



ANA LAÍS ANDRADE GASPARDI

**AVALIAÇÃO DAS ATIVIDADES ANTIDIABÉTICA, ANTI-
HIPERTENSIVA E ANTIOXIDANTE DE EXTRATOS DE BISCOITOS
ELABORADOS PARCIALMENTE COM FARINHA E/OU SEMENTES
DE CHIA (*SALVIA HISPANICA L*)**

INCONFIDENTES – MG

2017

ANA LAÍS ANDRADE GASPARDI

**AVALIAÇÃO DAS ATIVIDADES ANTIDIABÉTICA, ANTI-
HIPERTENSIVA E ANTIOXIDANTE DE EXTRATOS DE BISCOITOS
ELABORADOS PARCIALMENTE COM FARINHA E/OU SEMENTES
DE CHIA (*SALVIA HISPANICA L*)**

Projeto Final de Curso apresentado como pré-requisito de conclusão do curso de Engenharia de alimentos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais - *Campus* Inconfidentes, para obtenção do título de Engenheiro de Alimentos.

Orientador: Dr. Jorge Alexandre N. Santos

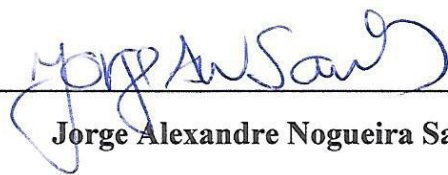
Co-orientadora: Dra. Maira Rubi Segura Campos

**INCONFIDENTES – MG
2017**

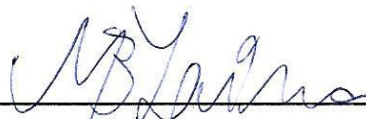
ANA LAÍS ANDRADE GASPARDI

**AVALIAÇÃO DAS ATIVIDADES ANTIDIABÉTICA, ANTI-
HIPERTENSIVA E ANTIOXIDANTE DE EXTRATOS DE BISCOITOS
ELABORADOS PARCIALMENTE COM FARINHA E/OU SEMENTES
DE CHIA (*SALVIA HISPANICA L*)**

Data de aprovação: 03 de maio de 2017



Jorge Alexandre Nogueira Santos: IFSULDEMINAS



Mariana Borges de Lima Dutra: IFSULDEMINAS



Emanuelle Morais de Oliveira: IFSULDEMINAS

INCONFIDENTES - MG

2017

RESUMO

Temos assistido, nos últimos anos, ao grande aumento do consumo de alimentos que prometem prevenir diversos tipos de doenças, os chamados alimentos funcionais. Diante dessa conjuntura, diversas pesquisas ao redor do mundo têm investigado a ação desse tipo de alimento sobre a saúde humana. As sementes de chia (*Salvia hispanica L*), por serem consideradas funcionais, têm sido utilizadas em diversas aplicações no ramo da alimentação humana e para o desenvolvimento de novos produtos que prometem muitos benefícios fisiológicos como o controle da hipertensão arterial e diabetes mellitus, aumento da imunidade e por apresentarem propriedades anti-inflamatórias. O objetivo do respectivo trabalho foi produzir biscoitos do tipo cookie contendo sementes e/ou farinha de chia e avaliar algumas propriedades funcionais (atividade antioxidante e inibição das enzimas ECA e α -glicosidase) destes utilizando-se métodos *in vitro*. Foram elaboradas seis diferentes formulações de biscoitos com teores de sementes e/ou farinha de chia que variaram de 0 a 30%. Todas as análises foram realizadas a partir de extratos aquosos dos biscoitos. Extratos aquosos da amostra 30 FS (15% de farinha e 15% de semente) na concentração de 300 mg/mL foram capazes de inibir 94,12 % da atividade da enzima α -glicosidase. Para a enzima conversora da angiotensina (ECA), extratos aquosos de biscoitos contendo um teor de 30% de farinha de chia (amostra 30 F) na concentração de 100 mg/mL provocaram inibição enzimática de 30,32%. Com relação à capacidade antioxidante (medida pelo consumo do radical DPPH⁺), os extratos (concentrações de 100 mg/ml) das formulações 20FS (biscoito contendo 10% de farinha de chia e 10% de semente de chia) apresentaram os melhores resultados (64,88% de atividade antioxidante). Os resultados do respectivo projeto demonstram que a elaboração de biscoitos tipo cookie contendo farinha e/ou sementes de chia pode ser uma estratégia viável para enriquecer alimentos com substâncias bioativas e incentivar o hábito de seu consumo.

Palavras - chave: chia, *cookie*, ECA, α -glicosidase.

ABSTRACT

In recent years, we have seen a great increase in the consumption of foods that promote different types of diseases, called functional foods. Given this situation, several researches around the world have invested an action of the type of food on human health. Chia seeds (*Salvia hispanica L*), because of their functional properties, have been used in several applications in the field of human nutrition and for the development of new products that promise many physiological benefits such as the control of arterial hypertension and diabetes mellitus, increased immunity and because of their anti-inflammatory properties. The objective of the respective work was the production of cookie-type biscuits containing seeds and/or chia flour and evaluate their functional properties (antioxidant activity, inhibition of the enzymes ECA and α -glycosidase) using in vitro methods. Six different formulations of crackers with contents of seeds and / or chia flour ranging from 0 to 30% were prepared. All analyzes were performed from aqueous extracts of the biscuits. Aqueous extracts of the 30 FS sample (concentration of 300 mg/mL) were able to inhibit 94.12% of α -glucosidase enzyme activity. For the angiotensin-converting enzyme (ACE), aqueous extracts (concentration of 100 mg/ml) of biscuits containing 30% (30F) chia flour resulted in enzymatic inhibition of 30.32%. The extracts (concentrations of 100 mg/mL) of the formulations 20FS (biscuit containing 10% of chia flour and 10% of chia seed) presented the best results of antioxidant activity (64, 88%). The results of the respective project demonstrate that the preparation of cookie type cookies containing flour and / or chia seeds can be a viable strategy to enrich foods with bioactive substances and encourage the habit of their consumption.

Keywords: chia, cookie, ACE, α -glycosidase

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
1.1. JUSTIFICATIVA	2
1.2. OBJETIVO GERAL.....	2
1.3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	2
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1. ALIMENTOS FUNCIONAIS	4
2.2. CHIA	5
2.3. ÁCIDOS GRAXOS.....	6
2.4. BISCOITOS	7
2.5. DIABETES <i>MELLITUS</i>	8
2.6. ALFA-GLICOSIDASE	9
2.7. ENZIMA CONVERSORA DE ANGIOTENSINA (ECA)	10
3. METODOLOGIA	12
3.1. INGREDIENTES	12
3.2. OBTENÇÃO DA FARINHA.....	12
3.3. ELABORAÇÃO DOS BISCOITOS TIPO COOKIE	13
3.4. PREPARO DAS AMOSTRAS E EXTRATOS	14
3.4.1. Inibição da enzima α -glicosidase.....	14
3.4.2. Método DPPH.....	15
3.4.3. Determinação % de inibição da enzima conversora de angiotensina (ECA)..	16
4. ANÁLISE DE DADOS	18
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	19
5.1. ELABORAÇÃO DO BISCOITO	19
5.2. DETERMINAÇÃO <i>IN VITRO</i> DA ATIVIDADE INIBITÓRIA DA ENZIMA ALFA-GLICOSIDASE	20

5.3. DETERMINAÇÃO <i>IN VITRO</i> DA ATIVIDADE INIBITÓRIA DA ENZIMA CONVERSORA DE ANGIOTENSINA (ECA)	21
5.4. DETERMINAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE TOTAL PELA CAPTURA DO RADICAL LIVRE DPPH	22
6. CONCLUSÃO	24
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	25

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus amáveis e eternos pais, Ana Lúcia e Ariovaldo,

pois sem o apoio e a confiança deles

a minha formação como profissional não poderia ter sido concretizada.

Proporcionam, além de extenso carinho e amor;

Os conhecimentos da Integridade, Perseverança, Responsabilidade;

Justiça, Honestidade e de procurar sempre em Deus;

À força maior para o meu desenvolvimento como ser humano.

Por essa razão, gostaria de dedicar e reconhecer a vocês, minha imensa;

Gratidão.

Também dedico aos meus avós, Irineu Andrade e Dorvalina Leandro,

pela força, ensinamentos, alegrias;

O grande apoio para não desistir dos meus sonhos.

Mesmo vocês no céu, sinto vocês sempre comigo.

Saudade eterna.

AGRADECIMENTOS

À Deus, por me conceder sabedoria, força, persistência para nunca desistir diante dos obstáculos e pelas grandes surpresas boas espalhadas no meu caminho. Ele foi fundamental na minha trajetória, me ouviu e me confortou nos momentos mais difíceis. Enviou Anjos para ajudar a continuar sorrindo, lutando e aprendendo, sou muito grata a esses Anjos sem asas, pois sem eles não chegaria até aqui.

Aos meus pais, que sempre estiveram ao meu lado acreditando no meu potencial. Agradeço a esse amor tão grande que vocês têm por mim e pelas frases muitas vezes ditas por vocês: “Deus não disse que a vida seria fácil, mas que valeria a pena” e “ O não você já tem, o sim você pode obter”. Sem vocês eu não seria nada. Amo vocês.

À minha irmã, Bia, pela paciência, apoio, companheirismo, alegria e por momentos inesquecíveis e felizes. Obrigada, pela sua serenidade e positividade de sempre. Amo você

Ao meu irmão, João Victor, pelo carinho, pela lealdade e amizade. Amo você.

À minha avó, Anésia, que justamente na reta final dessa etapa me ajudou a ter confiança e pensamento positivo que tudo dará certo. Obrigada vó, pelo seu amor e seus conselhos. Amo você.

À toda minha família, tios, primos e amigos que de alguma forma me ajudaram a chegar até aqui. Família nunca se separa, sempre de algum modo estaremos juntos. Essa conquista não seria possível se não fosse por vocês!

Ao professor Dr. Gerson Valente, que desde o primeiro semestre do Curso de Engenharia de Alimentos confiou no meu potencial para trabalhar em um projeto de iniciação científica mesmo não sabendo nada. Foram muitos aprendizados e experiências que resultaram em muitos sonhos realizados. Serei eternamente grata, pela sua confiança, paciência, apoio, conselhos, compreensão e ensinamentos.

À Dra. Maira R. S. Campos (UADY – México), pessoa que me espelho pelo seu caráter, profissionalismo, determinação, perseverança, amor ao próximo, positividade e que me acolheu em seu país. Além de ser uma grande amiga, muitas vezes como uma mãe protetora nos momentos mais delicados, foi quem deu a oportunidade de desenvolver este lindo trabalho

e a realização de muitos sonhos, como apresentar trabalhos em congressos internacionais. Serei eternamente grata pelos seus ensinamentos e por ser paciente, compreensiva e cuidadosa.

À professora Dra. Mariana Borges, que além de ser quase uma mãe, é uma grande amiga. Sinto enorme admiração pelo seu profissionalismo, honestidade, amor e caráter. Sou imensamente grata pelos seus ensinamentos e conselhos, suas aulas são inesquecíveis. Obrigada pela sua preocupação e força, mesmo quando eu estava longe. Minha eterna gratidão.

À professora Dra. Ana Cristina Ferreira, pessoa que sempre ajudou em qualquer dificuldade e apoiou para que conseguisse o intercâmbio. Sou grata pelos seus conselhos, apoio e pelas frases sábias durante momentos turbulentos que proporcionaram alívio.

Ao professor Dr. Jorge Santos, pela paciência diante dos meus anseios, pela dedicação nas correções, por depositar confiança nos meus propósitos e sempre me apoiar nos momentos decisivos.

À professora Msc. Emanuelle Morais, pelos ensinamentos aprendidos em sala de aula, pela importância de que sempre temos que fazer o melhor e o que é certo. Muito obrigada por aceitar em ser membro da minha banca neste trabalho.

Às professoras Luiza Figueiredo e Verônica, pelos conselhos e ajuda durante o momento turbulento. Obrigada pela amizade e carinho de vocês. Nunca esquecerei da ajuda de vocês.

Ao professor Dr. Oswaldo, por mostrar que as dificuldades durante a faculdade são necessárias para que futuramente estaremos um pouco preparados para enfrentar os problemas no mercado e trabalho.

A todos os companheiros da Faculdade de Engenharia Química (UADY – México) que foram essenciais para que este trabalho fosse realizado: Francisco Herrera pelos conhecimentos aprendidos pela May Cortes, Ulil Medina, Stephaniie Vazquez, Julian, Luis Ferraez, David Lunfan, Juan Pablo e Natali. Obrigada pela paciência e compreensão de todos vocês. Só ficarei com as lembranças bonitas que tivemos durante todo esse trabalho. Minha enorme gratidão a vocês.

Ao meu amigo, Ulil, pelos conselhos, incentivo e apoio para este trabalho finalizasse da melhor forma possível. Sem o seu apoio as coisas seriam mais difíceis. Muito obrigada.

Aos amigos, em especial, Clara, Luís, Jéssika e Natali, que sempre estiveram comigo em momentos triste e alegres. Obrigada pelo carinho, atenção, alegria, brincadeiras, sinceridades e ajuda. Sem vocês não teria vencido essa batalha. Vocês são grandes soldados.

Aos amigos da primeira turma de Engenharia de Alimentos, pelos momentos de amizade, alegria e companheirismo: Caio Pereira, Clara Pontes, Danilo Matos, Jéssika Michelli, Lara Oliveira, Lucas Nunes, Luís Paulo Salgado, Laís Nascimento e Natali Alcântara.

Aos meus amigos mexicanos, considerados como irmãos: Angel Oxe, Marcos Correa, Rafael Medina e Ramiro Rojo, que em momentos tristes me levantaram para continuar lutando para terminar este trabalho.

Aos meus “hermanos”, em especial, Angel e Marcos, pelos dias de alegrias, brincadeiras, diversões, carinhos e conselhos durante um ano de moradia na casa mais linda do México. Minha eterna gratidão pela companhia, respeito, paciência e cuidados.

Ao meu grande querido amigo, Hugo Gabriel, que desde a minha chegada ao México ajudou a ser forte, a enfrentar as coisas com mais tranquilidade e não ter medo de nada. Sempre com a frase: “No pasa nada, tranquila”. Obrigada pelos seus cuidados, conselhos, amizade, positividade e carinho.

Às minhas amigas mexicanas, Karen Gómez, Jéssica Ruiz, Sharon Romero, Lizbeth Matuz e Dosali Canul que durante e depois do intercâmbio continuam sempre comigo tanto em momentos alegres quanto tristes. Também agradeço a Vale Soulard e Jacqueline Lalla, pelas palavras de incentivo a continuar lutando. Muito obrigada pela amizade, confiança, alegrias, companheirismo de todas vocês. “Las quiero mucho”.

À minhas amigas Thais Glória e Letícia Tóssoli, pela amizade, paciência, companhia e apoio em tudo.

À essas pessoas que estão juntas comigo nesta reta final: Ágatha, Dani, Estela, Guadalupe e Mariana e Roberta. Obrigada pelo carinho e compreensão de vocês.

*A todos os **professores** da minha vida até esta etapa e também ao **IFSULDEMINAS** por possibilitar vários sonhos realizados.*

EPÍGRAFE

*"Age de tal modo que a máxima da
tua ação se possa tornar princípio de
uma legislação universal."*

(Immanuel Kant)

*"Age de modo que consideres a
humanidade tanto na tua pessoa
quanto na de qualquer outro, e
sempre como objetivo, nunca como
simples meio."*

(Immanuel Kant)

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Conteúdo de lipídeos e composição de ácidos graxos da semente de chia.....	7
Figura 2. Fluxograma da atividade da enzima α -glicosidase	10
Figura 3. Sistema Renina Angiotensina Aldosterona (SRAA)	11
Figura 4. Biscoitos tipo cookie elaborados com a adição de farinha e/ou semente de chia... ..	19
Figura 5. Inibição da atividade da enzima alfa-glicosidase por extratos derivados de biscoitos contendo farinha e/ou semente de chia.....	20
Figura 6. Porcentagem de inibição da atividade da enzima ECA de extratos de biscoitos contendo diferentes teores de farinha e/ou sementes de chia... ..	21

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Níveis de incorporação de farinha e/ou semente de chia nas formulações.....	13
Tabela 2 - Ingredientes utilizados nas diferentes formulações dos biscoitos	14
Tabela 3. Ordem da adição dos reativos para a inibição da ECA.....	16
Tabela 4. Porcentagem da atividade antioxidante medida através do consumo do radical DPPH ⁺ pelos extratos dos biscoitos com e sem <i>S. hispanica</i> L.	22

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AA - Atividade Antioxidante

ANG - Angiotensina

AVC - Acidente Vascular Cerebral

BSA - Soroalbumina bovina

DM - *Diabete Mellitus*

ECA – Enzima conversora de angiotensina

SRAA - Sistema renina-angiotensina aldosterona

1. INTRODUÇÃO

O consumo mundial de alimentos com propriedades funcionais tem crescido nos últimos anos. Esse tipo de alimento considerado funcional, além de ser altamente nutritivo, demonstra grande capacidade de regular funções corporais e auxílio na proteção contra diversos tipos de doenças como hipertensão, diabetes, câncer e osteoporose entre outras. Porém, para alcançar este efeito benéfico ao organismo, o consumo de alimentos funcionais deve ser acompanhado de uma dieta equilibrada e da prática de atividades físicas de maneira regular (SOUZA et al., 2003). A maior parte dos alimentos funcionais apresentam elevados teores de fibras, vitaminas, minerais, ácidos graxos poli-insaturados, antioxidantes e são, em sua maioria, de origem vegetal, como linhaça, chia, uva, vegetais de folhas verdes e entre outros. (RAMOS, 2013).

Os produtos derivados da chia (farinha e sementes) podem substituir outros ingredientes menos nutritivos sem comprometer o sabor em diversas propriedades dos produtos alimentares. Por apresentarem grande capacidade de retenção de óleo e água, as sementes de chia podem ser uma candidata natural como aditivo em muitos produtos panificados e como emulsionantes em outros produtos alimentares (OLIVOS-LUGO et al., 2010). Além disso, as sementes de chia (*Salvia hispanica L.*) são uma rica fonte de proteínas, ácidos graxos do tipo ômega-3, antioxidantes, compostos fenólicos, vitaminas, minerais e fibras dietéticas. Em virtude dos atributos nutricionais e funcionais, existem muitos estudos com a semente de chia a fim de se comprovar o poder da atividade biológica benéfica dessa semente para a saúde humana (IXTAINA et al., 2011).

1.1. JUSTIFICATIVA

Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS) (2016), 17,5 milhões de mortes por doenças cardiovasculares ocorrem em todo o mundo anualmente. De acordo com o estudo de *Townsend N.* (2016), o câncer já ultrapassou as doenças do coração e da circulação como a principal causa de morte em doze países europeus.

No Brasil, segundo dados da Sociedade Brasileira de Cardiologia (SBC), cerca de 350 mil mortes são registradas anualmente no país por três disfunções mais comuns: infarto, insuficiência cardíaca e AVC (Acidente Vascular Cerebral). De acordo com dados do Instituto Nacional de Câncer (INCA), foi registrado em 2013 cerca de 190 mil mortes por câncer com estimativa de 596 mil casos da doença em 2016 (INCA, 2016).

A incidência do grande número de mortes por doenças cardiovasculares, câncer, diabetes e obesidade da população mundial, provocou nos últimos anos uma crescente tendência para o consumo de alimentos funcionais. Muitos destes produtos são de origem vegetal e apresentam na composição química, elevados teores de fibras, vitaminas, minerais, ácidos graxos polinsaturados (PUFAs) como o ácido α -linolénico (ω 3) e antioxidantes entre outros. Esta nova tendência indica que consumidores buscam alimentos que proporcionem benefícios à saúde e um estilo de vida mais saudável (RAMOS et al., 2013).

A utilização da farinha e/ou sementes de chia em biscoitos tipo *cookie* pode promover ao alimento maior valor nutritivo, praticidade de consumo e benefícios para a saúde do consumidor. Com base nisso, avaliou-se seis diferentes formulações de biscoitos do tipo *cookie* por meio do estudo de algumas propriedades funcionais utilizando-se métodos "in vitro".

1.2. OBJETIVO GERAL

Desenvolver biscoitos tipo *cookie* substituindo parcialmente a farinha de trigo por farinha e/ou semente de chia (*Salvia hispanica L.*) com a avaliação da atividade biológica.

1.3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Os objetivos específicos deste trabalho foram:

1.3.1. Elaborar biscoitos tipo *cookie* a partir da substituição parcial da farinha de trigo por farinha e/ou sementes de chia (*Salvia hispanica L.*);

1.3.2. Avaliar a inibição de atividade da enzima ECA e α -glicosidase por extratos de biscoitos do tipo *cookie* contendo chia;

1.3.3. Avaliar a capacidade antioxidante de biscoitos do tipo *cookie* contendo chia através do sequestro de radicais livres de DPPH;

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. ALIMENTOS FUNCIONAIS

Os alimentos funcionais foram lançados pelo Japão na década de 80 por meio de um programa de governo que tinha como objetivo desenvolver alimentos saudáveis para uma população que envelhecia e apresentava uma grande expectativa de vida (ANJO, 2004).

Vários fatores têm contribuído para o consumo de alimentos funcionais, entre eles o aumento da consciência dos consumidores, que desejando melhorar a qualidade de suas vidas, optam por hábitos saudáveis. Alimentos funcionais são todos os alimentos ou bebidas que, consumidos na alimentação cotidiana, podem trazer benefícios fisiológicos específicos à saúde humana, graças à presença de ingredientes fisiologicamente saudáveis. Nesse contexto, inserem-se os alimentos funcionais aqueles considerados promotores de saúde por estarem associados à diminuição dos riscos de algumas doenças crônicas, uma vez que são encontrados em alimentos naturais ou preparados contendo substâncias funcionais (CÂNDIDO & CAMPOS, 2005).

Um determinado alimento funcional pode estar ligado com a cultura de um determinado país e com a disponibilidade local. Por exemplo, a alimentação dos esquimós é baseada em peixes e produtos do mar ricos em ácidos graxos poli-insaturados das famílias ômega 3 e 6. Diversos estudos têm demonstrado que o baixo índice de problemas cardíacos pela população de esquimós está relacionado com essa dieta rica em peixes do mar. A população francesa também apresenta baixo índice de doenças coronarianas e diversos estudos têm demonstrado que isso está relacionado com o grande consumo de vinho tinto, o qual apresenta

grande quantidade de compostos fenólicos que possuem efeitos benéficos e protetores ao coração. Por consumirem muita soja, que contém fitoestrogênios, os orientais apresentam baixa incidência de câncer de mama. Nestes países, o hábito de consumir frutas e verduras com grande frequência também resulta numa redução do risco de doenças coronarianas e de câncer, comprovada por dados epidemiológicos (ANJO, 2004).

2.2. CHIA

Chia, nome popular da *Salvia hispanica L.* (família *Lamiaceae*), é uma planta herbácea de cultura anual e que possui sementes do tipo oleaginosas. Embora com menor importância em relação a outros cereais, como milho e feijão, a chia foi muito consumida pelas civilizações da América Central (maias e astecas) na era pré-colombiana (AYERZA e COATES, 2004).

Para os astecas, as sementes de chia eram ofertadas aos deuses durante cerimônias religiosas e consumidas pelos guerreiros maias para o aumento da resistência física. Porém, após a conquista da América pelos espanhóis ocorreram o declínio destas práticas religiosas, devido a propagação do catolicismo e a destruição da maioria da produção agrícola intensiva. Com esse fato, a chia desapareceu cerca de 500 anos (AYERZA e COATES, 2005).

O cultivo da chia sobreviveu em pequenas áreas montanhosas do México e da Guatemala, onde a planta foi cultivada por séculos e até os dias de hoje. Atualmente, cultiva-se a chia também na Austrália, Bolívia, Colômbia, Guatemala, Peru e Argentina. No Brasil, o cultivo de chia tem apresentado bons resultados nas regiões do oeste Paranaense e noroeste do Rio Grande do Sul (BUSILACCHI et al., 2013; MIGLIAVACCA, R. A. et al., 2014).

Em razão das propriedades nutricionais e funcionais diferenciadas, a chia tem sido utilizada em diversos produtos alimentares nas últimas décadas (PEIRETTI e GAI, 2009).

As sementes de chia possuem um rico valor nutricional, pois possuem um teor de lipídeos em torno de 25 % a 35 % e de proteínas ao redor de 17 % a 24 % (BORNEO et al., 2010). A chia também é rica em fibras alimentares. Depois de desengordurada (extração com óleo), a sua farinha possui um teor de fibras dietéticas aproximado de 55 % , das quais 53,45 % são fibras insolúveis e 3,01 % são fibras solúveis (REYES-CAUDILLO et al., 2008; VÁZQUEZ-OVANDO, 2009).

Além de auxiliarem na redução do nível de LDL (mais conhecido como colesterol ruim), as fibras presentes nas sementes de chia são importantes na prevenção de várias doenças

como o câncer de cólon, diabetes, cardiopatias e processos inflamatórios (VÁZQUEZ-OVANDO et al., 2009).

Ademais, as sementes possuem antioxidantes naturais como os tocoferóis, flavonóides e compostos fenólicos como a quercetina, miricitina e o kaempfenol. Em menor ocorrência, aparecem os ácidos clorogênico e caféico, além de carotenoides e fosfolipídios. Esses compostos naturais podem ajudar na prevenção de doenças cardiovasculares e diabetes (IXTAINA et al., 2011; REYES-CAUDILLO et al., 2008; VÁZQUEZ-OVANDO et al., 2009).

Outra peculiaridade da chia é a presença de ácidos graxos essenciais poli-insaturados (40-55% do seu peso) como o ácido linolênico (ômega-3) o ácido linoleico (ômega-6) (MARTÍNEZ-CRUZ et al., 2014; COELHO e SALAS-MELLADO, 2014).

O grande valor nutricional e funcional das sementes e da farinha de chia pode ser utilizado como fonte enriquecedora de pães, geleias, bebidas, embutidos e para o desenvolvimento de novos produtos. (PEIRETTI e GAI, 2009, INGLET, G. et al., 2014; CONSTANTINI, L. et al., 2014; MOREIRA, R. et al., 2013; GARDA, M. et al., 2012; CAPITANI, M. et al., 2012; MÉNDEZ, 2008).

As sementes de chia possuem grande capacidade de retenção de óleo e água (OLIVOS-LUGO et al., 2010). Borneo, et. al. (2010) demonstraram que o uso de um gel feito com chia (25%) pode ser utilizado como substituto de óleos e ovos em bolos sem afetar o sabor, textura, peso, volume e cor.

2.3. ÁCIDOS GRAXOS

Ácidos graxos são ácidos monocarboxílicos que possuem uma longa cadeia carbônica e sem ramificações. Se a cadeia carbônica possuir algum tipo de insaturação, isto é, a presença de ligação dupla na cadeia principal, o ácido graxo é classificado como insaturado, caso contrário o ácido graxo é classificado como saturado. A presença de ácidos graxos insaturados na dieta de indivíduos promove uma redução na incidência de doenças cardiovasculares, em que tanto os peixes como as plantas marinhas são considerados os mais importantes mediadores dessa redução em experimentos controlados (DE LOGERIL e SALEN, 2007).

Além de seu papel nutricional na dieta, os ácidos graxos insaturados, especificamente os da família ômega-3 podem ajudar a prevenir ou tratar uma variedade de

doenças, incluindo doenças do coração, câncer, artrite, depressão, mal de Alzheimer e entre outros (MORAES e COLLA, 2006).

Segundo o estudo de Coelho e Salas-Mellado (2014), a chia possui grande quantidade de ácidos graxos poli-insaturados (PUFA's) (Figura 1).

Figura 1. Conteúdo de lipídeos e composição de ácidos graxos da semente de chia

	g.100 g ⁻¹
Lipídios	34,39
Gorduras saturadas	9,74
Ácido pentadecanoico (C15:0)	0,03
Ácido palmítico (16:0)	6,69
Ácido esteárico (C18:0)	2,67
Ácido behênico (C22:0)	0,09
Ácido lignocérico (C24:0)	0,14
Gorduras monoinsaturadas	10,76
Ácido pentadecenoico (C15:1)	0,03
Ácido palmitoleico (C16:1)	0,09
Ácido oleico (C18:1- ω -9)	10,55
Ácido cis-elcosenoico (C20:1)	0,09
Gorduras poli-insaturadas	79,47
Ácido linoleico (C18:2- ω -6)	17,36
Ácido linolênico (18:3- ω -3)	62,02
Gordura trans	0,03
Ácido elaidico (C18:1)	0,03
Gorduras insaturadas	90,26

Fonte: COELHO & SALAS-MELLADO (2014)

As sementes de chia são uma alternativa promissora para o aumento desses componentes na dieta, já que é rica em PUFA's, proteínas, fibras e compostos fenólicos que possuem atividade antioxidante.

2.4. BISCOITOS

A origem da palavra “biscoito” vem da junção das palavras “bis” e “coctus”, de origem francesa, que significa “cozido duas vezes” (PUCSP, 2016).

Biscoitos contendo especiarias como chocolates e chás fizeram muito sucesso em meados do século XVII na Europa. Um dos países europeus que mais se destacou na produção de biscoitos foi a Inglaterra, que inclusive chegou a exportar para os Estados Unidos (ABIMAPI, 2015).

Após o início da fabricação de equipamentos destinados à indústria de biscoitos, deu-se então o declínio das importações de biscoitos ingleses e o início da era da fabricação de biscoitos pelas indústrias norte-americanas. Daí em diante, a evolução dessa indústria se fez de forma acelerada até que o nome biscoito foi abandonado e passaram a usar a denominação " *cookies*" (nome de origem holandesa) para os biscoitos de sabor adocicado (SIMABESP, 2008).

Hoje a legislação brasileira, ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária), na Resolução nº 263, de 22 de setembro de 2005, define:

“Biscoitos ou bolachas são os produtos obtidos pela mistura de farinha (s), amido (s) e/ou fécula (s) com outros ingredientes, submetidos a processos de amassamento e cocção, fermentados ou não. Podem apresentar cobertura, recheio, formato e textura diversos” (BRASIL, 2005).

Atualmente, o biscoito é um produto consumido por pessoas de qualquer faixa etária e internacionalmente por qualquer classe social. Por esse motivo têm-se procurado alternativas nas formulações dos biscoitos do tipo *cookies* com a intenção de fortifica-los ou de torná-los ricas fontes de fibras ou proteínas (TSEN, CC., 1976; JAMES; COURTNEY; LORENZ, 1989; SILVA; SILVA; CHANG, 1998).

Segundo a Associação Brasileira das Indústrias de Biscoitos, Massas (ABIMAPI) as vendas de biscoitos tipo *cookie* têm aumentado gradativamente passando de 15,906 mil toneladas em 2011 para 31,154 mil toneladas em 2015 representando uma venda de 0,974 bilhões de reais.

O Brasil é 4º maior consumidor de biscoitos apresentando uma venda anual de 6,231 bilhões de dólares o que representou um consumo *per capita* de 6,01 Kg/ ano. O maior consumidor de biscoitos são os Estados Unidos com uma venda anual de 15,520 bilhões de dólares e um consumo *per capita* de 7,36 kg/ano. O país que apresenta maior consumo *per capita* de biscoito é a Argentina consumindo 12,12 Kg de biscoito ao ano (ABIMAPI, 2015).

2.5. DIABETES MELLITUS

Diabetes *mellitus* (DM) é uma doença crônica causada por herança e/ou deficiência adquirida na secreção de insulina e/ou pela diminuição da capacidade de resposta dos órgãos à insulina secretada.

Em 1985, estimava-se que existiam 30 milhões de adultos com DM no mundo. Após dez anos esse número aumentou-se para 135 milhões e no ano de 2002 atingiu 173 milhões de pessoas. Cerca de dois terços desses indivíduos com DM vivem nos países em desenvolvimento, onde a epidemia tem maior intensidade, com crescente proporção de pessoas afetadas em grupos etários mais jovens (LYRA et al., 2006).

Segundo a *World Health Organization* (2016), devido ao aumento da prevalência de obesidade, da inatividade física e de fatores dietéticos, o DM tipo II tem sido considerado uma das principais epidemias dos séculos XX e XXI. O DM é a quarta causa de morte no mundo e estima-se que no ano de 2030 a sua prevalência mundial será superior a 360 milhões de casos. Ademais, os custos de tratamento do DM tipo II para a saúde pública tem aumentado de uma maneira escalar em função da elevação expressiva das complicações vasculares. De acordo com a Organização Mundial de Saúde (2016), mais de 16 milhões de brasileiros adultos (8,1%) sofrem de diabetes.

2.6. ALFA-GLICOSIDASE

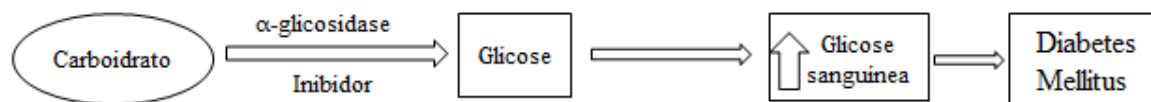
As α -glicosidases (E.C. 3.2.1.20) são enzimas produzidas por todos os seres vivos e que atuam na hidrólise de ligações glicosídicas α -1,4 em oligossacarídeos liberando moléculas de glicose. Em humanos, além de serem importantes no metabolismo de carboidratos, as α -glicosidases intracelulares são fundamentais na formação de glicoproteínas e glicolipídeos. (RIBEIRO; SERAVALLI, 2004).

Inibidores de α -glicosidases retardam a liberação de moléculas de glicose provenientes da dieta de carboidratos complexos e provocam atraso na absorção da mesma resultando em uma redução nos níveis plasmáticos de glicose pós-prandial e supressão de hiperglicemia pós-prandial (Figura 2). Com isso, as α -glicosidases constituem alvos moleculares relevantes para o desenvolvimento de fármacos voltados ao tratamento de diversas enfermidades como o diabetes. Acarbose, miglitol e a voglibose são exemplos de fármacos utilizados como inibidores de α -glicosidases empregados no tratamento do diabetes *mellitus* tipo II atualmente (CUSI, K., 1998).

Nos últimos anos, muitos esforços têm sido feito com o objetivo de desenvolver produtos alimentares funcionais para o uso no controle do diabetes. Muitos inibidores naturais da alfa-glicosidase são encontrados em plantas, tais como flavonóides, alcalóides, terpenóides,

antocianinas, glicosídeos e compostos fenólicos (TUNER, R.C., 1998; CHANG, X., & KANG, W.Y., 2012).

Figura 2. Fluxograma da atividade da enzima α -glicosidase



Fonte: Próprio Autor

2.7. ENZIMA CONVERSORA DE ANGIOTENSINA (ECA)

A enzima conversora da angiotensina (E.C. 3.4.17.23) é uma enzima proteolítica zinco dependente, que faz parte do sistema renina-angiotensina aldosterona (SRAA) e possui um importante papel na regulação da pressão arterial. O SRAA consiste em uma cascada de interações entre enzimas e substratos que produzem a angiotensina II (um potente vasoconstritor) com a finalidade de manter a estabilidade hemodinâmica (DOSTAL, D.E.; KENNETH, M.B., 1999).

A síntese de angiotensina II depende da conversão de angiotensina I através da enzima ECA, que é encontrada no endotélio vascular e em vários órgãos.

A angiotensina II provoca contração das paredes musculares das pequenas artérias (arteríolas), assim ocorre um aumento da pressão arterial. Esse efeito desencadeia a liberação do hormônio aldosterona pelas glândulas adrenais provocando a retenção de sal (sódio) e a excreção de potássio. O sódio promove a retenção de água e, dessa forma, provoca a expansão da volemia e o aumento da pressão arterial (Figura 3). Inibidores sintéticos da ECA como o captopril têm mostrado diversos benefícios na prevenção de diversas enfermidades como infarto do miocárdio, AVC, doenças renais e no controle da pressão arterial (MANO, R., 2006).

Figura 3. Sistema Renina Angiotensina Aldosterona (SRAA)



Fonte: Próprio autor

3. METODOLOGIA

O trabalho foi realizado na Faculdade de Engenharia Química (FIQ) – Universidade Autônoma de Yucatán, localizada na cidade de Mérida, Yucatán – México. A elaboração dos biscoitos tipo *cookie* foi realizada no laboratório de Tecnologia de Alimentos.

As análises com extrato do biscoito para a avaliação da atividade antioxidante e da atividade de inibição das enzimas α -glicosidase e ECA foram realizadas no laboratório de Ciência dos Alimentos. Todos os experimentos foram realizados em triplicata.

3.1. INGREDIENTES

Para a produção dos biscoitos tipo *cookie* foram utilizados farinha de trigo, farinha de trigo integral, sucralose, clara de ovos, baunilha, sal, fermento em pó, farinha e sementes de chia. Todas as matérias primas utilizadas foram adquiridas no comércio local da cidade de Mérida, Yucatán – México.

3.2. OBTENÇÃO DA FARINHA

Realizou-se a limpeza das sementes peneirando-as para remover as sujidades. Para se obter a farinha as sementes foram trituradas em um liquidificador da marca Oster Clássico Osterizer 4126, até que apresentassem uma característica homogênea em um tempo médio de 30 segundos.

3.3. ELABORAÇÃO DOS BISCOITOS TIPO COOKIE

Foram elaboradas seis diferentes formulações de biscoitos tipo *cookie* com diferentes incorporações de farinha e/ou semente de chia um biscoito controle sem a incorporação de chia (Tabela 1).

Tabela 1. Níveis de incorporação de farinha e/ou semente de chia nas formulações.

Formulação	Quantidade de farinha e/ou semente de chia incorporada
F20	20% de farinha de chia
S20	20% de semente de chia
FS20:	10% de farinha de chia + 10% de semente de chia
F30:	30% de farinha de chia
S30:	30% de semente de chia
FS30:	15% de farinha de chia + 15% de semente de chia
C	Sem adição de chia

Fonte: Próprio autor

Para a elaboração dos biscoitos, primeiramente pesou-se todos os ingredientes em quantidades especificadas (Tabela 2). Em seguida peneirou-se as farinhas a fim de impedir a formação de grumos na massa e presença de materiais estranhos. Os ingredientes líquidos foram batidos por 2 minutos em uma batedeira da marca *Kitchen Aid Professional 600*. Depois adicionou-se os ingredientes sólidos na mistura líquida e bateu-se por mais 2 minutos. As massas foram colocadas em assadeiras de aço inoxidável cobertas com papel manteiga e depois foram levadas ao forno a 150°C por 15 minutos. Após serem retiradas do forno e esfriadas, as amostras foram armazenadas em embalagens plásticas de polietileno de baixa densidade.

Tabela 2 - Ingredientes utilizados nas diferentes formulações dos biscoitos

Ingredientes	F20	S20	FS20	F30	S30	FS30	C
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
Farinha de trigo branca	16,04	16,04	16,04	11,04	11,04	11,04	11,04
Farinha de trigo integral	16,04	16,04	16,04	11,04	11,04	11,04	11,04
Farinha de chia	20	0	10	30	0	15	0
Semente de chia	0	20	10	0	30	15	0
Água	8,33	8,33	8,33	8,33	8,33	8,33	8,33
Margarina light	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5
Sucralose comercial	5	5	5	5	5	5	5
Baunilha branca (liquida)	10,42	10,42	10,42	10,42	10,42	10,42	10,42
Fermento químico em pó	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83
Sal	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42
Clara de ovo	10,42	10,42	10,42	10,42	10,42	10,42	10,42

Fonte: Próprio autor

3.4. PREPARO DAS AMOSTRAS E EXTRATOS

Para a determinação da concentração de proteínas, atividade antioxidante e de inibição da ação das enzimas α -glicosidase e ECA foram preparados extratos à partir dos biscoitos contendo semente e/ou farinha de chia. Os biscoitos de cada formulação foram triturados e retirou-se 5 g para a preparação de uma mistura com 50 mL de água destilada. Esta mistura foi centrifugada à uma velocidade de 6000 rpm durante 1 hora à 4°C. Após a centrifugação, a mistura resultante foi filtrada e armazenou-se o sobrenadante em um congelador para análises posteriores. Não houve repetição na elaboração dos biscoitos.

3.4.1. Inibição da enzima α -glicosidase

A análise da atividade inibitória da α -glicosidase foi baseada na metodologia de Dineshkumar e Manjunatha (2010). Esse método é baseado no aparecimento do íon p-nitrofenolato gerado pela hidrólise do substrato p-nitrofenil- β -D-glicopiranosídeo (p-NPG)

1mM em tampão fosfato de sódio (pH 6,8). As seis diferentes amostras dos biscoitos (20F, 20S, 20FS, 30S, 30F,30FS) tinham concentração de 300 μ g/mL. Para cada amostra, 50 μ L de α -glicosidase (2 U/mL) e 50 μ L de extrato foram misturados em um tubo de ensaio e incubadas em banho-maria a 37°C por 5 (cinco) minutos. Após esse procedimento, adicionou-se para cada uma das misturas, 50 μ L de p-NPG 1 mM dissolvido em tampão fosfato 50 mM e pH de 6,9. Novamente incubou-se cada uma das misturas à 37°C durante 60 minutos. As reações foram interrompidas pela adição de 125 μ L de carbonato de sódio (1M) em todas as amostras, incluindo os controles.

O aparecimento do íon p-nitrofenolato foi acompanhado em um espectrofotômetro pela leitura da absorbância à 405 nm. Os ensaios foram realizados em triplicata. A porcentagem de inibição da α -glicosidase com e sem a presença do extrato de biscoito foi definida pela seguinte fórmula:

$$\% \text{ inibição} = (\text{Abs}_{\text{controle}} - \text{Abs}_{\text{extrato}} / \text{Abs}_{\text{controle}}) \times 100, \text{ onde}$$

$$\text{Abs}_{\text{controle}} = \text{tampão} + \text{enzima} + \text{substrato}$$

$$\text{Abs}_{\text{extrato}} = \text{extrato} + \text{enzima} + \text{substrato}$$

3.4.2. Método DPPH

O método baseia-se na redução do DPPH por antioxidantes ou espécies radicalares com formação de difenil-picril-hidrazina, de coloração amarela. A atividade antioxidante pode ser monitorada pelo decréscimo da absorbância da solução (SHIMADA et al., 1992).

Pesou-se 4 mg de (1,1-difenil-2-picrilhidrazil) DPPH e dissolveu-se em 100 mL de etanol (95%) para uma concentração final desta solução de 0,1 mM. Os extratos das sete formulações (20F, 20S, 20FS, 30S, 30F,30FS e sem chia) dos biscoitos, todos com concentrações de 100 mg/mL, foram misturados com 100 μ L de DPPH para um volume final de 1 mL. A mistura foi agitada e deixou-se reagir durante 30 minutos à temperatura ambiente no escuro. A absorbância de cada amostra foi medida em um comprimento de onda de 517 nm utilizando um espectrofotômetro UV-Vis Helios-Z. A capacidade de eliminar o radical DPPH (% atividade antioxidante) foi calculada usando a seguinte equação:

% atividade antioxidante = (A1- A0) / A0) x 100, em que

A0 = absorvância do controle

A1= absorvância das amostras.

3.4.3. Determinação % de inibição da enzima conversora de angiotensina (ECA)

A atividade % de inibição da enzima ECA foi determinada pelo método de Hayakari et al. (1978) com algumas modificações, no qual a ECA hidrolisa o substrato peptídico sintético Hipuril-L-histidina-L-leucina (HIP-HIS-LEU). Este método é baseado na reação colorimétrica do ácido hipúrico com TT (2,4,6-tricloro triasina).

Os experimentos de inibição foram realizados pela mistura de 40 µL de cada um dos extratos de biscoito (100 mg/mL) com 20 µL de ECA (100 mU/mL), 100 µL de HIP-HIS-LEU (0,3% p/v) em solução tampão (fosfato de sódio 40 µmol, pH 8,3) para um volume de 1 mL. Incubou-se a mistura à 37 °C durante 45 (quarenta e cinco) minutos. A reação foi parada com a adição de 360 µL de solução de dioxano (3% p/v) e 720 µL de tampão fosfato 0,2 M com pH = 8,3 (Tabela 3). No final, a mistura reacional foi centrifugada à 10.000g durante 10 (dez) minutos. A absorvância do sobrenadante foi medida em um comprimento de onda de 382 nm. As medidas foram realizadas em triplicata.

Tabela 3. Ordem da adição dos reativos para a inibição da ECA

Reativos	A	B	
	Amostra (µL)	Controle (µL)	Branco (µL)
ECA(incubada à 37°C)	20	20	20
Solução de TT/dioxano (3%)	-	-	360
Hidrolizado	40	-	-
Incubação por 5 min a 37°C	sim	-	-
Solução HHL 0,3%	100	100	100
Incubação a 45 min à 37°C	sim	sim	sim
Solução de TT/dioxano (3%)	360	360	360
Mistura de tampão	-	40	40
Tampão de fosfato 0,2M	720	720	720

Fonte: HAYAKARI (1978)

A percentagem da ECA foi calculada pela seguinte equação:

$$\% \text{Atividade de inibição} = \frac{A-B}{A-C} \times 100 \text{ em que,}$$

A = absorbância na presença da amostra e ECA;

B = absorbância do branco;

C = absorbância do controle.

4. ANÁLISE DE DADOS

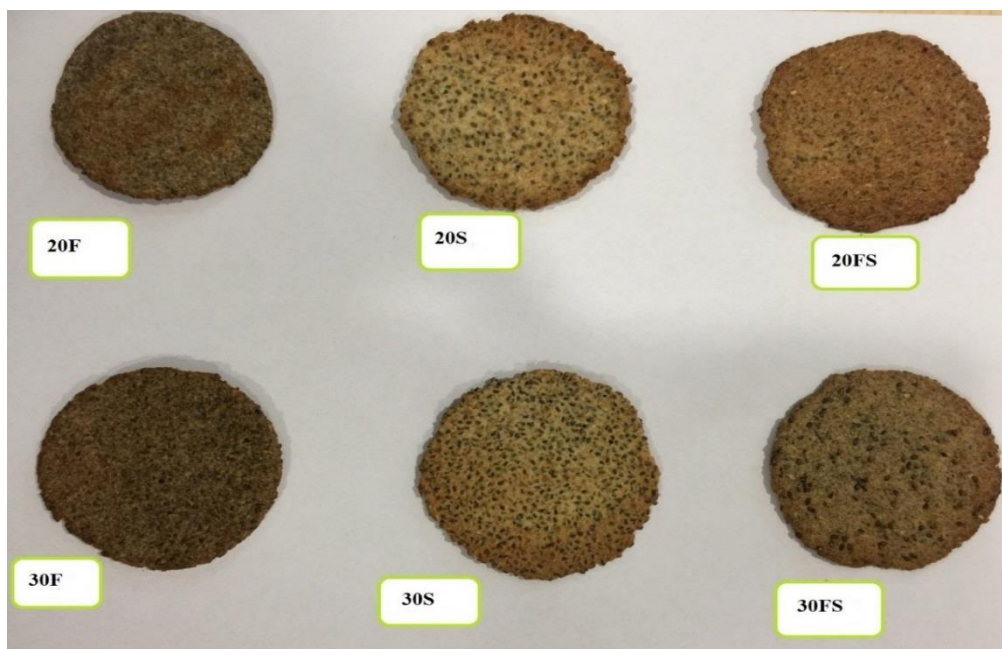
Os resultados obtidos nos métodos para a quantificação de proteínas e da determinação da inatividade enzimática foram analisados por ANOVA/teste Tukey, a 5% de probabilidade, utilizando-se o programa computacional STATGRAPHICS® Centurion XV 2006.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1. ELABORAÇÃO DO BISCOITO

As amostras de biscoitos tipo *cookie* elaboradas com a adição de farinha e/ou sementes de chia podem ser observadas na Figura 4. Em cada formulação foram produzidos em média 100 (cem) biscoitos de aproximadamente 50,2 x 2 mm (diâmetro x espessura).

Figura 4. Biscoitos tipo *cookie* elaborados com a adição de farinha e/ou semente de chia.

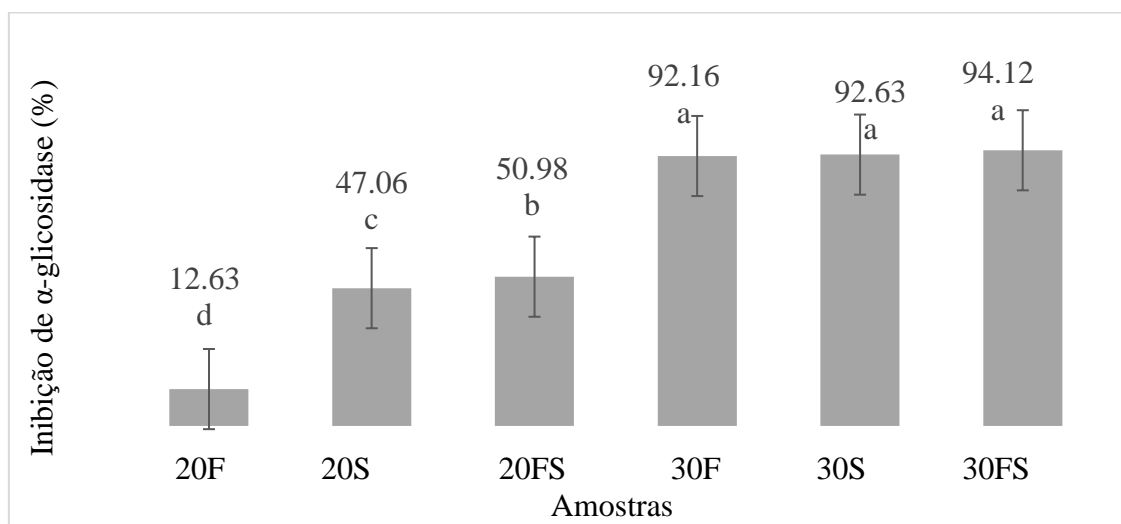


Fonte: Próprio autor

5.2. DETERMINAÇÃO *IN VITRO* DA ATIVIDADE INIBITÓRIA DA ENZIMA ALFA-GLICOSIDASE

Extratos dos biscoitos tipo *cookie* na concentração de 300 µg/mL provocaram efeitos inibitórios sobre a atividade da α -glicosidase (Figura 5). Podemos observar um aumento da inibição com o aumento do teor de chia, seja na forma de semente ou farinha. A amostra 20 F inibiu muito pouco a enzima, com porcentagem de inibição de apenas 12,63%. As amostras 30 F, 30 S e 30 FS apresentaram os maiores valores de inibição (92,16%, 92,63% e 94,12%, respectivamente), mas não diferiram entre si estatisticamente ($p \leq 0,05$) pelo método de Tukey. Uma possível explicação para inibição observada é que extratos de origem vegetal, tal como os derivados da farinha e sementes de chia, contém diversas classes de compostos químicos como os flavonóides (compostos fenólicos) que possuem a capacidade de inibir diversas enzimas digestivas, incluindo a α -glicosidase (KWON et al. 2007; REYES - CAUDILLO et al., 2008). De acordo com Kwon et al. (2007), os inibidores da alfa-glicosidase, derivados de plantas, têm forte atividade inibitória desta enzima, o que indica uma possível aplicação na terapia para hiperglicemia pós-prandial com efeitos colaterais reduzidos.

Figura 5. *Inibição da atividade da enzima alfa-glicosidase por extratos derivados de biscoitos contendo farinha e/ou semente de chia.



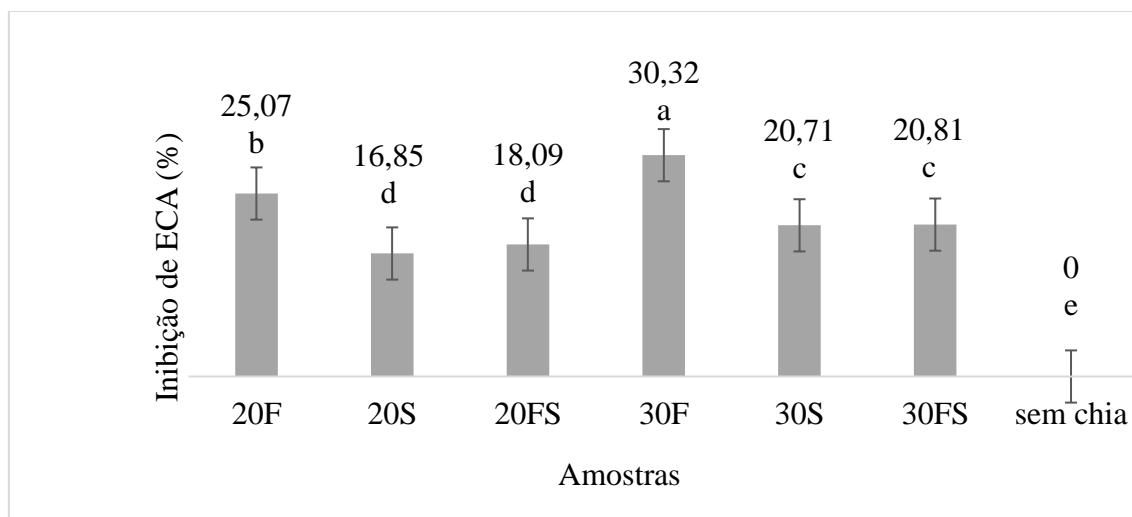
Fonte: Próprio autor

*Resultados apresentados como média; letras iguais na mesma linha não diferem entre si estatisticamente ($p \leq 0,05$) pelo teste de Tukey.

5.3. DETERMINAÇÃO *IN VITRO* DA ATIVIDADE INIBITÓRIA DA ENZIMA CONVERSORA DE ANGIOTENSINA (ECA)

Extratos dos biscoitos contendo sementes e/ou farinha de chia foram capazes de inibir a atividade da enzima ECA, com exceção da amostra sem chia (Figura 6). No geral, as amostras contendo farinha apresentaram os melhores resultados de inibição. Possivelmente, por possuir uma maior superfície de contato, a farinha liberou uma maior quantidade de moléculas com efeitos inibitórios que a semente. Os dados mostram que na concentração de 100 mg/mL, o extrato 30F foi capaz de inibir em até 30,32% da atividade enzimática da ECA. As inibições provocadas pelas amostras 20 S e 20FS (16,85 e 18,09%, respectivamente) e pelas amostras 30S e 30FS (20,71 e 20,81%, respectivamente) não diferiram entre si estatisticamente ($p \leq 0,05$) pelo método de Tukey.. A inibição enzimática observada sobre a ECA também pode ser explicada pela presença de compostos fenólicos nos extratos de chia. Segundo Ixtaina et al. (2011), a chia é rica no flavonóide quercetina. Häckl et al., (2002) verificaram que a quercetina inibe a ECA. Eles observaram que ao tratar animais com quercetina em diferentes doses, tanto por via oral como via intravenosa, essa foi capaz de potencializar o efeito hipotensor da bradicinina e reduzir o efeito pressor da angiotensina I de forma similar ao captopril, o qual é uma droga inibidora do sistema renina-angiotensina.

Figura 6. *Porcentagem de inibição da atividade da enzima ECA de extratos de biscoitos contendo diferentes teores de farinha e/ou sementes de chia.



Fonte: Próprio autor

*Resultados apresentados como média; letras iguais na mesma linha não diferem entre si estatisticamente ($p \leq 0,05$) pelo teste de Tukey.

5.4. DETERMINAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE TOTAL PELA CAPTURA DO RADICAL LIVRE DPPH

A avaliação da capacidade antioxidante dos extratos das sete diferentes formulações dos biscoitos tipo *cookie* contendo sementes ou farinha de *S. hispanica* (chia), é indicada na Tabela 4. Os resultados foram expressos em porcentagem de inibição de oxidação, isto é, a porcentagem de atividade antioxidante (AA) que é correspondente à quantidade de DPPH⁺ consumida pelo antioxidante.

Quanto maior o consumo de DPPH⁺ pela amostra, maior é sua AA (ALVES et al., 2007). Como podemos observar na Tabela 4, todos os extratos (100 mg/mL) apresentaram efeitos antioxidantes. As amostras contendo farinha apresentaram os maiores efeitos antioxidantes. Como já explicado anteriormente, a chia na forma de farinha possui uma grande superfície de contato e isso provavelmente facilita a liberação de compostos antioxidantes. As amostras 20FS e 30F apresentaram a maior AA, enquanto que a amostra de biscoito sem chia teve menor AA. As amostras 20 FS, 30 F e 30FS não diferiram entre si estatisticamente (64,88%, 64,31% e 62,16% de atividade antioxidante, respectivamente) em $p \leq 0,05$ pelo método de Tukey.

Tabela 4. *Porcentagem da atividade antioxidante medida através do consumo do radical DPPH⁺ pelos extratos dos biscoitos com e sem *S. hispanica L.*

Amostras	Consumo do radical DPPH ⁺
20F	33.69 ^d ± 0.10
20S	22.39 ^c ± 1.11
20FS	64.88 ^a ± 0.71
30F	64.31 ^a ± 1.32
30S	45.57 ^b ± 0,71
30FS	62.16 ^a ± 0.10
C*	4,34 ^e ± 3.45

Fonte: Próprio autor

* Resultados apresentados como média; letras iguais na mesma linha não diferem entre si estatisticamente ($p \leq 0,05$) pelo teste de Tukey.

A chia pode possuir diferentes antioxidantes naturais como a quercetina, miricitina, kaempferol, ácido clorogênico e carotenoides (DIPLOCK et al., 1998; MÉLO et al., 2006). Ruiz-Ruiz et al. (2015), estudaram a capacidade de consumo do radical de DPPH⁺ pelos extratos de *S. rebaudiana bertonii* (estévia) entre 25- 625 (µg/mL). As amostras apresentaram valores entre 10,9 e 82,6% de capacidade da eliminação do radical DPPH⁺, o que indica que o extrato era um bom antioxidante com atividade de remoção de radicais.

Segura-Campos et al. (2013), relataram que a inclusão dos hidrolisados de chia, de 1 e 3 mg/g no pão branco e creme de cenoura, aumentou a AA e atividade inibitória da enzima conversora de angiotensina I, sem afetar notavelmente a qualidade dos produtos.

6. CONCLUSÃO

Além dos resultados de cunho científico (atividade antioxidante e antienzimática), o presente trabalho mostrou que é possível formular biscoitos do tipo *cookie* com a substituição parcial da farinha de trigo por farinha e/ou sementes de chia. A formulação contendo uma mistura de 15% de farinha de chia e 15% de semente de chia (amostra 30 FS) pode ser considerada a mais adequada para os propósitos do respectivo projeto, pois seus extratos foram capazes de inibir 94,12 % da atividade da enzima α -glicosidase e 20,81 % da atividade da ECA, além de uma significativa atividade antioxidante (62,16 %). Através dos resultados obtidos de inibição sobre as enzimas alfa glicosidase e ECA, além das propriedades antioxidantes, conclui-se que biscoitos do tipo *cookie* contendo farinha e/ou sementes de *Salvia hispanica L.* (chia) podem ser considerados promissores para fabricação de produtos contendo moléculas bioativas e dirigidos para consumidores cada vez mais interessados em hábitos alimentares saudáveis.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIMAPI - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE BISCOITOS, MASSAS ALIMENTÍCIAS E PÃES & BOLOS INDUSTRIALIZADOS 2015. **Biscoitos**. Disponível em: <<http://www.abimapi.com.br/biscoitos.php>>. Acesso em: 05 mar. 2017.

ALVES, C.Q., BRANDÃO, H.N., DAVID, J.M., DAVID, J.P., LIMA, L.S. Avaliação da atividade antioxidante de flavonóides. Diálogos e ciência – **Revista da rede ensino FTC**, 5(12): 7-8, 2007.

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

AOAC. 1997. Official methods of analysis. **Association of Official Analytical Chemists**, 17th ed. William Horwitz. Editor. Washington, D.C. USA.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE BISCOITOS, MASSAS ALIMENTÍCIAS E PÃES & BOLOS INDUSTRIALIZADOS. ABIMAPI. Anuário ABIMAPI. Directorio ABIMAPI, 2015.

AYERZA, R., & COATES, W. Chia: Rediscovering a forgotten crop of the Aztecs. **Tucson**: The University of Arizona Press, 2005.

AYERZA, R; COATES, W. Composition of chia (*Salvia hispanica*) grown in six tropical and subtropical ecosystems of South America. **Tropical Science**, Nova Jérsei, v. 44,n. 3,p. 131–135, 2004.

BORNEO, R., AGUIRRE, A., LEÓN A.E. Chia (*Salvia hispanica* L) gel can be used as egg or oil replacer in cake formulations. **J Am Diet Assoc**;110(6):946-9, 2010.

BRADFORD, M. **A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding.** Analytical Biochemistry, v. 72, p. 248-254, 1976.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA. **Resolução nº 263, de 22 de setembro de 2005 – Regulamento Técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos.**

BUSILACCHI, H.; QUIROGA, M.; BUENO, M.; DI SAPIO, O.; FLORES, V.; SEVERIN, C. **Evaluacion de Salvia hispanica L. cultivada en el sur de Santa Fe (República Argentina).** Cultivos Tropicales, San José de las Lajas, v. 34, n. 4, p. 55–59, 2013.

CANDIDO, L. M. B.; CAMPOS, A. M. **Alimentos funcionais.** Uma revisão. Boletim da SBCTA.v. 29, n. 2, p. 193-203, 2005.

CAPITANI, M.; SPOTORNO, V.; NOLASCO, S.; TOMÁS, M. Physicochemical and functional characterization of by products from Chía (Salvia hispanica L.) seeds of Argentina. **LWT - Food Science and Technology**, 45: 94-102, 2012.

CHANG, X., & KANG,W.Y. Antioxidant and alpha-glucosidase inhibitory compounds from *Pimpinella candolleana* Wight et Arn. **Medicinal Chemistry Research**,21,4324-4329, 2012.

COELHO, M. S.; SALAS-MELLADO, M. M. Chemical Characterization of Chia (Salvia hispanica L.) for Use in Food Products. **Journal of Food and Nutrition Research**, v. 2, n. 5, 2014, p. 263-269, . <http://dx.doi.org/10.12691/jfnr-2-5-9>. 2014.

CONSTANTINI, L.; LUKSIC, L.; MOLINARI, R.; KREFT, I.; BONAFACCIA, G.; MMANZI, L. MERENDINO, N. Development of gluten-free bread using tartary buckwheat and Chía flour rich in flavonoids and omega-3 fatty acids as ingredients. *Food Chemistry*, 165: 232-240,2014.

CUSI, K., DEFRONZO, R. Metformin: a review of its metabolic effects. **Diabetes Rev** 1998;6:89-131.

DE LOGERIL, M.; SALEN, P. Mediterranean Diet and -3 Fatty Acids in the Prevention and Treatment of Cardiovascular Disease. **Journal of CardiovascularMedicine**, New York, v. 8, p. 38-41, 2007. Suplemento 1.

DINESHKUMAR, B. MITRA; A. MANJUNATHA, M. **Studies on the antidiabetic and hypolipidemic potentials of mangiferin (Xanthone glucoside) in streptozotocin-induced type 1 and type 2 diabetic model rats.** Int J Advan Pharm Sci 1:75–85, 2010.

DIPLOCK, A.T.; CHARLEUX, J.L.; CROZIER-WILLI, G.; KOK, F.J.; RICE-EVANS, C.; ROBERFROID, M.; STAHL, W.; VIÑA-RIBES, J. **Functional food science and defence against reactive oxidative species.** British Journal of Nutrition.v.80, supl.1, p.S77-S112, 1998.

DOSTAL, D.E., KENNETH,M.B. **The Cardiac Renin-Angiotensin System Conceptual, or a Regulator of Cardiac Function?** Circulation Research. 85:643-650, 1999.

EBC (EMPRESA BRASIL DE COMUNICAÇÃO). **OMS: 17,5 milhões de pessoas morrem todos os anos de doenças cardiovasculares.** Disponível em:

<<http://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2016-09/oms-175-milhoes-de-pessoas-morrem-todos-os-anos-de-doencas-cardiovasculares>>. Acesso em: 16 mar. 2017.

GARDA, M.; ALVAREZ, M.; LATTANZIO, M.; FERRARO, C.; COLOMBO, M. **Rol de los hidrocoloides de semillas de chía y lino en la Optimización de panificados Libres de gluten.** *Diaeta* (B. Aires), 30: 31-38, 2012.

HÄCKL, L.P., CUTTLE, G., DOVICH, S.S., LIMA-LANDMAN, M.T., NICOLAU, M. **Inhibition of angiotensin-converting enzyme by quercetin alters the vascular response to bradykinin and angiotensin I.** *Pharmacology* v.65, n.4, p. 5, p.182–186, 2002.

HAYAKARI, MAKOTO; KONDO, YOSHIKAZU; IZUMI, HIROSHI. A Rapid and Simple Spectrophotometric Assay of Angiotensin-Converting Enzyme. **Analytical Biochemistry**, Japan, p. 361-369, ago. 1977.

INCA. **Números de câncer do Brasil.** Disponível em:<<http://www.inca.gov.br/wcm/dmdc/2016/numeros-cancer-brasil.asp>>. Acesso em: 13 fev. 2017.

INGLETT, G.; CHEN, D.; LIU, S.; LEE, S. Pasting and rheological properties of at products dry-blended with ground Chía seeds. **LWT - Food Science and Technology**, 55: 148-156, 2014.

Institute of Medicine, Food and Nutrition Board. Dietary Reference Intakes: Proposed Definition of Dietary Fiber. Washington, DC: National Academies Press 2001.

IXTAINA, V. Y.; MARTÍNEZ, M. L.; SPOTORNO, V.; MATEO, C. M.; MAESTRI, D. M.; DIEHL, B. W. K.; NOLASCO, S. M.; TOMÁS, M. C. Characterization of chia seed oils obtained by pressing and solvent extraction. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 24, p. 166-174<http://dx.doi.org/10.1016/j.jfca.2010.08.006>, 2011.

JAMES C, COURTNEY DLD, LORENZ, K. Rice bran-soy blends as protein supplements in cookies. **Int J Food Sci Technol.**;24(5):495-502.,1989.

KWON, YI; Apostolidis, E; Shetty, K. Inhibitory potential of wine and tea against α -glucosidase for management of hyperglycemia linked to type 2 diabetes. **J. Food Biochem.**32 (1):15-31, 2007.

LARAGH, J. H. e H. C. Stoerk. **A study of the mechanism of secretion of the sodiumretaining hormone (aldosterone).** *J Clin Invest*, v.36, n.3, Mar, p.383-92. 1957.

LYRA, R. et al. Prevenção do diabetes mellitus tipo 2. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia**, São Paulo, v.50, n.2, p. 128-135, 2006.

MANO, R. **Temas comuns da cardiologia para médicos de todas as especialidades.** v.Livro virtual - ano 8, 2006.

MÉLO, E. A.; LIMA, V. L. A. G.; MACIEL, M. I. S.; CAETANO, A. C. S.; LEAL, F. L. L. Polyphenol, ascorbic acid and total carotenoid contents in common fruits and vegetables. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 9, n.2, p. 89-94, 2006.

MÉNDEZ, A. N. H. **Evaluación física y sensorial de un prototipo de bebida de maracujá con semillas de chia (*Salvia hispânica L.*) y análisis químico de la semilla de chia**. 2008. 39 f. Monografía (Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero en Agroindustria Alimentaria en el Grado Académico de Licenciatura) – Zamorano Carrera de Agroindustria Alimentaria, Honduras, 2008.

MENDONÇA, S. N. T. G. Nutrição. Curitiba: Livro Técnico,. p. 84-96. Chen L, Kang YH (2013) In vitro inhibitory effect of oriental melon (*Cucumis melo L. var. mauka Makino*) seed on key enzyme linked to type 2 diabetes. **J Func Foods** 5:981–986, 2010.

MIGLIAVACCA, R. A.; VASCONCELOS, A. L. S.; SANTOS, C. L.; BAPTISTELLA, JOÃO L. C. **Uso da cultura da chia como opção de rotação no sistema de plantio direto**. In: ENCONTRO NACIONAL DE PLANTIO DIRETO NA PALHA, Bonito. Anais. Brasília: Embrapa, 118p, 14, 2014.

MORAES, F. P.; COLLA, L. M. Functional Foods and Nutraceuticals: Definition, Legislation and Health Benefits. **Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences**, São Paulo, v. 3, n. 2, p. 99-112, 2006.

MOREIRA, R.; CHENLO, F.; TORRES, M.. Effect of Chía (*Sativa hispanica L.*) and hydrocolloids on the rheology of gluten-free doughs based on chestnut flour. **LWT - Food Science and Technology**, 50: 160-166, 2013.

MUÑOZ, L. A.; COBOS, A.; DIAZ, O.; AGUILERA, J. M. Chia seed (*Salvia hispanica*): an ancient grain and a new functional food. **Food Rev. Int.**, v. 29, n. 4, p. 394-408, 2013.

NATHAN, C. Points of control in inflammation. *Nature*, v. 420, n. 6917, p. 846-52, 2002.

OLIVOS-LUGO, B. L.; VALDIVIA-LÓPEZ, M. Á.; TECANTE, A. Thermal and Physicochemical Properties and Nutritional Value of the Protein Fraction of Mexican Chia Seed (*Salvia hispânica L.*). **Food Science and Technology International**, Oxford, v. 16, n. 1, p. 89-96,. PMID:21339125. <http://dx.doi.org/10.1177/1082013209353087>. 2010.

PEIRETTI P. G., GAI, F. Fatty acid and nutritive quality of chia (*Salvia hispanica L.*) seeds and plant during growth. *Animal. Feed Science and Technology*, v. 148, p. 267-275, <http://dx.doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2008.04.006>, 2009.

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO • PUC-SP - DESIGN DTI•NMD - 2016. **Biscoito ou bolacha**. Disponível em: <http://www.pucsp.br/maturidades/sabor_saber/biscoito_bolacha.html>. Acesso em: 05 mar. 2017.

RAMOS, S.C.F. **Avaliação das propriedades gelificantes da farinha de chia (*Salvia hispânica L.*) Desenvolvimento de novas aplicações culinárias**. Dissertação (Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Ciências Gastronómicas) Universidade de Lisboa. 2013.

RAMOS, Susana Cristina Ferreira; MATA, Maria Paulina; RAYMUNDO, Anabela. Avaliação das propriedades gelificantes da farinha de chia (*Salvia hispanica L.*). **Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa**, Lisboa, v. 1, n. 111, p. 14, jan. 2013.

RENDON-VILLALOBOS, R.; ORTIZ-SANCHEZ, A.; SOLORZA-FERIA, J.; TRUJILLO-HERNANDEZ, C. A. Formulation, Physicochemical, Nutritional and Sensorial Evaluation of Corn Tortillas Supplemented with Chía Seed (*Salvia hispanica* L.). **Czech Journal of Food Science**, Czech Republic, v. 30, n. 2, p. 118-125, 2012.

REYES-CAUDILLO, E.; TECANTE, A.; VALDIVIA-LÓPEZ, M. A. Dietary Fibre Content and Antioxidant Activity of Phenolic Compounds Present in Mexican Chia (*Salvia hispanica* L.) Seeds. **Food Chemistry**, Barking, v. 107, n. 2, p. 656-663, 2008.

RIBEIRO, E. P.; SERAVALLI, E. A. G. Química de alimentos. São Paulo: **Editora Edgard Blucher**: Instituto Mauá de Tecnologia, 2004. ISBN: 85-212-0326-8.

SEGURA-CAMPOS, M. R.; SALAZAR-VEGA, I. M.; CHEL-GUERRERO, L. A.; BETANCUR-ANCONA, D. A. Biological Potential of Chia (*Salvia hispanica* L.) Protein Hydrolysates and Their Incorporation Into Functional Foods. **Food Science and Technology**, London, v. 50, n. 2, p. 723-731, 2013.

SEGURA-NIETO, M.; BARBA DE LA ROSA, A. P.; PAREDES-LÓPEZ, O. **Biochemistry of amaranth protein**. In: PAREDES-LÓPEZ, O. (Ed.). *Amaranth: Biology, Chemistry and Technology*. Boca Raton: CRC Press, p. 76-95, 1999.

SHIMADA, K.; FUJIKAWA, K.; YAHARA, K.; NAKAMURA, T. **Antioxidative properties of xanthan on the autoxidation of soybean oil in cyclodextrin emulsion**. *J. Agric Food Chemistry* 40:945–948, 1992.

SILVA, M. R.; SILVA, M. A. A. P.; CHANG, Y. K. **Utilização da farinha de jatobá (*Hymenaea stigonocarpa* Mart.) na elaboração de biscoitos tipo cookie e avaliação de aceitação por testes sensoriais afetivos univariados e multivariados**. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 18, n. 1, p. 25-34, 1998.

SIMABESP. A história do biscoito. Disponível em: <<http://www.simabesp.org.br>>. Acesso em: 15 mar. 2017.

SOUZA, P. H. M.; SOUZA NETO, M. H.; MAIA, G. A. **Componentes funcionais nos alimentos**. *Boletim da SBCTA*. v. 37, n. 2, p. 127-135, 2003.

TOWNSEND, N. et al. Cardiovascular disease in Europe: epidemiological update 2016. **Journal European Society of Cardiology**, Australia, v. 1, n. 37, p. 1-14, jul./ago. 2016.

TSEN, CC. **Regular and protein fortified cookies from composite flours**. *CFW*. 1976;21(12):634-37.

TUNER, R.C. The UK Prospective Diabetes Study. **Diabetes Care** 21(suppl 3): C35-38, 1998.

VÁZQUEZ-OVANDO, A.; ROSADO-RUBIO, G.; CHEL-GUERRERO, L.; BETANCUR-ANCONA, D. Physicochemical properties of a fibrous fraction from chia (*Salvia hispanica* L.). **Food Science and Technology**, v.42, p.168–173, 2009.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Diabet factors in world**. Disponível em: <http://www.who.int/diabetes/facts/world_figures/en/>. Acesso em: 10 jan. 2017.