

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM NUTRIÇÃO E SAÚDE

ALEX RICHARD COSTA SILVA

**EFEITOS DAS ADIÇÕES DE BATATA-DOCE DE POLPA
ALARANJADA BIOFORTIFICADA E ÓLEO DE GIRASSOL NAS
CARACTERÍSTICAS SENSORIAIS E FÍSICO-QUÍMICAS DE BOLOS**

VITÓRIA

2018

ALEX RICHARD COSTA SILVA

**EFEITOS DAS ADIÇÕES DE BATATA-DOCE DE POLPA
ALARANJADA BIOFORTIFICADA E ÓLEO DE GIRASSOL NAS
CARACTERÍSTICAS SENSORIAIS E FÍSICO-QUÍMICAS DE BOLOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Nutrição e Saúde do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito para obtenção do título de Mestre em Nutrição e Saúde na área de concentração Qualidade e Inovação em Alimentos.

Orientador (a): Prof^a. Dr^a. Erika Madeira
Moreira da Silva

Coorientador (a): Prof. Dr. José Luis
Ramirez Ascheri

VITÓRIA

2018

S586e Silva, Alex Richard Costa, 1994-
Efeitos das adições de batata-doce de polpa alaranjada biofortificada e óleo de girassol nas características sensoriais e físico-químicas de bolos / Alex Richard Costa Silva. - 2018. 89 f. : il.

Orientadora: Erika Madeira Moreira da Silva.
Coorientador: José Luis Ramirez Ascheri.
Dissertação (Mestrado em Nutrição e Saúde) - Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências da Saúde.

1. Carotenoides. 2. Armazenamento. 3. Cromatografia Líquida de Alta Eficiência. 4. Retenção. 5. Ingestão diária recomendada.
I. Silva, Erika Madeira Moreira da. II. Ascheri, José Luis Ramirez. III. Universidade Federal do Espírito Santo. Centro de Ciências da Saúde. IV. Título.

CDU: 612.3

ALEX RICHARD COSTA SILVA

**EFEITOS DAS ADIÇÕES DE BATATA-DOCE DE POLPA
ALARANJADA BIOFORTIFICADA E ÓLEO DE GIRASSOL NAS
CARACTERÍSTICAS SENSORIAIS E FÍSICO-QUÍMICAS DE BOLOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Nutrição e Saúde do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito para obtenção do título de Mestre em Nutrição e Saúde na área de concentração Qualidade e Inovação em Alimentos.

APROVADO EM 17 DE DEZEMBRO DE 2018

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. José Luis Ramirez Ascheri
Embrapa Agroindústria de Alimentos
(Coorientador)

Prof^a. Dr^a. Érica Aguiar Moraes
Universidade Federal do Espírito Santo

Prof^a. Dr^a. Jackline Freitas Brilhante de São José
Universidade Federal do Espírito Santo

A Deus, que me ajudou em cada etapa deste trabalho e não me deixou fraquejar.

A Rosiele e Milton, razão da minha vida.

AGRADECIMENTOS

Sou grato a Deus, que sempre foi e será o autor da minha vida e do meu destino, o meu maior apoio nos momentos difíceis.

Aos meus pais, por todo apoio, incentivo e paciência nesta jornada. Amor incondicional a vocês.

Aos meus amigos, em especial Jéssica Monteiro e Jordana Gama, que estão presentes na minha vida desde o ensino médio, trazendo alegria, companheirismo e sendo a “válvula de escape”, proporcionando momentos felizes e especiais mesmo quando as circunstâncias não eram as mais favoráveis. Obrigado por existirem e pela nossa linda amizade!

A Laysa Borges Tomás de Sousa, uma pessoa maravilhosa que o mestrado me proporcionou conhecer. Esteve comigo desde o primeiro dia, sendo minha parceira de pesquisa, minha “co-coorientadora”, participando de maneira integral durante esta jornada. Partilhamos momentos de difíceis, de frustrações, de conselhos, de alegrias, dando-me palavras de conforto e ânimo para conclusão dessa etapa. A palavra que resume nossa parceria é: Gratidão! Obrigado por estar comigo todo esse tempo; por esse ânimo que você passou para mim; toda essa energia positiva; tudo isso me fortaleceu! E por isso eu agradeço com todo meu coração! Foi bom demais ter você ao meu lado durante esta caminhada.

A Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo – FAPES, pela bolsa de mestrado.

A Universidade Federal do Espírito Santo – UFES, por todo apoio operacional e científico para execução do trabalho.

A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA (Hortaliças e Agroindústria de Alimentos) e ao Programa BioFORT, pela doação da batata-doce de polpa alaranjada e por ter me recepcionado para execução de análises primordiais.

A Kemin[®] Industries Inc., pela doação do conservante.

Aos docentes e colaboradores, que contribuíram de forma direta ou indireta para realização deste trabalho e por toda minha jornada acadêmica.

*É na resiliência que nascem as vitórias,
porque todos os caminhos são feitos de
altos e baixos e é necessário persistir, para
se chegar ao fim.*

Autor desconhecido.

RESUMO

A batata-doce de polpa alaranjada (BDPA) é considerada de interesse nutricional por conter maior teor β -caroteno, que é precursor de vitamina A. A utilização de produtos alimentícios com BDPA e óleo de girassol estão associados a promoção da saúde, o que auxilia a aumentar o valor nutricional e o consumo desses produtos. Dentre esses, os bolos são consumidos por pessoas de qualquer faixa etária e podem ser considerados uma alternativa para adição de matérias-primas como forma de melhorar o valor nutricional desses produtos. O objetivo foi avaliar a influência das adições de BDPA e óleo de girassol nas características sensoriais, físico-químicas e no armazenamento de bolos. Foi utilizado o delineamento composto central rotacional de segunda ordem com a finalidade de estudar o efeito das diferentes proporções de BDPA:Óleo de girassol em bolos. Foram gerados dez tratamentos e por meio da análise sensorial, medições de massa crua e do bolo assado, três tratamentos foram selecionados para determinação da composição centesimal, retenção de carotenoides totais e β -caroteno. Os bolos foram submetidos ao armazenamento em temperatura ambiente e avaliados quanto as características físico-químicas, teor de carotenoides e avaliação da contribuição para as necessidades de vitamina A segundo grupos de riscos no primeiro e no quarto dia de armazenamento. As adições de 40:11 g/100g (T1), 40:3 g/100g (T2) e 35,86:7 g/100g (T5) apresentaram melhor aceitação sensorial e características físicas satisfatórias para qualidade dos bolos. Os tratamentos com BDPA apresentaram maiores teores de umidade e fibras quando comparados ao tratamento controle. A retenção de carotenoides totais e β -caroteno foi maior no T1, seguido por T5 e T2. No armazenamento, o T5 manteve a maioria das características físico-químicas (atividade de água, coloração e perfil de textura). Houve redução no teor de carotenoides entre o primeiro e o quarto dia de armazenamento em todos os tratamentos. A maior contribuição para as necessidades de vitamina A para os grupos de risco por 1 porção de bolo (60g) ocorreu no primeiro dia. Portanto, considerando as condições aplicadas, o tratamento com 35,86:7 g/100g apresentou melhores características tecnológicas (sensoriais e físico-químicas) e nutricionais, além de maior contribuição para as necessidade de ingestão diária de vitamina A no primeiro dia de armazenamento.

Palavras-chave: Carotenoides. Armazenamento. Cromatografia Líquida de Alta Eficiência. Retenção. Ingestão diária recomendada.

ABSTRACT

Orange-flashed sweet potato (OFSP) is considered of nutritional interest because it contains higher β -carotene content, which is a precursor of vitamin A. The use of food products with OFSP and sunflower oil are associated with health promotion, which helps increase the nutritional value and consumption of these products. Among these, cakes are consumed by people of any age group and can be considered an alternative for adding raw materials as a way to improve the nutritional value of these products. The objective was to evaluate the influence of additions of OFSP and sunflower oil on sensory, physicochemical and cake storage characteristics. The second order rotational central composite design was used to study the effect of the different proportions of OFSP:Sunflower oil in cakes. Ten treatments were generated. After sensory analysis, raw mass measurements and roast cake three treatments were selected for determination of centesimal composition, total carotenoids and β -carotene retention. The cakes were submitted to storage at room temperature and evaluated for physicochemical characteristics, carotenoid profile and assessment of contribution to vitamin A needs according to risk groups on the first and fourth day of storage. The additions of 40:11 g/100g (T1), 40:3 g/100g (T2) and 35.86: 7 g/100g (T5) presented better sensory acceptance and satisfactory physical characteristics for cake quality. The treatments with OFSP showed higher moisture and fiber contents when compared to the control treatment. Retention of total carotenoids and β -carotene was higher at T1, followed by T5 and T2. In storage, T5 retained most of the physical-chemical characteristics (water activity, coloring and texture profile). There was a reduction in the carotenoid profile between the first and fourth day of storage in all treatments. The highest contribution to vitamin A needs for the risk groups for one portion (60g) occurred on the first day. Treatment with 35.86:7 g/100g presented better technological characteristics (sensorial and physicochemical) and nutritional, in addition to the greater contribution to the daily intake of vitamin A on the first day of storage.

Keywords: Carotenoids. Storage. High Performance Liquid Chromatography. Retention. Recommended dietary allowance.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Isômeros geométricos de maior frequência.....	25
Figura 2 – Degradação dos carotenoides.....	25
Figura 3 – Medições de altura para cálculo dos índices.....	37
Figura 4 – Cálculo de carotenoides totais.....	35
Figura 5 – Efeitos lineares (L) e quadráticos (Q) dos teores de batata-doce de polpa alaranjada biofortificada (X1) e óleo de girassol (X2) nos atributos sensoriais e intenção de compra dos bolos.....	44
Figura 6 – Efeitos lineares (L) e quadráticos (Q) dos teores de batata-doce de polpa alaranjada biofortificada (X1) e óleo de girassol (X2) nas medições de massa crua.....	46
Figura 7 – Efeitos lineares (L) e quadráticos (Q) dos teores de batata-doce de polpa alaranjada biofortificada (X1) e óleo de girassol (X2) nas medições dos bolos.....	49
Figura 8 – Bolos elaborados com batata-doce de polpa alaranjada biofortificada e óleo de girassol.....	53

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Delineamento composto central rotacional de segunda ordem com variáveis codificadas e decodificadas para a elaboração de bolos com batata-doce de polpa alaranjada biofortificada e óleo de girassol.....	32
Tabela 2 – Proporções dos ingredientes nos bolos elaborados com batata-doce de polpa alaranjada biofortificada e óleo de girassol.....	34
Tabela 3 – Avaliação sensorial, índice de aceitação e intenção de compra dos bolos elaborados com batata-doce de polpa alaranjada biofortificada e óleo de girassol.....	45
Tabela 4 – Medições das massas cruas elaboradas com batata-doce de polpa alaranjada biofortificada e óleo de girassol.....	47
Tabela 5 – Medições dos bolos assados elaborados com batata-doce de polpa alaranjada biofortificada e óleo de girassol.....	50
Tabela 6 – Composição centesimal e valor calórico dos bolos elaborados com batata-doce de polpa alaranjada biofortificada e óleo de girassol.....	55
Tabela 7 – Retenção verdadeira de carotenoides totais e β -caroteno de bolos elaborados com batata-doce de polpa alaranjada biofortificada e óleo de girassol.....	56
Tabela 8 – Atividade de água, pH e acidez total titulável de bolos elaborados com batata-doce de polpa alaranjada biofortificada e óleo de girassol no armazenamento.....	57
Tabela 9 – Teor de carotenoides e equivalentes de atividade de retinol dos bolos elaborados com batata-doce de polpa alaranjada biofortificada e óleo de girassol no armazenamento.....	58
Tabela 10 – Contribuição dos bolos elaborados com batata-doce de polpa alaranjada biofortificada e óleo de girassol para as necessidades de vitamina A em grupos de risco.....	59
Tabela 11 – Cor dos bolos elaborados com batata-doce de polpa alaranjada biofortificada e óleo de girassol no armazenamento.....	60
Tabela 12 – Perfil de textura dos bolos elaborados com batata-doce de polpa alaranjada biofortificada e óleo de girassol no armazenamento.....	63

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	REVISÃO DE LITERATURA	15
2.1	O PANORAMA MUNDIAL DA DEFICIÊNCIA DE VITAMINA A	15
2.2	BIOFORTIFICAÇÃO DE ALIMENTOS BÁSICOS	17
2.3	A BATATA-DOCE DE POLPA ALARANJADA BIOFORTIFICADA	19
2.4	CAROTENOIDES PRÓ-VITAMINA A.....	22
2.5	TECNOLOGIA DE ELABORAÇÃO DE BOLOS	26
3	OBJETIVOS	30
3.1	GERAL	30
3.2	ESPECÍFICOS	30
4	MATERIAIS E MÉTODOS	31
4.1	MATÉRIAS-PRIMAS	31
4.2	DELINEAMENTO EXPERIMENTAL PARA ELABORAÇÃO DOS BOLOS	31
4.3	ELABORAÇÃO DOS BOLOS.....	32
4.4	AVALIAÇÃO SENSORIAL E PERFIL DE CONSUMIDOR	33
4.5	MEDIÇÕES	36
4.5.1	Massa crua	36
4.5.2	Bolo assado	36
4.6	CRITÉRIO DE SELEÇÃO DOS TRATAMENTOS.....	37
4.7	COMPOSIÇÃO CENTESIMAL.....	38
4.8	EXTRAÇÃO E ANÁLISE CROMATOGRÁFICA DE CAROTENOIDES.....	38
4.8.1	Cálculo da retenção de carotenoides totais e β-caroteno	39
4.9	CONDIÇÕES DE ARMAZENAMENTO E ANÁLISES SUBSEQUENTES.....	39
4.9.2	Teor de carotenoides e avaliação da contribuição dos bolos para as necessidades de vitamina A em grupos de riscos durante armazenamento	40

4.9.3	Cor durante armazenamento	41
4.9.4	Perfil de textura durante armazenamento	41
4.10	ANÁLISE ESTATÍSTICA	42
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	43
5.1	AVALIAÇÃO SENSORIAL E PERFIL DE CONSUMIDOR.....	43
5.2	MEDIÇÕES	46
5.2.1	Massa crua	46
5.2.2	Bolo assado	48
5.3	COMPOSIÇÃO CENTESIMAL.....	53
5.4	RETENÇÃO DE CAROTENOIDES TOTAIS E β -CAROTENO	55
5.5	ANÁLISES DURANTE O ARMAZENAMENTO	56
5.5.1	Atividade de água, pH e acidez total titulável	56
5.5.2	Teor de carotenoides e avaliação da contribuição dos bolos para as necessidades de vitamina A em grupos de riscos	57
5.5.3	Cor	59
5.5.4	Perfil de textura	61
6	CONCLUSÃO	64
	REFERÊNCIAS	65
	APÊNDICES	84
	ANEXOS	89

1 INTRODUÇÃO

A deficiência de vitamina A (DVA), também conhecida como hipovitaminose A, representa um dos maiores problemas nutricionais de saúde pública que afeta, principalmente, países em desenvolvimento, como o Brasil e alguns países da África. Essa condição leva ao aparecimento de doenças, dentre as mais comuns, a xeroftalmia (ressecamento ocular) ou até prejuízos irreversíveis à visão. Além disso, é a principal causa de morbidade e mortalidade entre crianças em idade pré-escolar e gestantes (PADULA; RODRIGUEZ-AMAYA, 1986; AMBRÓSIO; CAMPOS; FARO, 2006; UCHENDU; ATINMO; OYEWOLE, 2012).

A fortificação de alimentos pode ser uma das estratégias para controle da DVA. Assim, a biofortificação refere-se à criação de culturas básicas, como a batata-doce, para aumentar o teor de nutrientes de interesse, com o objetivo final de reduzir a carência de micronutrientes (BOUIS et al., 2011). Além disso, a biofortificação tem demonstrado ser um meio promissor e sustentável para combater a deficiência de vitamina A (LOW et al., 2007; BIROL et al., 2015).

As batatas-doces são classificadas de acordo com a coloração da polpa, em creme, brancas, amarelas, alaranjadas e roxas. A de polpa alaranjada é de grande interesse nutricional, devido ao maior teor de β -caroteno, um precursor de vitamina A, além de ser considerado um antioxidante alimentar (SAJEEV et al., 2012). O uso da batata-doce de polpa alaranjada (BDPA) em diversos produtos alimentícios estão associados a promoção da saúde, o que auxilia a aumentar o consumo e o valor nutricional dos produtos (AFEWORK; ABEGAZ; MEZGEBE, 2016). No entanto, utilização e o consumo como ingrediente adicional para alimentos cozidos é limitado devido aos poucos estudos que exploram esta matéria-prima (ASSEFA et al., 2007; BEZABIH; MENGISTU, 2011).

Uma forma de utilização da BDPA é por meio da elaboração de produtos panificados. Dentre eles, o bolo é o produto terceiro produto de padaria mais produzido (LEVENT; BILGIÇLI, 2013). Assume crescente importância no que se refere ao consumo e comercialização no Brasil e, embora não constitua alimento básico como o pão, é aceito e consumido por pessoas de qualquer idade (BORGES et al., 2006; CERQUEIRA et al., 2008; MOURA et al., 2010).