do efeito do armazenamento das massas congeladas na densidade dos pães

A Tabela 10 mostra o resultado da avaliação do efeito do tempo do congelamento nas massas de pão congeladas na densidade dos pães após a cocção.

Tabela 10 - Resultados da avaliação do efeito do congelamento das massas de pão congeladas (padrão, T6 e T11) na densidade dos pães tipo forma.

Formulação ¹	Dias de armazenamento congelado das massas ¹				
	0	15	30	45	60
Padrão	0,36 ^a ±0,02	0,41 ^a ±0,05	0,47 ^a ±0,02	0,54 ^a ±0,06	0,63 ^a ±0,07
T6	0,42 ^a ±0,02	0,42 ^a ±0,02	0,44 ^a ±0,02	0,42 ^a ±0,02	0,42 ^a ±0,02
T11	0,38 ^a ±0,02	0,41 ^a ±0,01	0,43 ^a ±0,03	0,43 ^b ±0,02	0,44 ^b ±0,02

¹Letras minúsculas iguais na mesma coluna não apresentam diferenças significativas para a mesma formulação, ao nível de 5% de significância ($p \leq 0,05$).

³Padrão (0% de faseolamina e 0% de açaí em pó); T6 (8% de faseolamina e 6% de açaí em pó); T11 (8% de faseolamina e 11% açaí em pó).

Fonte : autor

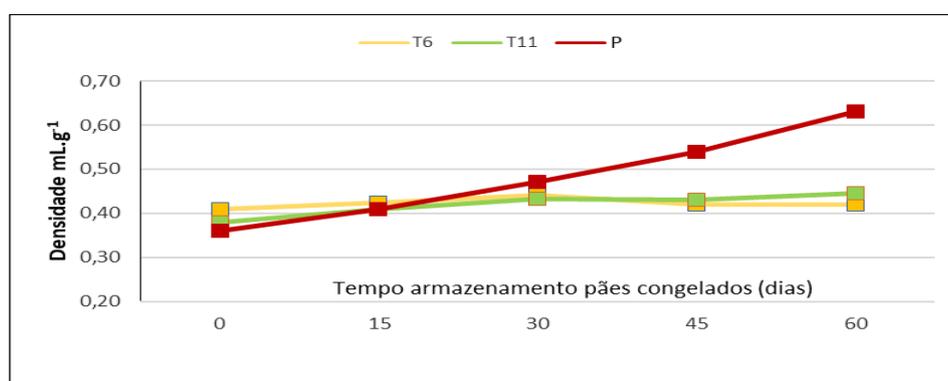
Esteller *et al.* (2005), observaram que massas com densidade alta apresentam aspecto desagradável ao consumidor, associadas com alto teor de umidade, falhas no batimento e cocção, pouca aeração, difícil mastigação, sabor impróprio e baixa conservação.

De acordo com os resultados da Tabela 11, as amostras T6 e T11 apresentaram resultados próximos aos resultados de densidade da formulação padrão a partir do 15º dia de armazenamento dos pães sob congelamento. É observado, ainda, no mesmo período (15 dias) que houve aumento significativo nos valores de densidades para as amostras padrão (P) e T11 quando comparados a amostra T6, entretanto, elas não diferiram entre si à nível de 5% de significância. . Durante o período de congelamento por 30 dias, a densidades dos pães foi superior a $0,43 \text{ mL.g}^{-1}$, em todas as amostras, não havendo diferenças entre si. Em 45 dias de armazenamento congelado houve diferença estatística significativas entre si na formulação T11,

sendo o maior valor obtido para a amostra padrão (P). No final do experimento correspondente aos 60 dias de armazenamento congelado, a formulação padrão (P) apresentou densidade 0,63 mL.g⁻¹, apresentando diferença estatística ao nível de 5% de significância entre as formulações.

A Figura 13, nos mostra o comportamento da densidade nos pães desenvolvidos em função do tempo de armazenamento na temperatura de congelamento.

Figura 13 - Avaliação do efeito do congelamento das massas de pão congeladas (padrão, T6 e T11) na densidade dos pães tipo forma.



Fonte: autor

4.4.4 Efeito do armazenamento congelado de massas no índice de expansão (IE)

Os valores do índice de expansão dos pães durante o período de armazenamento congelado estão apresentados na Tabela 11, onde pode-se observar que a maior redução, observada nos 15 primeiros dias, foi para as formulações padrão e T6. Os pães que não foram armazenados na temperatura de congelamento obtiveram os maiores valores para IE.

Tabela 11 - Resultados da avaliação do efeito do congelamento das massas de pão congeladas (padrão, T6 e T11) no índice de expansão dos pães tipo forma

Formulação ¹	Dias de armazenamento congelado das massas ¹				
	0	15	30	45	60
Padrão	1,20 ^a ±0,01	1,18 ^a ±0,02	1,12 ^a ±0,06	1,12 ^a ±0,03	1,09 ^a ±0,02
T6	1,17 ^a ±0,11	1,14 ^a ±0,04	1,14 ^a ±0,05	1,12 ^a ±0,04	1,04 ^a ±0,07
T11	1,22 ^a ±0,17	1,22 ^a ±0,18	1,10 ^a ±0,01	1,08 ^a ±0,02	1,08 ^a ±0,01

¹Letras minúsculas iguais na mesma coluna não apresentam diferenças significativas para a mesma formulação, ao nível de 5% de significância ($p \leq 0,05$).

³Padrão (0% de faseolamina e 0% de açai em pó); T6 (8% de faseolamina e 6% de açai em pó);

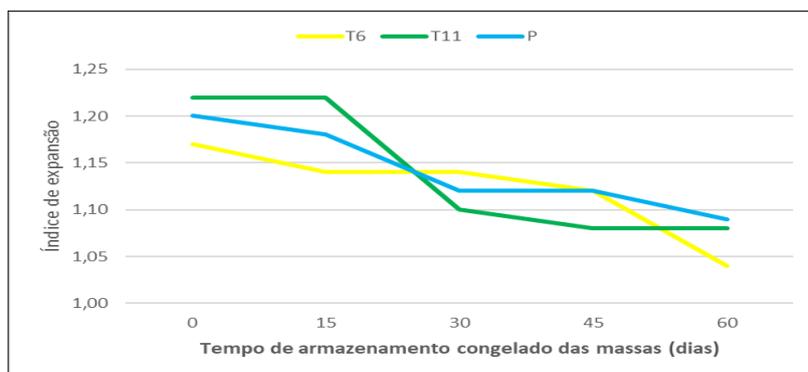
T11 (8% de faseolamina e 11% açai em pó).

Fonte: autor

O tempo de armazenamento para todas as formulações mostrou um efeito negativo no índice de expansão, como mostrado na Figura 14. Decorrido os 60 dias do experimento foram encontradas as maiores reduções nas formulações adicionadas de faseolamina e açai em

pó, sendo o menor valor encontrado para a formulação T6 de 1,04, não apresentando diferença entre si ao nível de 5% de significância. Essa redução se dá pela adição dos ingredientes funcionais, segundo estudo realizado por Zambelli (2014).

Figura 14 - Avaliação do efeito do congelamento das massas de pão congeladas (padrão, T6 e T11) no índice de expansão dos pães tipo forma.



Fonte: autor

4.5 Ensaio Biológico

O ensaio biológico foi realizado com os objetivos de estimar o índice glicêmico dos pães adicionados de faseolamina e açaí em pó nas formulações padrão (sem adição de faseolamina e açaí), T6 (8% de faseolamina e 6% de açaí em pó) e T11 (8% de faseolamina e 11% açaí em pó), bem como estimar os resultados do consumo desses pães diariamente, observando os aspectos fisiológicos dos animais.

4.5.1 Índice glicêmico das massas alimentícias

Ao analisar os índices glicêmicos (IG) verifica-se (Tabela 12) que as formulações P, T6 e T11 não diferiram, significativamente, entre o dia 1 e o dia 2 apresentando médias coerentes que não divergiram estatisticamente, entre os dois dias. Fato considerado importante para análise glicêmica *in vivo*, pois leva-nos a minimizar os possíveis impactos causados pelas variações no metabolismo, devido aos valores mais homogêneos para a mesma amostra.

Tabela 12 - Resultados do IG das formulações de pão, padrão, T6 e T11 em dois dias.

Formulação ^{1,2}	IG dia 1	IG dia 2	IG médio
PADRÃO ³	83,90 ^{aA} ±8,97	78,42 ^{aA} ±7,98	81,16 ^A ±3,87
T6 ³	91,98 ^{aB} ±3,83	91,85 ^{aB} ±2,07	91,92 ^B ±0,09
T11 ³	93,48 ^{aC} ±7,24	96,56 ^{aC} ±7,38	95,02 ^C ±2,15

¹Letras minúsculas distintas na mesma linha não apresentam diferenças significativas para a mesma formulação, ao nível de 5% de significância ($p \leq 0,05$). ²Letras maiúsculas distintas na mesma coluna não apresentam diferenças significativas para a mesma formulação, ao nível de 5% de significância ($p \leq 0,05$)

³Padrão (0% de faseolamina e 0% de açaí em pó); T6 (8% de faseolamina e 6% de açaí em pó); T11 (8% de faseolamina e 11% açaí em pó); Fonte: autor

Quando se confronta, os valores glicêmicos entre as diferentes amostras, observa que as três diferiram entre si (letras maiúsculas diferentes na mesma coluna), essas diferenças foram consideradas nos dois dias de averiguações, incluindo a média do IG. As formulações T6 e T11 obtiveram uma elevação média de 11,66% e 14,58% respectivamente, quando comparadas ao IG médio da amostra padrão. Vale ressaltar que as massas de pães que receberam os ingredientes funcionais não diferiram entre si, e que a pouca elevação entre as amostras deve ter se dado não pela adição da faseolamina que receberam a mesma quantidade, mas sim pela adição do açaí em pó pois cada formulação recebeu quantidades diferentes referentes à, 6 e 11%. Estudo feito por Scholz *et.al* (2019) mostrou que a polpa de açaí é classificada como um alimento de alto IG e média CG o que pode ter ocasionado a elevação nas massas.

4.5.2 Parâmetros Biológicos

A Tabela 13 mostra os parâmetros biológicos avaliados nos camundongos. O consumo diário de todas as amostras foi bem aceito por todos os animais. A administração foi realizada por gavagem e durante todo o experimento (53 dias) não ocorreu a morte de nenhum animal.

Pode-se observar que não houve diferença significativa no ganho de peso dos três grupos, embora o grupo T11 que recebeu a formulação otimizada tenha apresentado discreto aumento de peso, quando comparados aos grupos padrão e T6. No consumo médio de água observou-se também que nenhuma amostra diferiu significativamente entre si e que a quantidade de água consumida pelo grupo T11 é menor quando comparado aos grupos padrão e T6.

Tabela 13 - Parâmetros biológicos avaliados nos camundongos após ingestão das formulações padrão, T6 e T11 de pães

Parâmetros Biológicos	Formulações ^{1,2}		
	Padrão	T6	T11
Ganho de peso (g)	5,05 ^a ± 1,44	5,06 ^a ± 1,48	5,09 ^a ± 0,88
Consumo médio de água (mL.dia ⁻¹)	29,46 ^a ± 2,68	33,42 ^a ± 0,81	34,46 ^a ± 1,99
Consumo médio de ração (mL.dia ⁻¹)	21,24 ^a ± 0,50	21,76 ^a ± 0,76	22,58 ^a ± 0,37
CEA ³ (%)	25,09 ^a ± 0,01	25,7 ^a ± 0,02	26,03 ^a ± 0,02

¹Letras minúsculas distintas na mesma linha não apresentam diferenças significativas para a mesma formulação, ao nível de 5% de significância ($p \leq 0,05$).

²Padrão (0% de faseolamina e 0% de açaí em pó); T6 (8% de faseolamina e 6% de açaí em pó); T11 (8% de faseolamina e 11% açaí em pó); ³ Coeficiente de Eficiência Alimentar (CEA)

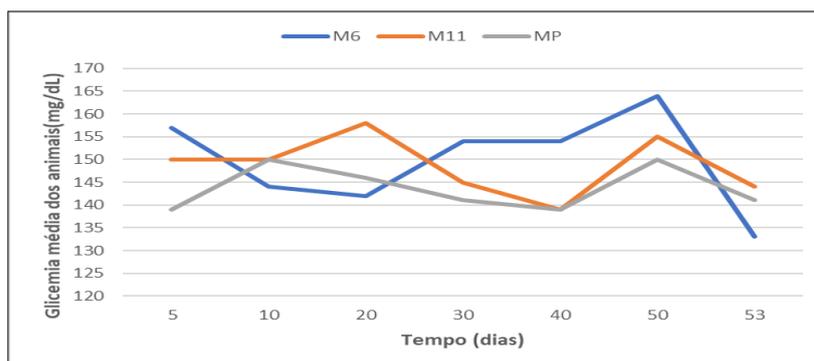
Fonte: autor

Em relação ao consumo médio de ração, a administração dos pães adicionados com faseolamina e açai em pó T6 e T11 não teve efeito, pois o consumo diário de ração desses grupos foi estatisticamente igual ao grupo que recebeu o tratamento padrão. Também foi observado que não houve diferença significativa no CEA, o que era esperado, uma vez que esse parâmetro avalia a eficiência da dieta, onde faz uma relação do consumo alimentar com o ganho ou perda de peso.

Silva (2016) mostrou em seu trabalho que o ganho de peso dos animais em seu experimento foi influenciado quando submetidos a uma dieta hiperlipídica e com 2% açai jussara liofilizado. Os grupos que receberam a dieta hiperlipídica apresentaram menor consumo alimentar em comparação aos grupos controle e controle adicionado de 2% de açai, porém apresentou um coeficiente de eficiência alimentar mais elevado, em trabalho semelhante. Pereira *et al* (2018) também observaram que apesar do consumo de ração pelo grupo submetido a uma dieta hiperlipídica ter sido menor que o do grupo controle, também tiveram um maior ganho de peso nesse grupo, resultando em diferença significante no CEA. Pode-se observar que os valores encontrados por Silva e Pereira diferem aos deste estudo, podendo essa diferença ser explicada pelo valor do IG das amostras, pois quando se consome alimentos com baixo índice glicêmico, esses demandam um maior tempo a serem digeridos levando assim um aumento de saciedade.

Em relação à monitorização da glicemia os resultados estão apresentados na Figura 13. A redução da glicemia em jejum foi observada somente para o grupo que recebeu a amostra T6 quando comparadas aos grupos que receberam as amostras T11 e padrão. Desempenho fisiológico semelhante, foi encontrado em um estudo feito por Zanella (2016), onde foram utilizados os tempos de jejum de 4 e 6 horas, obtendo valores de glicemia mais reduzidos para o tempo de 6 horas onde os animais foram submetidos a estresse quando comparados aos submetidos ao menor tempo de jejum (4 horas).

Figura 15 - Avaliação da glicemia em jejum das amostras padrão, T6 e T11 nos camundongos ao longo do tempo (dias).



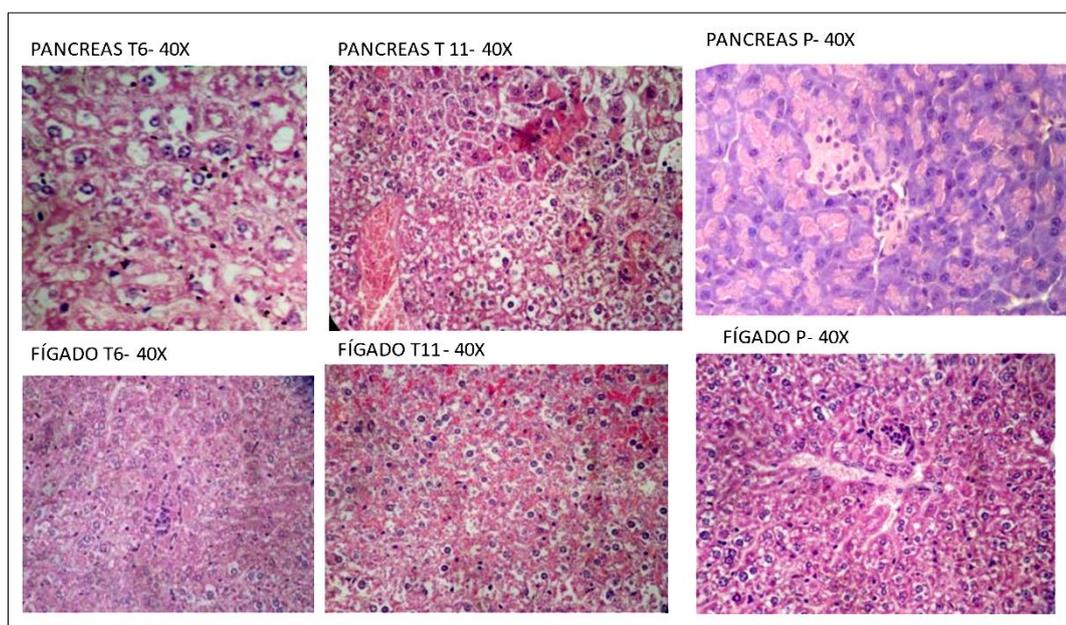
Fonte: autor

Esses resultados indicam que o teor de faseolamina adicionado aos pães não agiu para a redução da glicemia em jejum, sugerindo que o percentual mais elevado de açaí provocou aumento da glicemia nos animais por se tratar de um ingrediente com alto IG, corroborando com os resultados encontrados para o IG das amostras estudadas. Entretanto foi observado que mesmo a amostra padrão apresentou uma elevação da glicemia no dia 10 e no dia 50, indicando uma debilitação da saúde desses animais durante o experimento, uma vez que apresentaram valores de glicemia capilar acima da média considerada normal.

4.6 Análise histológica

Finalizado o estudo do efeito da glicemia nos animais submetidos às formulações contendo faseolamina e pó de açaí, foi realizada uma análise histológica nos grupos P, T6 e T11 com o objetivo de avaliar as alterações histopatológicas presentes no pâncreas e no fígado. A figura 16 mostra as micrografias realizadas nos grupos de camundongos.

Figura 16 – Micrografias da análise histológica do pâncreas e do fígado dos camundongos submetidos às formulações P, T6 e T11.



Fonte: autor

4.6.1 Fígado

As análises histológicas do fígado dos três grupos (P, T6 e T11) mostraram (Figura 14) cordões de hepatócitos desorganizados com intensa tumefação celular, intensa degeneração hidrópica, congestão portal e da veia terminal, além de moderada hiperplasia das células de

Kupffer. Ressalta-se, que, no grupo que ingeriram a formulação T11, duas amostras apresentaram moderada degeneração hidrópica. Hemorragia sinusoidal e focos inflamatórios foram observados nos três grupos. Nos grupos P, T6 e T11, viu-se pelo menos um caso com necrose focal de hepatócitos. O grupo T6 mostrou em, todas as amostras células, balonizantes na periferia e um caso de esteatose macro vesicular.

De uma maneira geral, os fígados analisados apresentaram alterações morfológicas de toxicidade sugerindo grau moderado de agressão ao parênquima hepático, sugerindo que os animais estavam com a saúde prejudicada, corroborando com os resultados de glicemia encontrados. No entanto, em nenhuma amostra foi visualizada fibrose, indicativo de possibilidade de reversibilidade de todas estas alterações.

4.6.2 Pâncreas

Seções histológicas constituídas por parênquima exócrino onde se observam ácinos secretores compostos por células piramidais e cubóides com citoplasma granular, entremeados por ocasionais ductos intercalados. As ilhotas pancreáticas (*Langerhans*) estão preservadas com visualização de células beta discretamente eosinofílicas, e alfa, fracamente coradas nos grupos P e T6. Há vasos sanguíneos ectásicos/dilatados nos grupos P, T 6 e T11, no entanto, com presença de células inflamatórias no seu interior somente no grupo P. Somente o grupo T6 apresentou um caso de necrose acinare e no grupo T11, observaram-se células acinares mostrando vacuolização focal caracterizando danos ao tecido pancreático. Não foram encontradas alterações morfológicas de toxicidade nos grupos analisados.

5 CONCLUSÃO

Em relação aos efeitos da faseolamina e da farinha de açaí adicionados às formulações percebeu-se que, adição de quantidades superiores a 8% de faseolamina promoveu a redução do volume específico, índice de expansão, fator de expansão das massas, e um aumento na densidade dos pães.

Diante desse resultado obtidos na primeira fase do estudo, foram escolhidas as amostras 6 e 11, contendo 8% de faseolamina e 6% de açaí em pó e, 8% de faseolamina e 11% açaí em pó, respectivamente.

Com os resultados pode-se concluir que a adição de 8% de faseolamina e açaí em pó variando os percentuais em 6 a 11%, alterou o valor nutricional das massas de pães, elevando os teores de proteína, gordura, fibras e carboidratos, entretanto observou-se uma redução na umidade dos pães.

Em relação aos pães submetidos aos 60 dias de congelamento pode-se concluir que houve uma diminuição no fator de expansão da formulação padrão, entretanto após a adição dos ingredientes funcionais observou-se valores mais elevados em todos os parâmetros estudados (fator de expansão, volume específico, densidade e índice de expansão) não comprometendo a qualidade final do produto.

Em relação ao estudo do índice glicêmico, para as formulações contendo os ingredientes funcionais, não foi observado diminuição nos valores de IG uma vez que ambas obtiveram valores superiores a 91%, o que refletiu nos resultados observados no teste in vivo para redução da glicemia de jejum.

Na análise histológica o fígado dos três grupos não apresentou esteatose hepática, no entanto alterações morfológicas de toxicidade moderada foram observadas nos animais que ingeriram as três formulações podendo essa ser revertida, enquanto no pâncreas não foram encontradas alterações morfológicas de toxicidade nos grupos analisados.

Conclui-se que as massas e os pães contendo faseolamina e açaí em pó apresentaram propriedades físicas dentro do esperado, e não houve alteração significativa quando comparada à formulação padrão. Entretanto, a partir das análises biológicas conclui-se que não foi obtido, com a adição de faseolamina e açaí em pó, um produto com baixo índice glicêmico. Ademais, os resultados histológicos confirmaram que, apesar dos cuidados durante o teste, os animais, não estavam totalmente saudáveis.

REFERÊNCIAS

AACC – American Association Cereal Chemists. **Approved methods**. 8th ed. Saint Paul: AACC. 1995.

AOAC: Association of Official Analytical Chemists. **Official Methods of Analysis Of Aoac International**. 17th. AOAC International, Arlington, 2000.

ABIP. **A história do pão**. Brasília. 2021. Disponível em: <https://www.abip.org.br/site>. Acesso em: 08 de mar. 2022

ABITRIGO. **Consumo mundial de trigo 2015 a 2020**. Disponível em: <http://www.abitrigo.com.br/wp-content/uploads/2019/09/Consumo-Mundial-de-Trigo.pdf>. Acesso em 15 de dez. de 2020

ANDERSON, J. W.; SMITH, B. M.; WASNOCK, C. S. Cardiovascular and renal benefits of dry bean and soybean intake. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 70, suppl., p. 464S-474S, 1999.

ANGELIS, R.C.de. **Importância de alimentos vegetais na proteção da saúde: fisiologia da nutrição protetora e preventiva de enfermidades degenerativas**. Atheneu, p.295, 200

ANJO, D. L. C. Alimentos funcionais em angiologia e cirurgia vascular. **Jornal Vascular Brasileiro**, v. 3, n. 2, p. 145-154, 2004.

AQUINO, V. C. de. **Estudo da estrutura de massas de pães elaboradas a partir de diferentes processos fermentativos**. 2012. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012. doi:10.11606/D.9.2012.tde-10092012-142302. Acesso em: 2020-12-19.

ÁVILA, B. P. 2018. **Perfil proteômico e parâmetros de qualidade tecnológica, nutricional e sensorial de feijão branco armazenado**. Tese (Engenharia de Alimentos). Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2018.

BEHRENS, J.H.; ROIG, S.M.; DA SILVA, M.A.P. **Aspectos de funcionalidade de Rotulagem e de Aceitação de Extrato Hidrossolúvel de Soja Fermentado e Culturas Lácteas Probióticas**. Boletim da Sociedade Brasileira e Tecnologia de Alimentos, Campinas, jul/dez. 2000.

BRASIL. **Resolução - RDC nº 38, de 27 de dezembro de 1977**. Aprova o regulamento técnico utilização de coadjuvantes na fabricação de produtos panificados. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Brasília, dezembro de 1977.

BRASIL. **Resolução - RDC Nº 90, de 18 de outubro de 2000**. Dispõe sobre o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Pão. Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento. Brasília out. de 2000. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2000/rdc0090_18_10_2000.html. Acesso em 03 de mar. 2022

BRASIL. **Resolução N 270 de 22 setembro de 2005**. Aprova o Regulamento Técnico para Óleos Vegetais, gorduras Vegetais e creme vegetal. Brasília set. de 2005. Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento. Disponível em : http://www.puntofocal.gov.ar/notific_otros_miembros/bra171a1_t.pdf. Acesso em 09 de mar. 2022

BRASIL. **Resolução RDC N° 493, DE 15 DE ABRIL DE 2021**. Dispõe sobre os requisitos de composição e rotulagem dos alimentos contendo cereais para classificação e identificação como integral e para destaque da presença de ingredientes integrais. Brasília Abr. de 2021. Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento

BRASIL. **Resolução da Agência Nacional de Vigilância Sanitária**. Resolução RDC nº 54, de 12 de novembro de 2012. Dispõe sobre o Regulamento Técnico sobre Informação Nutricional Complementar. Diário Oficial da União 219, Brasília, DF. 2012.

BONOMO, L. F. *et.al*; Açai (*Euterpe oleracea* Mart.) modulates oxidative stress resistance in *Caenorhabditis elegans* by direct and indirect mechanisms. **PLoS One**, v. 9, n. 3, p. e89933, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0089933>. PMID:24594796.

CAMPOS, M. B., **A conservação de alimentos por refrigeração: uma revisão e uma proposta de dimensionamento de uma câmara de armazenamento para massa de pão congelada**. 2021. Trabalho de conclusão de curso (Engenharia de alimentos). Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.2021.

CLARE, M. H. Functional Foods: Benefits, Concerns and Challenges: A position paper from the American council on Science and health. **The Journal of Nutrition** , Vol. 132, Issue 12, December 2002, Pages 3772–3781, DOI: [https://doi - org.ez11.periodicos.capes.gov.br/10.1093/jn/132.12.3772](https://doi-org.ez11.periodicos.capes.gov.br/10.1093/jn/132.12.3772)

CANELLA-RAWLS, S. **Pão: arte e ciência**. 5ª ed. São Paulo: Editora Senac, 2012. 323p;

CARAMELODRAMA Disponível em: <https://caramelodrama.com/2021/10/05/serie-ingredientes-farinha-de-trigo/>. Acesso em 04 de mar. 2022. Il. color.

CAUVAIN, S. P.; YOUNG, L. S. **Tecnologia da Panificação**. Barueri, São Paulo: Ed. Manole, 2009. 418 p.

CALDERELLI, V. Al. S. *et al* (2010). Quinoa and flaxseed: potential ingredients in the production of bread with functional quality. **Braz. arch. biol. technol.**, Curitiba, v. 53, n. 4, p. 981-986, Aug. 2010. DOI: <doi.org/10.1590/S1516-89132010000400029>

CARNEIRO, A.P.G *et al* (2020). Stability of bioactive compounds, antioxidant, and microbiological activity of açai powder (*Euterpe oleracea* Mart.). **Research, Society and Development**, 9(7):1- 15. e229973810

CEDRIM, P. C. A. S.; BARROS, E. M. A.; NASCIMENTO, T. G. do. (2018) Propriedades antioxidantes do açai (*Euterpe oleracea*) na síndrome metabólica. **Brazilian Journal of Food Technology**. Epub 16 Ago 2018[online]. v. 21. ISSN 1981-6723. DOI: <https://doi.org/10.1590/1981-6723.09217>. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1981-6723.09217>. Acesso em 30 dez. 2021.

CHEN, C.; *et al* Impact of long-term frozen storage on the dynamics of water and ice in wheat bread. **Journal of Cereal Science**, v. 57, n. 2, p. 120-124, 2013.

COLAÇO, P. C.; DEGÁSPARI, C.H. Benefícios da faseolamina (*phaseolus vulgaris* L.) – Uma revisão. **Visão Acadêmica**, [S.l.], v. 15, n. 1, maio 2014. ISSN 1518-8361. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/acd.v15i1.36501>. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/academica/article/view/36501>. Acesso em: 28 mar. 2022.

DIPLOCK A.T. *et al* (1999) Conceitos científicos de alimentos funcionais na Europa. Documento de consenso. **The British Journal of Nutrition** , 81 (1999) , pp. 1 – 27

ESTELLER, M. S.; LANNES, S. C. da S. Parâmetros complementares para fixação de identidade e qualidade de produtos panificados. **Food Science and Technology** [online]. 2005, v. 25, n. 4., pp. 802-806. ISSN 1678-457X Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cta/a/w75fBr8sJygP8NhkzzNmZsz/abstract/?lang=pt>. Acesso em 23 mar. 2022.

FANTINI N *et al.* (2009). Reducing effect of a *Phaseolus vulgaris* dry extract on food intake, body weight, and glycemia in rats. **J. Agric Food Chem.** 57(19):9316-9323. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19731962>. acesso set. 2021

FAO/WHO. Food and Agriculture Organization/World Health Organization. **Carbohydrates in human nutrition**. Report of a joint FAO/WHO expert consultation Food and Agriculture Organization. Rome. 1998

FRANCO, B.D.G.M., LANDGRAF, M. **Microbiologia dos alimentos**. São Paulo, Editora Atheneu, 2008.

GALLEGOS-INFANTE J. A, *et al.* (2010). Effect of the addition of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) flour on the in vitro digestibility of starch and undigestible carbohydrates in spaghetti. **J Food Sci.** 2010 Jun;75(5):H151-6. 2010. DOI: 10.1111/j.1750-3841.2010.01621.x. PMID: 20629880.

GABRIC, D. *et al* (2011). Impact of process conditions on the structure of pre-fermented frozen dough. **Journal of Food Engineering**. n.105, p. 361–366, 2011.

HAVET, M.; MANKAI, M.; LE BAIL, A. Influence of the freezing condition on the baking performance of French frozen dough. **Journal of Food Engineering** 45(3):139-145. 2000. DOI: 10.1016/S0260-8774(00)00050-9

LERAY, G. *et al* (2010). Effects of freezing and frozen storage conditions on the rheological properties of different formulations of non-yeasted wheat and gluten-free bread dough. **Journal of Food Engineering**, vol. 100, Issue 1, 2010, Pages 70-76, ISSN 0260-8774. Doi: doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2010.03.029.

ROGEZ, H. *et al* (2011). Sigmoidal kinetics of anthocyanin accumulation during fruit ripening: A comparison between açai fruits (*Euterpe oleracea*) and other anthocyanin-rich fruits, **Journal of Food Composition and Analysis**, Volume 24, Issue 6, 2011, Pages 796-800, 2011. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2011.03.015>.

ITPC. Instituto Tecnológico de Panificação e Confeitaria. **Indústria da panificação investe na fabricação própria e cresce 2,81%, apresentando faturamento de R\$ 92,63 bilhões.** Disponível em: <http://institutoitpc.org.br/wp-content/uploads/2019/07/Edicao-241-Clipping-Panifica%C3%A7%C3%A3o-e-Confeitaria-ITPC.pdf>. Acesso em 15 de dez. de 2020

KANG, J. *et al* (2010). Anti-oxidant capacities of flavonoid compounds isolated from acai pulp (*Euterpe oleracea* Mart.), **Food Chemistry**, volume 122, Issue 3, 2010, Pages 610-617, ISSN 0308-8146, <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.03.020>.

MARQUEZ, E.T.C *et al*. Effect of supplementation with extract of white bean flour in murine model. **Ci. e Nat.**, Santa Maria, v. 43, Ed. Esp. UFV, e5, 2021

MAZZA, G. **Functional foods: biochemical and processing aspects**. Lancaster: Technomic Publishing, 1998. 460p. ISBN 9780367400415

NASCIMENTO, M. J. M. **Palmito e Açaí: Organização empresarial e processo produtivo**. Universidade Federal do Pará. Belém. 1993. UFPA-CFCH/World Wildlife Fund, 1993 - 182 pages.

OBIRO, W.C., ZHANG, T., JIANG, B. The nutraceutical role of the *Phaseolus vulgaris* alpha-amylase inhibitor. **Br J Nutr.** 2008 Jul;100(1):1-12. doi: 10.1017/S0007114508879135. Epub 2008 Mar 11. PMID: 18331662.

PEREIRA, J. L. *et al*. (2018). Ganho de peso e alterações metabólicas em camundongos submetidos à dieta hiperlipídica. **Ciência & Saúde**, 11(1), 51-57. DOI: <https://doi.org/10.15448/1983-652X.2018.1.27672>

PESSANHA, M, D, F. (2016). **Propriedades reológicas da massa de pão francês adicionada de fibra alimentar e características sensoriais do produto após assamento**. 2016. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016. [s.n]

QUAGLIA, G. **Ciência y tecnología de La panificació**. Editorial Acribia. – 2ª Ed., 1991

RODRIGUES, M. I.; IEMMA, A. F. **Planejamento de experimentos e otimização de processos: uma estratégia sequencial de planejamentos**. 1ª ed. Campinas: Casa do Pão Editora, 2005. 358 p.

RODRIGUES, R. *et al*. (2006). Capacidade de eliminação de oxidantes totais de *Euterpe oleracea* Mart. (açai) sementes e identificação de seus compostos polifenólicos. **J. Agric. Food Chem**, 54 (2006), pp. 4162 – 4167. Doi: 10.1021 / jf058169p

SCHOLZ, F; SILVA, M.F; CONDE, R.S. (2019). Determinação do índice glicêmico da polpa de açaí. **Ciência & Saúde**. abr.-jun. 2019;12(2):e26036. DOI: <https://doi.org/10.15448/1983-652X.2019.2.26036>

SILVA, M. R.; GARCIA, G. K. S.; FERREIRA, H. F. Caracterização química, física e avaliação da aceitação de pão de queijo com baixo teor energético. **Alimentos e Nutrição**, v. 14, n. 1, p. 69-75, 2003.

SILVA, L. A. A., (2016). **Efeito do açaí jussara (*Euterpe edulis Martius*) sobre marcadores de risco cardiovascular em camundongos submetidos a uma dieta hiperlipídica.** Dissertação (Pós-graduação em Ciências e Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal do Espírito Santo (2016). [s.n]

SOUZA, P. G., (2015). **Produção e caracterização de açaí (*euterpe oleracea mart.*) desidratado em pó por *casttape drying*.** 2015. 143 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de alimentos) - Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina.

SULZBACH, A. *et al* 2012 **Alimentos funcionais: a saúde que vem do ‘prato’.** Bento Gonçalves – RS. Embrapa Uva e Vinho.

TACO - **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos** - Versão 4. UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS – UNICAMP. 2011. Disponível em: http://www.cfn.org.br/wp-content/uploads/2017/03/taco_4_edicao_ampliada_e_revisada.pdf. Acesso em: 10 dez. 2020

TEDRUS, G. de A. S. *et al* Estudo da adição de vital glúten à farinha de arroz, farinha de aveia e amido de trigo na qualidade de pães. **Ciência e Tecnologia de Alimentos** 21.1 (2001): 20-25. Web.

TONATO C., **Alimentos funcionais – Saúde alimentar.** Einstein: Educ. Contin. Saúde. 2007, 5 (3 Pt 2): 97-99 Disponível em: <http://apps.einstein.br/revista/arquivos/PDF/730-97-99.pdf>. Acesos em 09 de mar. 2022.

VIANNA. *et al.* (2018) **Manual prático de panificação Senac.** E-book. Disponível em: <https://bibliotecadigitalсенac.com.br/?from=busca%3FcontentInfo%3D2758%26term%3Dp%2525C3%2525A3o#/legacy/epub/2758>. Acesso em 28/09/2021

WU, W. True protein digestibility and digestibility-corrected amino acid score of red kidney beans (*Phaseolus vulgaris* L.). **J. Agri. Food. Chem.**, Washington, v.43, n.5, p. 1295-1298, 1995.

YI, J.; KERR, W.L (2009). Combined effects of freezing rate, storage temperature and time on bread dough and baking properties. **LWT-Food Science and Technology**, v.42, n.9, p.1474-1483, 2009. DOI: 10.1016/j.lwt.2009.05.017. Disponível em: <http://www-sciencedirect.ez11.periodicos.capes.gov.br/science/article/B6WMV-4WCSRGR-1/2/70d599e03f4c89ad1ebd20faaa9f0984>. Acesso em: 30. dez. 2020

ZAMBELLI, R. A. **Desenvolvimento de massas congeladas de pães tipo forma contendo ingredientes funcionais.** 2014. 202 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2014. [s.n]

ZAMBELLI *et al.* (2017). Effect of Açaí Powder and Polydextrose on Bread Quality Using Surface Response. **Journal of Food Science and Engineering** 7 (2017) 373-382. doi: 10.17265/2159-5828/2017.08.001

ZANELLA, R. **Influência do receptor B1 de cininas na fisiopatologia da obesidade e do diabetes mellitus tipo 2 em camundongos ob/ob.** 2016. Dissertação (Mestrado em Nutrição

e Alimentos) – Programa de Pós-Graduação em Nutrição e Alimentos, Faculdade de Nutrição, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2016. [s.n]

ZIGLIO, B. R.; BEZERRA, J. R. M. V.; BRANCO, I. G.; BASTOS, R.; RIGO, M.
Elaboração de pães com adição de farinha de sabugo de milho. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, v. 9, n. 1, p. 116-128, 2007.

ANEXO A – CERTIFICADO DE ANÁLISE DA COMPOSIÇÃO DA FASEOLAMINA



CERTIFICADO DE ANÁLISE

Insumo:	Faseolamina	Data de Análise:	26-02-2019
Lote Interno:	19B20-B001-043912	Lote Fabricante:	TYW181101
Data de Fabricação:	01-11-2018	Data de Validade:	31-10-2021
Origem:	China	Procedência:	China
Condições de Armazenamento:	Temperatura Ambiente	Ordem de Fracionamento:	043912

DCB:	-	DCI:	-
CAS:	-	Peso Molecular:	-
Fórmula Molecular:	-		
Observações 1:	Ext. Ratio	10:1	
	Sol. Extração	Água	
Observações 2:	Parte Utilizada:	Semente	Nome Científico: Phaseolus vulgaris L

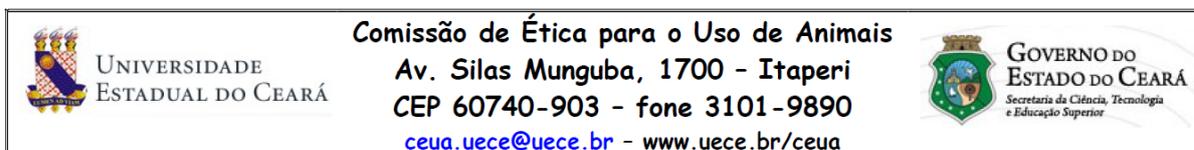
Testes	Especificações	Resultados	Unidade	Referências
Aparência	Pó fino	Conforme		Fabricante
Cor	Quase branco	Conforme		Fabricante
Odor	Característico	Característico		Fabricante
Sabor	Característico	Característico		Fabricante
Granulometria	100 passa malha 80	Conforme	%	Fabricante
Umidade	< 5	3,15	%	Fabricante
Densidade Aparente	40 - 60	50,5	g/100 mL	Fabricante
Solvente Residual	Etanol < 5000	150	ppm	Fabricante
Metais Pesados	<= 20	Conforme	ppm	Fabricante
Arsênio	<= 2	Conforme	ppm	Fabricante
Chumbo	<= 2	Conforme	ppm	Fabricante
Extrato Ratio	10:1	10:1		Fabricante
Teor	Alfa-Amilase-Inibitória > 3000	3200	Units/g	Fabricante
Testes Microbiológicos				
Contagem total de placas	<= 1000	Conforme	UFC/g	Fabricante
Total de fungos e leveduras	<= 100	Conforme	UFC/g	Fabricante
E. coli	Negativo	Negativo		Fabricante
Salmonella	Negativo	Negativo		Fabricante
Staphylococcus	Negativo	Negativo		Fabricante

* Resultados obtidos em análises realizadas no Laboratório de Controle de Qualidade SM EMPREENDIMENTOS FARMACÊUTICOS LTDA. E os demais foram transcritos conforme certificado de análise do fabricante.

Conclusão:

Aprovado (X)
Reprovado ()

ANEXO B – CERTIFICADO DA COMISSÃO DE ÉTICA PARA USO DE ANIMAIS



CERTIFICADO

Certificamos que o **Projeto de Pesquisa** intitulado “**Desenvolvimento de malas congeladas de pães tipo forma integrais adicionados de faseolamina (*Phaseolus vulgaris*) e açaí (*Euterpe oleraceae*)**” registrado sob o **00373413/2019**, tendo como pesquisador principal **Maria Izabel Florindo Guedes**, está de acordo com os Princípios Éticos de Experimentação Animal, adotados pelo **Comitê de Ética para o Uso de Animais da Universidade Estadual do Ceará** (CEUA – UECE). Este certificado expira-se em 31 de agosto 2020.

CERTIFICATE

We hereby certify that the Project entitled “**Desenvolvimento de malas congeladas de pães tipo forma integrais adicionados de faseolamina (*Phaseolus vulgaris*) e açaí (*Euterpe oleraceae*)**” registered with the protocol **00373413/2019** under the supervision of **Maria Izabel Florindo Guedes** is in agreement with Ethical Principles in Animal Experimentation, adopted by the Ethics Committee in Animal Experimentation of Ceará State University (CEUA – UECE). This certificate will expire on August 31th, 2020.

RESUMO

Vigência do projeto	Janeiro a dezembro de 2019
Espécie/linhagem	<i>Mus musculus</i> /Swiss
Número de animais	40 animais
Peso/idade	22-25g/8-12 semanas
Sexo	Fêmeas
Origem	Biotério Central da Universidade Federal do Ceará

Fortaleza, 12 de abril de 2019.