



UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA DE  
PROCESSOS QUÍMICOS E BIOQUÍMICOS



**ESTABILIDADE OXIDATIVA DE BISCOITOS CONTENDO FARINHA DE  
INHAME E PÊSSEGO**

**LETÍCIA SOUZA DA SILVA**

**Pato Branco, fevereiro de 2022.**

**LETÍCIA SOUZA DA SILVA**

**ESTABILIDADE OXIDATIVA DE BISCOITOS CONTENDO FARINHA DE  
INHAME E PÊSSEGO**

**Oxidative stability of cookies containing yam and peach flour**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná como requisito para obtenção do título de “Mestre em Tecnologia de Processo Químicos e Bioquímicos. Orientadora: Profa. Dra. Solange Teresinha Carpes. Coorientadora: Dra. Ellen Cristina Perin

**Pato Branco,**

**2022**



[4.0 internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Atribuição – Uso Não Comercial (CC BY-NC) - Permite que outros remixem, adaptem e criem obras derivadas sobre a obra licenciada, sendo vedado o uso com fins comerciais. As novas obras devem conter menção ao autor nos créditos e também não podem ser usadas com fins comerciais. Porém as obras derivadas não precisam ser licenciadas sob os mesmos termos desta licença.



**Ministério da Educação  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Campus Pato Branco**



LETICIA SOUZA DA SILVA

### **ESTABILIDADE OXIDATIVA DE BISCOITOS CONTENDO FARINHA DE INHAME E PÊSSEGO**

Trabalho de pesquisa de mestrado apresentado como requisito para obtenção do título de Mestra Em Tecnologia De Processos Químicos E Bioquímicos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Área de concentração: Tecnologia De Processos Químicos E Bioquímicos.

Data de aprovação: 16 de Fevereiro de 2022

Prof.a Solange Teresinha Carpes, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof.a Ellen Porto Pinto, - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof.a Jucieli Weber, Doutorado - Universidade Federal da Fronteira Sul (Uffs)

Prof.a Maria Lurdes Felsner, Doutorado - Universidade Estadual do Centro Oeste (Unicentro)

Documento gerado pelo Sistema Acadêmico da UTFPR a partir dos dados da Ata de Defesa em 16/02/2022.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus, por se mostrar sempre presente e por ter me guiado em mais esta etapa de minha vida, por todo seu amor, força e ânimo de continuar esta caminhada.

A minha família, que é meu alicerce para as minhas realizações e que incansavelmente permaneceram ao meu lado em todos os momentos, a minha mãe Marinez Souza da Silva, meu pai Milton Marinho da Silva e a minha irmã Tatiane Souza da Silva que sempre estiveram ao meu lado para me ajudar, apoiar, incentivar e me fortalecer. A vocês serei eternamente grata.

A Universidade Tecnológica Federal do Paraná, pela oportunidade e ao seu corpo docente que demonstrou estar comprometido com a qualidade e excelência do ensino.

A Dra. professora Solange Carpes pela orientação, aprendizagem e pelas valiosas contribuições dadas durante todo o processo, proporcionando a oportunidade de realizar este trabalho.

A Dra. Ellen Cristina Perin, pela coorientação, apoio, conhecimento, atenção e dedicação, pois colaborou muito para a realização deste projeto.

Agradeço também aos demais amigos e companheiros de mestrado que me ajudaram em momentos de dúvidas, e que também sempre estiveram ao meu lado para uma palavra de incentivo.

À central de análises e ao laboratório de análises agroindustrial (LAQUA) e ao LabAna e toda sua equipe por disponibilizar tempo e espaço para a realização das análises. Enfim, a todos os que de alguma forma contribuíram para a realização desta pesquisa.

*“As nuvens mudam sempre de posição, mas são sempre nuvens no céu. Assim devemos ser todo dia, mutantes, porém leais com o que pensamos e sonhamos; lembre-se, tudo se desmancha no ar, menos os pensamentos”.*

*(Paulo Beleki)*

## RESUMO

SILVA, Letícia. **Estabilidade oxidativa de biscoitos contendo farinha de inhame e pêssego. 2022.** Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, PR, 2022.

No preparo dos biscoitos, a presença de ingredientes lipídicos permite uma maior suscetibilidade às reações de oxidação, as quais são as principais responsáveis pela perda de qualidade dos produtos alimentícios. Neste sentido, a adição de substâncias que inibam ou reduzam tais reações e que sejam capazes de aumentar o *shelflife* dos alimentos faz-se necessário. Desta forma, a adição de antioxidantes naturais vem sendo alvo de investigação de pesquisadores e profissionais da área de alimentos, uma vez que o uso de produtos naturais vem de encontro com as expectativas do mercado atual. Este estudo teve como objetivo elaborar biscoitos contendo farinha de inhame (FI) e farinha de pêssego (FP) e caracterizar as propriedades físico-químicas e o potencial antioxidante das matérias-primas, bem como, avaliar a estabilidade oxidativa dos biscoitos a cada vinte dias durante 60 dias de armazenamento, na ausência e presença de luz. Neste estudo, foi preparado quatro formulações de biscoitos: F1 - formulação contendo apenas FI; F2 - formulação contendo 10% de FP; F3 - formulação contendo 20% de FP e F4 - formulação contendo o antioxidante comercial Tert-butilhidroquinona (TBHQ). Os biscoitos foram submetidos a análises físico-químicas e à estabilidade oxidativa (acidez e substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS)), bem como as propriedades físicas como textura e cor. O potencial antioxidante foi determinado por métodos já consolidados como ABTS, FRAP e compostos fenólicos totais (CFT). Os biscoitos foram embalados e acondicionados na presença e ausência de luz e armazenados a temperatura ambiente durante 60 dias. Os compostos fenólicos como o ácido clorogênico, 7-hidroxycumarina, epicatequina e o ácido quínico podem ser os responsáveis pelo elevado potencial antioxidante da farinha de pêssego. O alto teor de proteína e fibras dos biscoitos contendo FI podem ser considerados uma boa fonte desses nutrientes. Durante o armazenamento dos biscoitos, a presença de luz teve influência nos parâmetros analisados. Os biscoitos da F3 (contendo 20% de FP), apresentaram estabilidade oxidativa semelhante aos biscoitos contendo o antioxidante sintético. Nesta formulação, houve uma maior inibição do processo oxidativo podendo estar relacionada ao maior teor de CFT e atividade antioxidante, com destaque para as respectivas formulações armazenadas na ausência de luz. Esses resultados indicam que o pêssego foi eficaz como antioxidante e o sistema de embalagem com a ausência de luz promoveu uma redução nos processos de oxidação lipídica. Portanto, a adição de FI e FP em biscoitos é uma alternativa eficaz para obter um produto nutritivo, com potencial antioxidante e maior estabilidade oxidativa. Nesse sentido, a adição de FP como um antioxidante natural em substituição ao sintético, mostrou-se uma opção saudável e viável que pode ser utilizada no preparo de biscoitos a base de farinha de inhame.

**Palavras-chave:** *Discorea cavennensis*, *Prunus pérsica*, biscoito, antioxidante natural

## ABSTRACT

SILVA, Letícia. **Oxidative stability of biscuits containing yam and peach flour. 2022.** Dissertation (Masters in Chemical and Biochemical Process Technology) - Federal Technological University of Paraná, Pato Branco, PR, 2022.

In the preparation of cookies, the presence of lipid ingredients allows a greater susceptibility to oxidation reactions, which are the main responsible for the loss of quality of food products. In this sense, the addition of substances that inhibit or reduce such reactions and that are capable of increasing the shelf life of foods is necessary. In this way, the addition of natural antioxidants has been the target of an investigation by researchers and professionals in the food field, since the use of natural products meets the expectations of the current market. This study aimed to prepare cookies containing yam flour (FI) and peach flour (FP) and to characterize the physicochemical properties and antioxidant potential of the raw materials, as well as to evaluate the oxidative stability of the cookies every twenty days during 60 days of storage, in the absence and presence of light. In this study, four formulations of cookies were prepared: F1 - formulation containing only FI; F2 - formulation containing 10% FP; F3 - formulation containing 20% of FP and F4 - formulation containing the commercial antioxidant Tert-butyl hydroquinone (TBHQ). The cookies were subjected to physical-chemical analysis and oxidative stability (acidity and thiobarbituric acid reactive substances (TBARS)), as well as physical properties such as texture and color. The antioxidant potential was determined by established methods such as ABTS, FRAP and total phenolic compounds (CFT). The cookies were packaged and conditioned in the presence and absence of light and stored at room temperature for 60 days. Phenolic compounds such as chlorogenic acid, 7-hydroxycoumarin, epicatechin and quinic acid may be responsible for the high antioxidant potential of peach flour. The high protein and fiber content of FI-containing cookies can be considered a good source of these nutrients. The cookies presented a texture compatible with commercial cookies. During the storage of cookies, the presence of light influenced the parameters analyzed. The F3 cookies (containing 20% FP) showed oxidative stability similar to the cookies containing the synthetic antioxidant. In this formulation, there was a greater inhibition of the oxidative process, which may be related to the higher content of CFT and antioxidant activity, with emphasis on the respective formulations stored in the absence of light. These results indicate that peach was effective as an antioxidant and the packaging system with the absence of light promoted a reduction in lipid oxidation processes. Therefore, the addition of FI and FP in cookies is an effective alternative to obtain a nutritious product, with antioxidant potential and greater oxidative stability. In this sense, the addition of FP as a natural antioxidant to replace the synthetic one proved to be a healthy and viable option that can be used in the preparation of yam flour-based cookies.

**Keywords:** *Dioscorea cayennensis*, *Prunus persica*, biscuit, natural antioxidant.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Reação de formação do composto cromogênio resultante do teste de TBA.....	20
Figura 2 - Redução do complexo Fe <sup>3+</sup> /tripiridiltriazina - TPTZ (2,4,6-tri(2-piridil)-1,3,5-triazina) a Fe <sup>2+</sup> .....	24
Figura 3 - Estabilização do radical ABTS·+ por um antioxidante e sua formação pelo persulfato de potássio.....	24
Figura 4 – Formulações dos biscoitos e farinhas de pêssego e inhame.....	33
Figura 5 – Fluxograma da elaboração dos biscoitos.....	34

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Formulações usadas no preparo dos biscoitos com inhame e farinha de pêssego.....	32
Tabela 2. Análise descritiva da farinha de inhame e pêssego.....	42
Tabela 3. Compostos metabólicos detectados em extrato etanólico de farinha de pêssego por UHPLC-HRMS / MS.....	43
Tabela 4 – Resultados médios da análise físico-química (%) e energia (kcal) de biscoitos contendo inhame e farinha de pêssego.....	45
Tabela 5. Valores instrumentais de cor, textura (N) e atividade de água (Aw) em biscoitos armazenados na presença e na ausência de luz.....	51
Tabela 6 – Indicadores do processo oxidativo dos biscoitos de inhame e pêssego.....	57

## LISTA DE SIGLAS

UTFPR – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

HPLC – Cromatografia Líquida de alta eficiência

ABTS – Ácido (2,2'-azino-bis-(3-etilbenzotiazolina-6-sulfônico)

FRAP – Poder Antioxidante de Redução do Ferro

TBARS – Substância reativas ao ácido tiobarbitúrico

BHT – Butil hidroxitolueno

BHA – Butil hidroxianisol

TBHQ – Terc-butil-hidroquinona

TBA – Ácido 2-Tiobarbitúrico

MDA – Malonaldeído

CFT – Compostos fenólicos totais

Aw – Atividade de água

FI – Farinha de inhame

FP – Farinha de pêssego

F1 – Formulação controle contendo apenas FI

F2 – Formulação contendo 10% de FP

F3 – Formulação contendo 20% de FP

F4 – Formulação contendo o antioxidante comercial Tert-butilhidroquinona (TBHQ)

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	14
2. OBJETIVOS .....	16
2.1 Objetivo geral .....	16
2.2 Objetivos específicos .....	16
3. REFERENCIAL TEÓRICO .....	17
3.1 Óleos e gorduras.....	17
3.1.1 Oxidação lipídica.....	18
3.2 Antioxidantes .....	20
.....	24
3.3 Pêssegos.....	25
3.4 Inhame .....	26
3.5 Biscoitos tipo <i>cookie</i> .....	28
4. MATERIAIS E MÉTODOS.....	31
4.1 Materiais .....	31
4.2 Métodos .....	31
4.2.1 Obtenção das farinhas.....	31
4.2.2 Elaboração dos <i>cookies</i> .....	32
4.2.3 Análise físico-química .....	35
4.2.4 Determinação da estabilidade oxidativa dos biscoitos.....	36
4.2.5 Compostos fenólicos e atividade antioxidante .....	37
4.2.6 Identificação de compostos metabólicos na farinha de pêssego .....	37
4.2.7 Análise estatística .....	38
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	39
5.1 Caracterização físico-química e potencial antioxidante das farinhas de inhame e pêssego.....	39
5.2 Caracterização da composição centesimal em biscoitos .....	44
5.3 Estabilidade oxidativa e potencial antioxidante de biscoitos de inhame e pêssego .....	53
6. REFERÊNCIAS.....	59

## 1. INTRODUÇÃO

Como parte da constituição da maioria dos alimentos, podem ser encontrados ingredientes fontes de carboidratos, proteínas, óleos e gorduras e micronutrientes como vitaminas e minerais. Esses ingredientes desempenham papel fundamental nas características sensoriais e tecnológicas dos alimentos, além de alguns atuarem como fonte energética. Porém, esses alimentos estão sujeitos a variadas reações de degradação em função de alterações microbiológicas, químicas, bioquímicas e físicas. Entre as alterações, os alimentos que apresentam lipídeos em sua composição, são mais susceptíveis a oxidação lipídica (KONG, SINGH, 2016).

O processo de oxidação lipídica é uma das principais causas de deterioração nos alimentos, trazendo inúmeras desvantagens por resultar em alterações na qualidade sensorial, como sabor, odor e cor indesejáveis, além de reduzir o período de vida de prateleira (KONG, SINGH, 2016).

Entretanto, essas reações podem ser retardadas com o uso de substâncias antioxidantes (LI et al., 2015). Os antioxidantes mais utilizados nas indústrias de alimentos para tal fim são os sintéticos como o BHT, BHA e TBHQ (Butil hidroxitolueno, Butil hidroxianisol e Terc-butil-hidroxiquinona, respectivamente) que, de maneira geral, também são referenciados por seus efeitos nocivos à saúde (LI et al., 2015; NOOSHKAM et al., 2019).

Diante desse cenário os antioxidantes naturais vêm sendo estudados e utilizados nos alimentos como substitutos aos sintéticos como uma alternativa mais saudável. Além disso, os antioxidantes naturais não são usados apenas como conservantes de alimentos, mas também como compostos que têm importante efeito na bioquímica do organismo humano, suprimindo processos de oxidação e prevenindo doenças crônicas relacionadas ao estresse oxidativo (BELTRAN et al., 2020).

Com base nos benefícios que o consumo de antioxidantes naturais traz, é de grande interesse das indústrias produzirem alimentos que forneçam esses benefícios aos seus consumidores, uma vez que a população está a cada dia buscando por alimentos mais saudáveis e saborosos (BELTRAN et al., 2020).

De fato, a praticidade e rapidez, na obtenção de produtos alimentícios, bem como a disponibilidade de produtos prontos para o consumo que tragam consigo uma composição nutricional e funcional com benefícios a saúde, são fatores de influência e decisivos na escolha dos alimentos a serem consumidos por boa parte da população. Um exemplo de produto que vem cada vez mais ganhando espaço e que é passível de apresentar ingredientes que atendam aos requisitos nutricionais e funcionais do consumidor são os cookies.

De acordo com a legislação vigente, *cookie* é considerado um biscoito ou bolacha obtido pelo amassamento e cozimento conveniente de massa preparada com farinhas, amidos, féculas, fermentadas ou não, e outras substâncias alimentícias (ANVISA, 1978). Na elaboração da maioria dos cookies produzidos é utilizado farinha de trigo, porém, uma parcela da população apresenta uma doença conhecida como doença celíaca, onde o indivíduo tem intolerância ao glúten, substância tal, presente na farinha de trigo. Em contrapartida os alimentos sem glúten muitas vezes têm menor valor nutricional, e até mesmo uma maior quantidade de gorduras, o que pode acarretar em um aumento na suscetibilidade à oxidação lipídica e por consequência a sua deterioração e redução da validade (MANCERO et al., 2016).

Essa alteração nutricional e composicional dos *cookies* sem farinha de trigo ocorre na tentativa de encontrar um substituinte que mantenha ao máximo as características tecnológicas trazidas pelo trigo, como textura, sabor entre outras (CHOPRA et al., 2018; SILVA et al., 2017). É por isso que uma dieta sem glúten pode levar a deficiência de minerais, proteínas, fibras e outros nutrientes, ressaltando assim a necessidade de produção de alimentos sem glúten com valor nutricional agregado, uma vez que os mesmos são menos disponíveis nos mercados.

Neste âmbito temos o pêssego e o inhame, alimentos que devido ao seu valor nutricional, podem ser utilizados como ingredientes em formulações. O pêssego (*Prunus pérsica*) é um fruto de origem asiática e apresenta um grande potencial nutritivo, devido a sua composição e pela presença de compostos fenólicos, carotenóides e compostos voláteis, com potenciais benefícios à saúde (MACHADO et al., 2017). O inhame é um tubérculo que pertence à família Dioscoreaceae, nativo de regiões com o clima tropical, contém em sua composição proteínas, um alto teor de fibras e minerais tais como o fósforo e o

potássio, destacam-se ainda por apresentar, em sua constituição química, vitaminas do complexo B (DIAS et al., 2020).

Nesse contexto, o objetivo desse estudo foi avaliar as características físico-químicas e potencial antioxidante de biscoitos tipo *cookie* elaborados com farinha de inhame e pêssego, durante o armazenamento.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo geral

Desenvolver biscoitos sem glúten, elaborados com farinha de inhame e pêssego e caracterizar quanto as suas propriedades físico-químicas e potencial antioxidante da farinha de pêssego, bem como avaliar a interferência da luz na oxidação lipídica dos biscoitos durante todo o armazenamento.

### 2.2 Objetivos específicos

- Realizar a composição centesimal da farinha de inhame e farinha de pêssego;
- Avaliar o potencial antioxidante da farinha de inhame e de pêssego;
- Identificar e quantificar os compostos fenólicos individuais da farinha de pêssego;
- Elaborar quatro formulações de biscoitos sem glúten;
- Avaliar o potencial antioxidante e de inibição da oxidação lipídica dos biscoitos acondicionados na presença e na ausência de luz durante 60 dias de armazenamento;
- Avaliar o potencial de uso da farinha de pêssego como substituto ao antioxidante sintético TBHQ durante o armazenamento;
- Determinar a composição centesimal e textura dos biscoitos.

### 3. REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 Óleos e gorduras

Os óleos e as gorduras são matérias-primas que apresentam uma ampla aplicação, estando entre um dos principais componentes dos alimentos. São considerados macro nutrientes e são fundamentais para a dieta humana, pois são fontes de energia calórica para o organismo, além de constituírem compostos que desempenham funções importantes, como, por exemplo, as vitaminas lipossolúveis e os ácidos graxos essenciais (PEREIRA, 2015).

Esses compostos são lipídeos simples, que ao sofrer hidrólise total, dão origem a ácidos graxos e álcoois. Essas substâncias são hidrofóbicas, possuem origem vegetal e animal e são formados predominantemente por ésteres de triacilgliceróis, produtos resultantes da esterificação entre o glicerol e ácidos graxos. Já os triacilgliceróis são compostos insolúveis em água e à temperatura ambiente e possuem consistência de líquido para sólido. Os óleos contêm ainda vários componentes em menor proporção, mono e diglicerídeos, ácidos graxos livres, tocoferol, proteínas, esteróis e vitaminas (FOOD INGREDIENTS BRASIL, 2016; MOREIRA, 2016).

Segundo a legislação os óleos vegetais se apresentam na forma líquida sob uma temperatura de 25°C, enquanto as gorduras se apresentam na forma sólida ou pastosa a essa mesma temperatura. Essa característica se deve a presença de insaturações nos ácidos graxos presentes nos lipídios. Segundo a Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) nº 270 de 2005 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) óleos e gorduras são definidos por produtos formados principalmente por glicerídeos de ácidos graxos, que podem conter pequenas quantidades de outros lipídeos como fosfolipídeos, constituintes insaponificáveis e ácidos graxos livres naturalmente presentes no óleo ou na gordura (BRASIL, 2005).

Os óleos e gorduras além de desempenhar a função de nutrição, tem papel fundamental nas suas características como exemplo, o sabor e a textura. Porém os lipídios são altamente suscetíveis a oxidação, o que é uma enorme preocupação para a indústria de alimentos, pois a oxidação origina sabores indesejáveis e alguns produtos tóxicos nocivos à saúde (LI et al., 2015).



### 3.1.1 Oxidação lipídica

Todo alimento que contém em sua composição lipídios, pode sofrer um processo denominado de oxidação lipídica, sendo esta após a deterioração microbiológica uma das principais reações que resulta na perda da qualidade de um alimento, visto que diminui as propriedades nutricionais e sensoriais. Essa reação abrange a degradação de vitaminas lipossolúveis (A, D, E e K), e ácidos graxos essenciais, formando compostos tóxicos como o malonaldeído (MDA), produtos de oxidação do colesterol, cetonas, álcoois, furanos, hidrocarbonetos ou ácidos que causam alterações de sabor, textura e cor, tendo impacto na satisfação do consumidor (CETIN et al., 2017; PONNAMPALAM et al., 2017; SAINSBURY et al., 2016).

A composição química do alimento, bem como a luz, oxigênio e temperatura de armazenamento, são alguns fatores que aceleram a oxidação em alimentos ricos em lipídeos. A oxidação de ácidos graxos insaturados é um fenômeno complexo que pode acontecer de forma não-enzimática ou enzimática, e é induzido ou catalisado na presença de luz, calor, fotossensibilizantes, metais e oxigênio, e espécies reativas ao nitrogênio (MARIUTTI e BRAGAGNOLO, 2017; MUHLISIN et al., 2016; ZHANG et al., 2016).

A oxidação não enzimática pode acontecer através de dois mecanismos, foto-oxidação e auto-oxidação, ambos ocorrem na presença de oxigênio, sendo que a foto-oxidação ocorre na presença do oxigênio singlete, e a auto-oxidação na presença do oxigênio triplete. A foto-oxidação ocorre pela radiação ultravioleta na presença de fotossensibilizadores (como clorofila, mioglobina e riboflavina), que promovem a transformação de oxigênio triplete em singlete, que é mais eletrofílico e, portanto, mais reativo, cujas degradações posteriores originam aldeídos, álcoois e hidrocarbonetos (MARIUTTI e BRAGAGNOLO, 2017).

A auto-oxidação é a forma mais comum de oxidar os lipídios, e é definida como a reação espontânea dos lipídios dos alimentos com o oxigênio através das reações em cadeia de radicais livres que envolvem três estágios distintos:

iniciação, propagação e término. Tanto a auto-oxidação como a foto-oxidação podem ocorrer diante da formação de hidroperóxidos como produtos primários, e sua decomposição em produtos secundários, que são principalmente aldeídos de baixa massa molecular, cetonas, álcoois, ácidos, ésteres, epóxidos e hidrocarbonetos (SHAHIDI e ZHONG, 2015; BARDEN e DECKER, 2016).

Como produtos da oxidação lipídica, um dos principais compostos formados e de elevada reatividade são os radicais livres. Os radicais livres presentes nos alimentos, podem ser definidos como átomos ou grupo de átomos com um ou mais elétrons desemparelhados que existem em uma forma livre. O radical livre pode ser gerado por vários processos, incluindo clivagem homolítica, heterolítica, idade ou reações redox. Os principais radicais oxidantes são oxigênio singlete, ozônio, peróxido de hidrogênio, ácido nitroso, hipoclorito, nítrico ou nitroso (PRASAD et al., 2017).

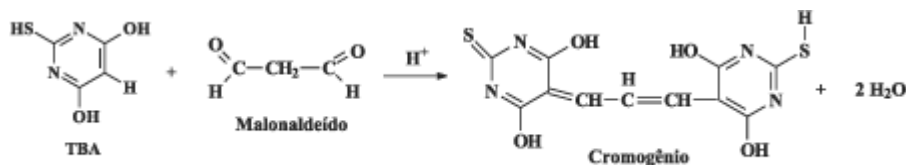
O substrato para os radicais livres podem ser diferentes moléculas, como um lipídio, proteína, carboidratos, compostos orgânicos, inorgânicos ou um metal. A formação de radicais livres ocorre como um processo celular em condições normais, porém, um aumento nos níveis desses radicais pode ocasionar em um desequilíbrio nas vias bioquímicas, ocasionando a oxidação e estresse oxidativo. O estresse oxidativo é responsável pelo envelhecimento ou deterioração de alimentos (ZEB e ULLAH, 2019).

Não é possível evitar a oxidação lipídica nos alimentos durante o armazenamento, mas essa reação pode ser reduzida, através do uso de embalagens a vácuo, armazenamento a baixas temperaturas, ausência de luz, uso de antioxidantes e entre outras formas, com o intuito de garantir que as características sensoriais e nutricionais dos alimentos se mantenham (ABREU et al., 2015; MELO et al., 2016; LEÃO et al. 2017).

Existem alguns métodos que possibilitam acompanhar os processos de degradação lipídica, este acompanhamento auxilia para determinar parâmetros que possam impedir e minimizar a rancificação garantindo alimentos de qualidade. Os métodos para analisar a oxidação lipídica envolvem desde análises sensoriais até métodos mais complexos e avançados como Infra Vermelho (IV), Ressonância Magnética Nuclear (RMN), HPLC-ESI-MS, CGMS.

Um dos métodos utilizados para evidenciar a oxidação lipídica é através da observação da produção de produtos secundários de oxidação, tendo em

vista que a oxidação lipídica pode resultar na formação de subprodutos, como as cetonas, epóxidos e aldeídos, dentre os quais há compostos voláteis e não voláteis (BARRIUSO et al., 2013). Assim um dos métodos analíticos para detectar aldeídos resultantes da degradação de hidroperóxidos, é a utilização do ácido 2-tiobarbitúrico – TBA que irá reagir com o malonaldeído (MDA) presente nas amostras fruto da oxidação lipídica, conforme reação esboçada na Figura 1.



**Figura 1** - Reação de formação do composto cromogênio resultante do teste de TBA.

**Fonte:** Osawa et al. (2005)

O complexo (MDA-TBA) formado tem coloração vermelha, e é quantificado por absorvância através da espectrofotometria, utilizando um comprimento de onda de aproximadamente 532-538 nm (BARRIUSO et al., 2013). De maneira geral os resultados obtidos de ensaios com TBA são expressos em unidades de absorvância por unidade de peso da amostra ou em valor ou número de TBA, ou seja, o resultado representa a quantidade em miligramas de malonaldeído por quilograma da amostra (mg MDA Kg<sup>-1</sup>) (BARRIUSO et al., 2013).

### 3.2 Antioxidantes

Os antioxidantes, segundo a sua classificação, são substâncias químicas que quando presentes mesmo em baixas quantidades, tem a função de atrasar e/ou reduzir a oxidação de um substrato oxidável. No âmbito alimentar o termo antioxidantes está diretamente ligado a inibidores da cadeia de radicais lipídicos (GULCIN, 2020).

Atualmente existem antioxidantes sintéticos e naturais. Os antioxidantes naturais são facilmente obtidos de fontes naturais, dispendo de uma grande capacidade de serem utilizados como conservantes, substituindo os sintéticos. Porém os antioxidantes sintéticos têm sido utilizados no lugar dos naturais,

principalmente por apresentarem maior estabilidade e desempenho (AUGUSTYNIAK et al., 2010; SÁNCHEZ et al., 2017; BENSID et al., 2020).

Todos os antioxidantes seguem um dos setes mecanismos de ação, e podem variar de acordo com o tipo de oxidante e atuam em: sequestro de radical livre do meio, quelação de íons metálicos, inibição de enzimas produtoras de radicais livres, ativação de enzimas antioxidantes endógenas, prevenção de peroxidação lipídica, prevenção de danos ao DNA, prevenção de modificação de proteínas e destruição de açúcar (CAROCHO et al., 2018).

Os antioxidantes sintéticos mais empregados em alimentos são o butil-hidroxisanisol atado (BHA), hidroxitolueno butilado (BHT), pro-galato de pil (PG) e terc-butil-hidroquinona (TBHQ), esses aditivos são utilizados para controlar a oxidação lipídica e alteração do sabor nos alimentos, por meio da eliminação dos radicais livres, esses antioxidantes são constituídos por um ou mais grupos hidroxila ou fenol, fazendo com que eles tenham uma grande eficácia (SHAHIDI e ZHONG, 2015).

A principal classe de antioxidantes são os compostos fenólicos. Os compostos fenólicos podem ser simples, compostos, conjugados ou complexos. A hidroxila presente nesses compostos é a responsável pela sua propriedade antioxidante. Esses antioxidantes fenólicos são bastantes estudados em diferentes alimentos vegetais, como exemplo, em frutas (SULERIA et al., 2020; BARROS et al., 2017; KABIR et al., 2015), cereais (HUNG, 2016; MASISI et al., 2016), bebidas (NARDINI e GARAGUSO, 2020; IVANISOVÁ et al., 2020; SILVA et al., 2018) e óleos vegetais (CASTELO-BRANCO et al., 2016; DUTHIE et al., 2016).

O mecanismo de ação dos compostos fenólicos ocorre através da neutralização dos radicais livres por meio da transferência de um átomo de hidrogênio, ou pelo mecanismo de transferência de elétrons. Esses compostos são geralmente biossintetizados a partir da fenilalanina ou tirosina através da via do ácido chiquímico, pertencente a via dos fenilpropanoides (NEELAM e SHARMA, 2020).

Entretanto muitos antioxidantes sintéticos podem apresentar propriedades nocivas à saúde, muitas vezes até cancerígenas quando em alta concentração. Ainda que eles tenham sido amplamente usados, questões de segurança foram levantadas ao longo do tempo. A ingestão a longo prazo desses

produtos pode acarretar alguns problemas de saúde, como alergias de pele, problemas do trato gastrointestinal e em alguns casos aumentaram o risco de câncer. Altas doses de antioxidantes sintéticos podem causar danos ao DNA e induzir senescência prematura, o BHA e BHT já foram considerados responsáveis por efeitos adversos no fígado e para a carcinogênese em estudos com animais (LI et al., 2015).

Assim, a tendência de substituir esses antioxidantes por naturais tem aumentado e alguns estudos relacionados à percepção dos consumidores sobre os riscos associados ao uso de compostos sintéticos para colorir e preservar produtos alimentares foram realizados. As conclusões mostraram que os consumidores estão preocupados com a presença dessas substâncias em sua dieta diária, levando a uma preferência por compostos naturais (NASCIMENTO e SANY, 2018; CALEJA et al., 2017; HUANG, 2018).

Os antioxidantes naturais das plantas podem ser classificados em três classes principais: compostos fenólicos, vitaminas e carotenoides. Os compostos fenólicos são considerados os principais compostos de plantas com atividade antioxidante, porém também apresentam atividades antimicrobiana e antifúngica, e têm efeitos importantes nos sabores e texturas dos produtos alimentícios (CALEJA et al., 2017;).

Os compostos fenólicos são considerados os metabólitos mais presentes em plantas, podendo variar desde a fenólicos simples como os ácidos fenólicos a compostos mais complexos como os taninos (SHAH et al., 2018). Os fenólicos são encontrados principalmente em frutas, legumes, chá, vinho, café e são eles os responsáveis pelas características organolépticas desses alimentos, como originar o sabor amargo das frutas ao interagir com a glicoproteína salivar, como dar a cor a muitas frutas e vegetais (SHAH et al., 2018)

Um importante fator dos compostos fenólicos que atrai cada dia mais os pesquisadores e fabricante de alimentos é a sua capacidade antioxidante e seu papel preventivo em várias condições relacionadas ao estresse oxidativo (ALARA et al., 2018). Alguns estudos têm demonstrado que os fenólicos desempenham uma função preventiva em doenças neurodegenerativas e cardiovasculares e até mesmo em cânceres (CORY et al., 2018; FORNI et al., 2019; POTI et al., 2019).

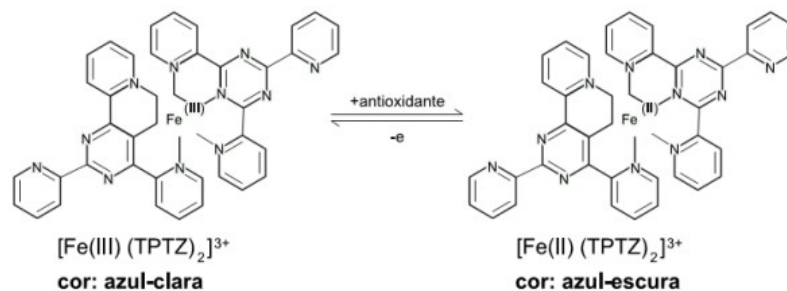
Com inúmeros benefícios é de grande interesse das indústrias a utilização de compostos fenólicos como antioxidante. Existem muitos compostos capazes de inibir a oxidação, mas apenas alguns deles são adequados para consumo humano devido a questões de segurança. Além disso, é importante que esses compostos não afetem negativamente a cor, o odor ou sabor, além de ser eficaz em baixas concentrações (0,001% –0,01%), deve ser compatível com os alimentos e de fácil aplicação, além de apresentar estabilidade durante o processamento e armazenamento (TAGHVAEI et al., 2015).

Contudo, o emprego de compostos com potencial antioxidante como substitutos de antioxidantes sintéticos apresenta-se como uma importante estratégia na melhoria da qualidade dos produtos finais, e ao mesmo tempo, produzindo um alimento com potencial funcional e valor agregado (PEJIN et al., 2017).

A capacidade antioxidante de uma substância alimentar está associada à sua interação com diferentes compostos e seu mecanismo de ação. Atualmente, existem muitos métodos disponíveis para estimar a capacidade antioxidante de compostos, bem como identifica-los. Os métodos mais utilizados se fundamentam no sequestro de radicais pelos compostos antioxidantes dos complexos biológicos de interesse, dentre os quais podemos citar a análise por redução férrica (FRAP), que se baseia na determinação da capacidade do antioxidante em reduzir  $Fe^{3+}$  complexado por 2,4,6- tripiridil-s-triazina (TPTZ) a  $Fe^{2+}$  (APAK et al., 2013; JONES et al., 2017).

O método de análise antioxidante através da redução de ferro resulta em uma coloração azul que é medida através da espectrofotometria, utilizando um comprimento de onda de 595nm, e se considera que o mesmo está diretamente ligado a capacidade redutora total dos antioxidantes doadores de elétrons presentes na amostra analisada (JONES et al., 2017).

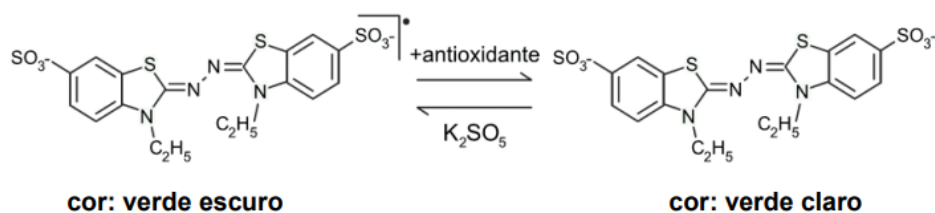
Essa metodologia classifica a capacidade antioxidante através da redução da capacidade por transferência de elétrons. A quantificação é feita utilizando o padrão externo: trolox (6-hidroxi-2,5,7,8-tetrametilcroman-2-carboxílico) (figura 2 1) da linha de calibração. O trolox é um composto com alta capacidade antioxidante, análogo à vitamina E. Os resultados são expressos em mg trolox / 100 g (JONES et al., 2017).



**Figura 2** - Redução do complexo Fe<sup>3+</sup>/tripiridiltriazina - TPTZ (2,4,6-tri(2-piridil)-1,3,5-triazina) a Fe<sup>2+</sup>.

Fonte: RUFINO et al., 2006.

Outra metodologia utilizada para a determinação da atividade antioxidante é através do sequestro de radical ABTS•<sup>+</sup>, este radical é originado através de um precursor, o ácido 2,2-azino-bis(3-etilbenzotiazolin)-6-sulfônico. O método do ABTS está fundamentado na habilidade dos antioxidantes em capturar o cátion ABTS•<sup>+</sup>. Esta captura provoca um decréscimo na absorbância, que é lida a partir da mistura do radical com o antioxidante em diferentes tempos, sendo representadas graficamente (PEREZ; SAURA, 2006). Este método dispõe de vantagens quando comparado aos outros, uma vez que ele pode ser utilizado tanto para amostras hidrossolúveis quanto lipossolúveis (LIMA, 2008). O método ABTS•<sup>+</sup> apresenta excelente estabilidade, sendo um dos testes mais rápidos de atividade antioxidante e que oferece resultados reprodutíveis, além de oferecer vários máximos de absorção e uma boa solubilidade, permitindo análises de compostos tanto de natureza lipofílica como hidrofílica (LIMA, 2008).



**Figura 3** - Estabilização do radical ABTS•<sup>+</sup> por um antioxidante e sua formação pelo persulfato de potássio.

Fonte: RUFINO et al. (2007a).

### 3.3 Pêssegos

O pêssego (*Prunus pérsica*) é um fruto nativo da Ásia, e pertence à família Rosaceae. É uma planta perene, educifólia sendo tradicionalmente cultivado em regiões de clima temperado. Esta fruta ocupa a oitava posição entre as mais cultivadas no mundo, sendo a China o seu principal produtor, responsável por 46% da produção mundial. O Brasil encontra-se na décima segunda posição, responsável por 1% da produção mundial, com uma produção de pêssegos acima das 190 mil toneladas, cultivados em uma área de aproximadamente 17 mil hectares, porém não é suficiente para suprir a demanda brasileira. Tradicionalmente o Brasil importa pêssegos da Espanha e Chile para suprir o mercado interno (IBGE, 2019).

No Brasil a produção de pêssego se concentra na região Sul e Sudeste onde o clima é mais favorável para o cultivo da planta, tendo assim os estados do Rio Grande do Sul, e São Paulo os maiores produtores nacionais de pêssego, responsáveis por mais 70% da produção nacional (IBGE, 2019) As primeiras cultivares comerciais de pêssego no Brasil, foram introduzidas no estado de São Paulo, porém foi no estado do Rio Grande do Sul que essas cultivares se consolidaram devido a uma maior adaptação ao clima do estado (MADAIL, 2008; GONÇALVEZ et al., 2014).

O pêssego possui um grande potencial nutritivo, podendo trazer vários benefícios para a saúde de seus consumidores. Suas peculiaridades de sabor e aroma resultam do equilíbrio de açúcares, ácidos orgânicos, compostos fenólicos, carotenóides e compostos voláteis, fazendo do pêssego um fruto muito apreciado e de grande importância comercial. Esse fruto contém ácidos fenólicos, flavonóides e antocianinas que servem como principais fontes de antioxidantes (WILLIAMSON et al., 2018).

Entre os compostos presentes no pêssego podemos destacar os polifenóis, que incluem o ácido neoclorogênico (NCA), ácido clorogênico (CA) e catequina (CT), responsáveis por aproximadamente 70% do conteúdo total de polifenol, em menor quantidade encontramos epicatequina e proantocianidina B1, rutina, quercetina e antocianinas. Além disso, o caroço do pêssego também é rico em compostos fenólicos como os ácidos hidroxicinâmicos, ácidos



hidroxibenzóicos, flavonóis,, flavanonas, flavona e dihidrocalcona (SENICA et al., 2017; GUO et al., 2020a).

Esses compostos presentes nos frutos de pêssego oferecem diversos benefícios para a saúde, podendo prevenir doenças humanas crônicas e melhorar a função imunológica, prevenir a aterosclerose e a insuficiência cardíaca, além destes benefícios a adição de flavonoides na dieta pode prevenir e/ou melhorar as doenças cardiovasculares, tumores e câncer (FUSI et al., 2020; KHAN et al., 2020).

Devido a esses benefícios que o pêssego apresenta, é de grande interesse estudar a sua aplicação em alimentos, um estudo realizado por Blanco Canalis e colaboradores (2020), avaliaram o potencial antioxidante de purê de pêssego incorporado em biscoitos, objetivando identificar os compostos fenólicos presentes no pêssego e a sua relação com as propriedades antioxidantes, obtendo como resultado a melhora nas propriedades antioxidantes naqueles biscoitos onde foi incorporado o purê de pêssego.

### 3.4 Inhame

O inhame é um tubérculo pertencente à família *Dioscoreaceae*, e é cultivado em regiões tropicais e subtropicais. No Brasil as principais espécies deste tubérculo cultivadas são a *Dioscorea alata* L. (inhame branco) originário do Sul da Ásia e *Dioscorea cayennensis* ou *Dioscorea rotundata* (inhame amarelo) originário da África (NASCIMENTO et al., 2015).

Esse tubérculo é constituído por um alto teor de carboidrato (26,5%), além de conter em sua composição antioxidantes, antocianinas, compostos bioativos, dioscorinas, diosgeninas e fenóis. Um estudo realizado por Yuniastuti e colaboradores, evidenciou que a farinha de inhame apresenta uma maior atividade antioxidante, em comparação as outras condições de processamento (in natura, cozido, frito) (YUNIASTUTI et al., 2016).

Em relação aos compostos bioativos presente no inhame, encontra-se a sapogenina que é utilizada na síntese de drogas esteroidais, e possui uma estrutura semelhante ao colesterol, esse composto possui um efeito anti-inflamatório, e ainda a saponina e flavonoides que tratam infecções de pele.

Muitas das Dioscoreáceas possuem excelentes propriedades medicinais e nutricionais que podem ser exploradas (KUMAR et al., 2017).

Com relação as propriedades nutricionais, o inhame é superior a batata inglesa e a mandioca, pois apresenta uma fácil digestibilidade dos grãos de amido, apresenta baixo conteúdo de lipídios (0,17%), alto nível de ácidos graxos insaturados, elevado teor de proteínas (3,89%) e teores de minerais (2,29%) (Ca, P e Fe), além de vitaminas do complexo B (tiamina, riboflavina, niacina), aminoácidos essenciais, vitamina A e D, vitamina C (DANTAS et al., 2013).

Esse tubérculo apresenta muitos efeitos terapêuticos, e pode ser utilizado na prevenção de doenças como inflamações, reumatismo, viroses e também na fortificação do sistema imunológico, além de melhorar os sintomas da menopausa e pós menopausa (SANTORO et al., 2015).

O inhame pode ser consumido de várias formas como purê, cozido, frito, in natura, e também na forma de farinha. A modificação desse tubérculo em farinha fornece ao mercado uma boa alternativa de consumo e aplicação em produtos, pois facilita seu manuseio permitindo o uso para preparo de receitas culinárias, além de preservar suas propriedades nutricionais (YASHIKI; TRIBOLI, 2018).

Uma tendência hoje é o desenvolvimento de novos produtos sem glúten e utilizando apenas as farinhas de tubérculos como o inhame, o que atenderia uma parcela da população que tem intolerância ao consumo do glúten. A indústria tem interesses nas necessidades da população com isso vem buscando a produção de novos produtos, contendo boas propriedades nutricionais além de praticidade (SALGADO, 2017).

Alguns estudos trazem a aplicação de inhame e da sua farinha em alguns produtos, como exemplo o estudo realizado por Dias e colaboradores (2020), que utilizaram a farinha de inhame para a produção de barras de cereais, mostrando como resultados que a farinha de inhame apresenta um bom potencial de aplicação em barras de cereais, enriquecendo as mesmas com as suas propriedades nutricionais. Um outro estudo realizado por Lima (2019), utilizou a farinha de inhame na produção de pães, objetivando a sua atividade antioxidante, em seus resultados pode evidenciar que a farinha de inhame apresentou potencial antioxidante quando comparado a farinha de trigo normal.

### 3.5 Biscoitos tipo *cookie*

Biscoitos são uns dos produtos assados mais consumidos no mundo, eles podem ser preparados a partir de diversas matérias primas, contendo glúten ou não, porém o tipo de matéria prima utilizada como ingrediente pode afetar diretamente nas propriedades do produto final. O Brasil é o segundo maior produtor de biscoito do mundo, segundo os dados da ABIMAPI, 2017 em 2016 produziu cerca de 1.336,3 milhões de toneladas de biscoito. Este alimento é regulamentado pela Resolução 12/78 da Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos (CNNPA) da ANVISA, trazendo que “biscoito ou bolacha é o produto obtido pelo amassamento e cozimento conveniente de massa preparada com farinhas, amidos, féculas, fermentadas ou não, e outras substâncias alimentícias”.

Essa resolução cita ainda que biscoito é um termo genérico para biscoito, *cookies* e *crackers*, esses produtos contêm baixo teor de umidade, garantindo que geralmente estejam livres de microrganismos aumentando assim a sua vida de prateleira. Entre os biscoitos mais comuns encontra-se os biscoitos fermentados (*cream cracker*, *snack cracker* e água e sal); biscoitos estampados (Maria, Maisena, Leite, etc.); biscoitos rotativos ou amanteigados (o corte é feito por rolos); biscoitos de deposição (*wafer*, *champagne*, etc.) e *cookies*. A legislação do Brasil também define outras características que os biscoitos devem apresentar, entre elas temos as microbiológicas (Portaria 451 da Secretaria de Vigilância Sanitária do Ministério da Saúde de 1997), físico-químicas e organolépticas (BRASIL, 1978).

Os *cookies* ou biscoitos são produtos de panificação obtidos através do processamento, modelagem, cozimento e adição de agentes de levedura à farinha junto com açúcar, sal, óleo, produtos alimentícios e uma ou mais das outras substâncias permitidas pelos regulamentos. O biscoito é amplamente consumido entre os produtos de panificação devido à sua praticidade, boa qualidade nutricional e baixo custo. Esses alimentos são consumidos como lanches em todas as faixas etárias, principalmente entre as crianças. São considerados lanches práticos, podendo apresentar diferentes sabores, e um

grande potencial nutritivo (MOUNJOUENPOU et al., 2018; FASOLIN et al., 2007).

Os cookies são classificados como um tipo de biscoito caracterizado basicamente por apresentar alto teor de açúcar e gordura em sua composição, concomitante com baixo teor de umidade. Quanto à textura, costumam ser firmes e crocantes (MOUNJOUENPOU et al., 2018). Porém, a maioria desses biscoitos é feito com a presença de farinha de trigo, resultando na formação de glúten, o que os torna inadequados para o consumo do público celíaco (CAIRANO et al., 2018). Porém, o glúten está relacionado a doenças autoimunes crônicas e enteropatias, que são a doença celíaca (DC), a alergia ao trigo (AT) e a sensibilidade ao glúten não celíaco (SIT), a que mais afeta a população mundial é a doença celíaca (CAIO et al., 2019; CAIO et al., 2020; YANG et al., 2020).

Além disso, como os cookies são altamente aceitáveis e amplamente consumidos, vários estudos abordaram diferentes estratégias na preparação desses produtos sem a presença de fontes de glúten (MOLINARI et al., 2017; JAN et al., 2018; GAGNETEN et al., 2020), além de alguns também abordarem a fortificação desses biscoitos em algum nutriente (HASRINI e AINUN, 2021; YAGOOB et al., 2021). Por ser um produto de fácil disponibilidade, acessível e simples de elaborar, é facilitado o desenvolvimento de novas formulações com diferentes características, possibilitando também a promoção da ingestão de nutrientes e / ou substâncias desejadas por meio da incorporação em biscoitos.

Por outro lado, outro fator envolvido nas características e qualidade dos biscoitos é a presença de grande quantidade de gordura, o que torna esses produtos mais suscetíveis à oxidação lipídica, reduzindo seu prazo de validade e / ou resultando na necessidade de adição de uma substância antioxidante, geralmente sintética (KONG, SINGH, 2016).

Assim, o desenvolvimento de biscoitos com um alto valor nutritivo agregado tem sido uma nova tendência entre a indústria alimentícia, tendo ainda um maior interesse entre a produção de alimentos sem glúten com alto teor de fibra alimentar e boas qualidades nutricionais. Alguns estudos realizados trazem a adição de outros ingredientes a biscoitos dando uma maior opção para a substituição da farinha de trigo (MOLINARI et al., 2017).

Monteiro e colaboradores (2021) produziram biscoitos sem glúten com farinha de banana verde, analisando em seus estudos a dureza, composição química, trazendo como resultado que a farinha de banana verde pode ser utilizada como substituto de ingredientes comerciais para produzir biscoitos sem glúten com alto teor de fibra alimentar e baixo índice glicêmico previsto. Outro estudo como realizado por Vieira e colaboradora (2020), utilizou as farinhas de amaranto enriquecida com farinha baru para a preparação de biscoitos sem glúten, trazendo como resultado uma boa aceitação pela população e um maior valor nutricional em comparação com os biscoitos tradicionais.

## 4. MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.1 Materiais

As amostras de pêssego da cultivar BRS Kampai, foram cultivados na área experimental do Curso de Agronomia - UTFPR, no município de Pato Branco, Paraná, Brasil. O pomar está localizado a uma altitude de 730 m, latitude 26 ° 41'S e longitude 56 ° 07'W e as frutas foram coletadas em outubro de 2020.

Os tubérculos de inhame da espécie *Dioscorea cayennensis* e demais ingredientes utilizados na formulação dos biscoitos foram obtidos no comércio local na cidade de Pato Branco, Paraná.

### 4.2 Métodos

Visando a caracterização dos cookies, bem como gerar uma alternativa para aplicação tecnológica em alimentos das farinhas de inhame e pêssego, ambas foram avaliadas quanto as suas características físico-químicas e potencial antioxidante. A obtenção e elaboração das farinhas e dos respectivos cookies seguem descritas nos tópicos a seguir.

#### 4.2.1 Obtenção das farinhas

As amostras de inhame foram descascadas e picadas em tamanhos de no máximo 1 cm de espessura e secos em estufa com circulação de ar (VULCAN, modelo EESCRAF-90D) a 45°C por 48 h. O material seco foi transferido para um dessecador até atingir 25°C, para então ser triturado em um liquidificador. A farinha obtida foi então armazenada em sacos plásticos selados sob refrigeração (10°C).

Já em relação aos frutos de pêssego, os mesmos foram lavados em água corrente e imersos solução de hipoclorito de sódio a 200 ppm durante 30 min. Após enxaguar e drenar o excesso de água, os frutos foram descascados manualmente e a polpa foi liofilizada em liofilizador modelo L101 - LIOTOP, São Carlos, Brasil. Após a liofilização, as amostras foram liquidificadas e armazenados em sacos plásticos selados sob refrigeração.

#### 4.2.2 Elaboração dos *cookies*

Quatro formulações de biscoitos foram elaboradas conforme mostrado na tabela 1. Uma formulação de controle, contendo apenas farinha de inhame (F1), duas formulações contendo variações nas quantidades de pêssego (10 e 20% em relação à quantidade de farinha de inhame) (F2 e F3 respectivamente) e uma formulação contendo o antioxidante sintético TBHQ (sem farinha de pêssego) (F4). A farinha de pêssego foi adicionada com o intuito de atuar como um antioxidante natural e assim substituir o uso de antioxidantes sintéticos.

**Tabela 1- Formulações usadas no preparo dos biscoitos com inhame e farinha de pêssego.**

Ingredientes	F1	F2	F3	F4
Farinha de inhame (g)	50	45	40	50
Farinha de pêssego (g)	0	5	10	0
Açúcar refinado (g)	25	25	25	25
Gordura vegetal (g)	15	15	15	15
Ovo (g)	40	40	40	40
Fermento químico (g)	1,5	1,5	1,5	1,5
Sal (g)	0,8	0,8	0,8	0,8
TBHQ** (g)	-	-	-	0,003

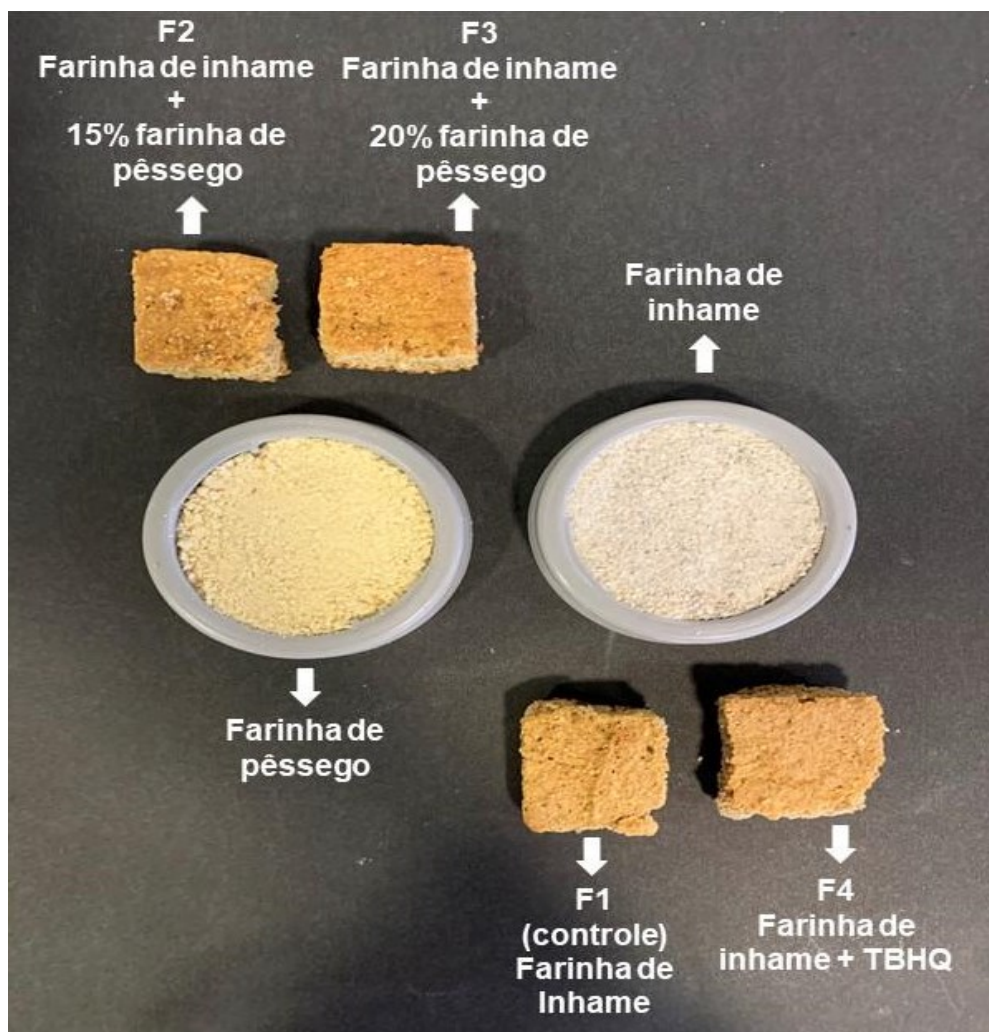
F1: Formulação controle contendo 100% farinha de inhame, F2: Formulação contendo 10% de farinha de pêssego, F3: Formulação contendo 20% da farinha de pêssego e F4: Formulação contendo o antioxidante sintético TBHQ. Tert-butilhidroquinona (TBHQ) - Valor equivalente a 0,02% da gordura vegetal.

Para o preparo da massa dos biscoitos, uma batedeira doméstica foi utilizada e a adição dos ingredientes seguiu a seguinte ordem: primeiro o açúcar e a gordura vegetal foram homogeneizados por um período de 2 min, em seguida os ovos foram adicionados e homogeneizados por mais 1 minuto. Após esta etapa, as respectivas farinhas (inhame e/ ou pêssego) foram adicionados de acordo com a formulação descrita na tabela 1. Na formulação F4, o TBHQ foi adicionado e homogeneizado por mais 1 minuto. Para finalizar, o fermento e o sal foram adicionados e homogeneizados. A massa foi disposta em uma

assadeira de alumínio com medidas aproximadas de 34,5 cm de comprimento, 23,5 cm de largura e 4,5 cm de altura.

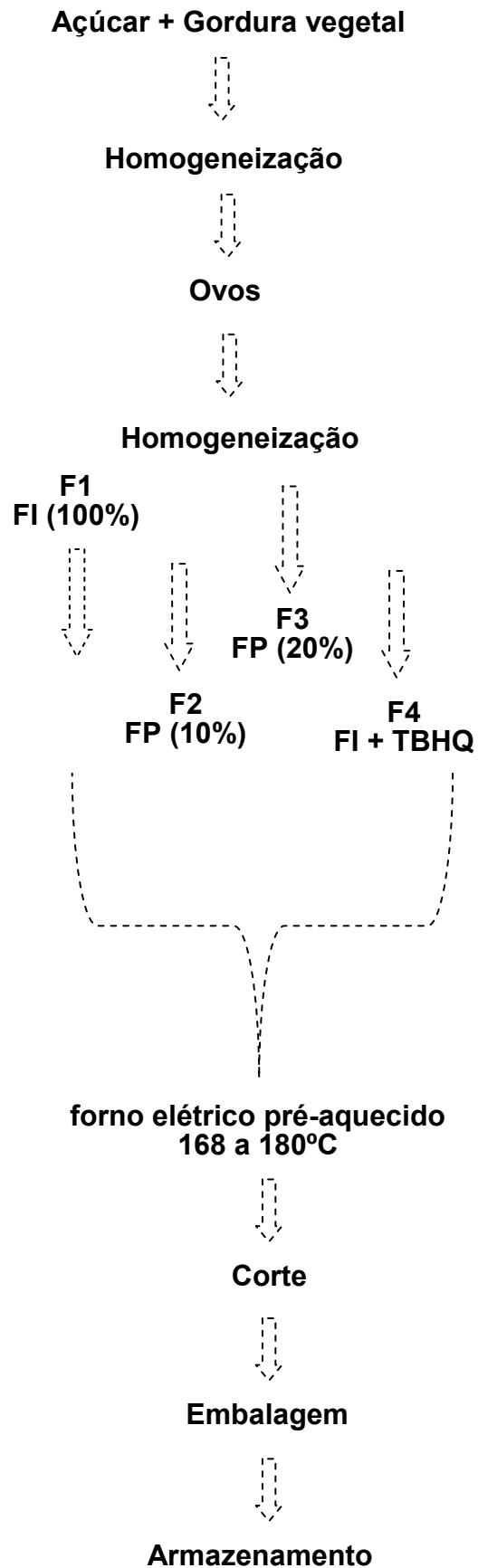
Todas as formulações foram assadas em forno elétrico pré-aquecido 168 a 180°C, em uma assadeira de alumínio com formato retangular forrada com papel manteiga, por um período de 1 hora. Decorrido o tempo, a massa foi removida e os biscoitos cortados no formato quadrado com as mesmas dimensões (3 por 3 cm) e, em seguida, embalados e armazenado

Os biscoitos de cada formulação foram embalados de duas formas diferentes: uma embalada na ausência de luz, com folha de alumínio e sacos plásticos de polietileno, e a outra armazenados em apenas sacos plásticos de polietileno, totalizando oito tratamentos. Todas as amostras foram armazenadas por um período de 60 dias e analisados a cada vinte dias, totalizando quatro pontos de análise 0, 20, 40 e 60 dias. O processo de fabricação dos *cookies* ocorreu conforme representado no fluxograma abaixo (figura 5).



**Figura 4-** Formulações dos biscoitos e farinhas de pêssego e inhame. Fonte: autoria própria.





**Figura 5** – Fluxograma da elaboração dos biscoitos  
Fonte: autoria própria.

#### 4.2.3 Análise físico-química

As farinhas de pêssego e inhame e as quatro formulações de biscoitos foram caracterizadas quanto à composição centesimal. A determinação da composição centesimal dos biscoitos foi realizada com o objetivo de caracterizar cada formulação no dia do processamento.

As análises de composição centesimal foram: umidade, cinzas, proteínas, lipídios e fibras (fibras em detergente neutro - FDN e fibras em detergente ácido - FDA) conforme descrito por A.O.A.C (2005). O teor de carboidratos foi determinado por diferença. Os resultados da composição centesimal foram expressos em porcentagem (%). O valor energético total (valor calórico) foi calculado e estimado utilizando fatores de quantificação de calorias de 4, 9 e 4 kcal, respectivamente, para proteína, gordura e carboidrato.

Os biscoitos foram submetidos a análise de cor em um colorímetro (CR 400, Konica Minolta, Tokyo, Japão). Este método usa coordenadas cartesianas para calcular os atributos cromáticos em um espaço de cores. O espaço de cores é baseado em uma representação cartesiana sequencial ou contínua com três eixos ortogonais: L, a\* e b\*. Foram registrados os três valores das coordenadas: L para a luminosidade (do preto ao branco), a\* (do verde ao vermelho) e b\* (do azul ao amarelo). Além disso, a coordenada C (croma ou saturação relativa) (equação 1) e o ângulo Hue (H) que representa o ângulo de tonalidade da cor (equação 2).

$$c = \sqrt{\quad} \quad (1)$$

$$h = \arctan \frac{b}{a} \quad (2)$$

A atividade de água (Aw) dos biscoitos foi determinada pelo analisador de atividade de água de bancada (Labmaster - Novasiana AG). A acidez total titulável e teor de sólidos solúveis. Para a determinação do teor de sólidos solúveis foi utilizado refratômetro digital da marca AKSO e os valores foram expressos em °Brix, a acidez total titulável (ATT) pelo método alcalimétrico, utilizando-se como indicador fenolftaleína a 1% e como titulante a solução de

NaOH 0,1N, sendo os resultados expressos em % (ácido cítrico por 100 g de amostra).

Por fim, a análise da textura dos biscoitos foi realizada por meio do Texturômetro TA.XT2 (Stable Micro System, Hasleme, Inglaterra), com sonda de teste de 2 mm de diâmetro. Os resultados foram expressos em Newton (N).

#### 4.2.4 Determinação da estabilidade oxidativa dos biscoitos

##### 4.2.4.1 Substância reativa ao ácido tiobarbitúrico - TBARS

O teor de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) foi determinado seguindo o método proposto por Vyncke (1970) com pequenas adaptações. A análise do ácido 2-tiobarbitúrico se baseia na reação entre o ácido com os produtos de decomposição da reação de oxidação dos lipídeos. O malonaldeído é o principal composto formado durante a oxidação, assim a molécula de malonaldeído reage com duas moléculas de ácido 2-tiobarbitúrico, formando um complexo de coloração avermelhada, observada no comprimento de onda de 538 nm.

Para a extração dos aldeídos das amostras, foi preparada uma solução de ácido tricloroacético (TCA) 7,5% (m / v), contendo 0,1% (m / v) de galato de propila e 0,1% (m / v) de EDTA. 2,5 gramas de cada formulação de biscoito foram previamente triturados e dissolvidos em 25 mL de TCA em tubos Falcon de 50,0 mL, sendo agitados vigorosamente por 1 min em um agitador de tubos de tipo Vortex. A seguir, a amostra foi filtrada e 4 mL do filtrado foram colocados em um tubo com tampa de rosca contendo 1 mL de TCA 7,5% e 5 mL de TBA 0,02 mol L<sup>-1</sup>. Os tubos com as amostras foram homogeneizados e colocados em banho-maria a 95°C por 40 min. Uma solução em branco foi preparada com 5 mL de TBA e 5 mL de TCA. Após o tempo de incubação, os tubos foram resfriados em banho de gelo e a absorbância das amostras lidas a 538 nm em espectrofotômetro (Femto UV 2000, São Paulo, Brasil). Para determinar o teor de malonaldeído (MDA) produzido durante a reação, foi construída uma curva de calibração com o padrão 1,1,3,3-tetrametoxipropano (TMP). Os resultados foram expressos em mg MDA kg<sup>-1</sup>.

#### 4.2.4.2 Acidez

A acidez do produto foi determinada seguindo o método descrito por Kim et al. (2018) e expressa em %. Esse método é baseado pelo método alcalimétrico, utilizando-se como indicador fenolftaleína a 1% e como titulante a solução de NaOH 0,1N, sendo os resultados expressos em % (ácido cítrico por 100 g de amostra).

#### 4.2.5 Compostos fenólicos e atividade antioxidante

Para determinar o teor de compostos fenólicos e a atividade antioxidante da farinha e dos biscoitos, primeiramente foi obtido um extrato das amostras. Pesou-se 0,5 g da amostra e adicionou-se 10 mL de etanol a 80%, homogeneizando-se em vórtex. Em seguida, as amostras foram colocadas em banho-maria a 60 °C por uma hora sob agitação, centrifugadas a 10.000 rpm por 15 minutos, obtendo-se o sobrenadante como extrato. O CFT dos extratos foi determinado usando o método Folin Ciocalteu conforme descrito por Singleton et al. (1999). A absorvância do extrato foi medida a 740 nm em espectrofotômetro (UV – Vis Bel Photonics, 2000 Piracicaba, Brasil) e expressa em mg EAG g<sup>-1</sup> (EAG: equivalente em ácido gálico).

A atividade antioxidante pelo método ABTS<sup>+</sup> foi realizada de acordo com a metodologia descrita por Re et al. (1999). A absorvância foi medida a 734 nm e os resultados expressos em amostra mM ET g<sup>-1</sup> (ET: Equivalente ao Trolox).

O FRAP dos extratos foi determinado pelo procedimento descrito por Pulido et al. (2000), com base na capacidade do antioxidante em reduzir Fe<sup>+3</sup> a Fe<sup>+2</sup>, na presença de 2,4,6-tri (2-piridil) 1,3,5-triazina (TPTZ). As leituras de absorvância foram realizadas em espectrofotômetro a 595 nm. Os resultados foram expressos em mM ESF g<sup>-1</sup> (ESF: Equivalente em sulfato ferroso).

#### 4.2.6 Identificação de compostos metabólicos na farinha de pêssego

Análise por cromatografia líquida de alta eficiência foi realizada em amostras de pêssego para identificar os compostos presentes na cultivar de pêssego, a qual foi utilizada na preparação dos biscoitos. Foi utilizado um cromatógrafo Shimadzu Nexera X2, com controlador: CBM 20A, bombas: LC-

30AD, forno de coluna CTO-30A e amostrador automático SIL-30AC. A coluna usada foi uma C18 (75 × 2,0 mm id; 1,6 µm Shim-pack XR-ODS III) com volume de injeção de 3 µL. A fase móvel utilizada foi H<sub>2</sub>O pura como Solução A e acetonitrila como Solução B seguindo o seguinte gradiente de eluição: 5% B 0-2 min, 30% B 2-3 min, 95% B 3-10 min, mantido em 95% B 10-14 min, e 5% B 14-15 min, a 40 °C. Para a espectrometria de massa de alta resolução, foi utilizado o espectrômetro Bruker IMPACT II com fonte de ionização eletrospray (ESI), analisador: quadrupolo-tempo de voo (Q-TOF) e detector: placa multicanal (MCP). Tensão capilar: 4500 V, calibrante: formato de sódio (10 µM). Gás: 8 L min<sup>-1</sup> a 200 °C, pressão: 4 bar. Gás de colisão: argônio (Ar) e energia de colisão: 10-45 eV.

#### 4.2.7 Análise estatística

Os dados obtidos no estudo foram avaliados por meio do software Statistica 14.0.0.15 TIBCO. Foram avaliadas a normalidade e homogeneidade das variâncias. Os resultados foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA) e teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ) para comparação entre as médias das formulações e entre os dias de armazenamento. A ausência e presença de luz foram comparadas utilizando teste *t* ( $p \leq 0,05$ ). Os resultados foram expressos como média ± desvio padrão.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Caracterização físico-química e potencial antioxidante das farinhas de inhame e pêssego

As farinhas de inhame e de pêssego - FI e FP, respectivamente, foram inicialmente submetidas a caracterização físico-química (Tabela 2). Até o momento, não há relatos na literatura sobre a composição centesimal da cultivar de pêssego BRS Kampai.

Neste estudo, a determinação da umidade em ambas as farinhas foi inferior a 15%, valor estipulado pela legislação brasileira, como valor limite para farinhas (Brasil, 2005). O teor de cinzas da FI foi de 7,67% e para FP foi encontrado 6,54%. O teor de cinzas encontrado na FI foi superior ao teor de cinzas encontrado por Carlos et al. (2020) em inhame cru, porém semelhante aos teores de cinzas encontrado por Yashiki e Triboli (2018) em farinha de inhame obtida pelo processo de pulverização. Já, o teor de cinzas da farinha de pêssego foi superior ao encontrado em outros estudos (MIHAYLOVA et al., 2021; ZAMAN et al., 2013). É importante considerar que essas variações nos teores de cinzas, assim como as demais variáveis físico-químicas aqui avaliadas, podem estar relacionadas a diferentes cultivares, condições de cultivo e fatores edafoclimáticos.

A farinha de inhame apresentou teor de proteínas e lipídios de 1,93% e 1,24% respectivamente. Esses resultados estavam em concordância aos descritos por Padhan e Panda (2020) e Carlos et al. (2020) para inhame. A farinha de pêssego apresentou um teor de lipídios de 0,17% e estavam de acordo com os estudos de Altaf et al. (2020), o qual realizou a caracterização da farinha de pêssego da cultivar *prunus pérsica*. Quanto ao teor de fibras, a FI apresentou valores superiores tanto para fibra neutra quanto para fibra ácida em relação ao pêssego, sendo 16,48 % e 3,88% respectivamente.

SST e acidez são variáveis significativamente importantes, principalmente para a qualidade e aplicação de pêssegos em diferentes produtos, como sucos e geleias, razão pela qual a maioria dos estudos se restringe a essas análises.

Sua importância está fortemente relacionada ao impacto sensorial e até tecnológico causado a quem vai consumir e / ou produzir produtos a partir dessas frutas (RAWANDOOZI et al., 2020). O teor de sólidos solúveis totais obtidos para o FP foi de 11,75 e acidez de 3,01%, resultados semelhantes aos encontrados para esta mesma cultivar em estudos de Barreto et al. (2019) e Farias et al. (2019).

A Aw é uma variável de significativa importância a ser avaliada em produtos farináceos, devido ao seu controle de qualidade e estabilidade microbiológica. Por se tratarem de matrizes utilizadas neste estudo como farinhas, as medidas foram, obtendo-se valores de 0,397 para FI e 0,205 para FP. Os valores aqui encontrados estão de acordo com outros estudos com farinhas vegetais como farinha de casca de maracujá (WENG et al., 2020; GARCIA et al., 2020). A variação causada entre as farinhas está intrinsecamente ligada aos seus constituintes, nos quais normalmente alimentos com maior quantidade de osmólitos, como os açúcares livres, tendem a interagir com a água, diminuindo a água livre, reduzindo assim os valores encontrados para essa variável. Esse fato está de acordo com o que já foi relatado para inhames e pêssegos, nos quais os inhames são compostos em sua maioria por substâncias mais complexas como o amido (JAYAKODY et al., 2007), ao contrário dos pêssegos, que apresentam teores mais elevados de açúcares livres (VIMOLMANGKANG et al., 2016).

O teor de CFT e atividade antioxidante foram avaliados nas matérias-primas foco deste estudo (FI e FP), pois a presença de compostos fenólicos com atividade antioxidante em alimentos podem ser relacionados a vários benefícios à saúde, como a prevenção de doenças crônicas não transmissíveis, como diabetes, doenças cardiovasculares e até câncer, quando consumidos na dieta (WANG et al., 2020). O conteúdo de CFT encontrado para FP foi 5,58 mg EAG g<sup>-1</sup> maior do que o encontrado na FI (3,40 mg EAG g<sup>-1</sup>). Esses valores foram semelhantes aos encontrados para inhame (CORNAGO et al., 2011) e polpa de pêssego (MOKRANI e MADANI, 2016). Esses compostos em plantas pertencem ao metabolismo especializado e atuam principalmente na defesa contra estresses bióticos e abióticos (SHARMA et al., 2019, TAK e KUMAR, 2020). Seu potencial antioxidante tem sido explicado em função da presença de hidroxilas e

do anel aromático (VUOLO et al., 2019). Fatores que reforçam a importância de serem determinados neste estudo.

A atividade antioxidante foi determinada por dois métodos distintos, com o objetivo de garantir maior confiabilidade e amplitude de compostos com este potencial, visto que os métodos escolhidos ABTS e FRAP possuem mecanismos de ação distintos, complementando-se em resposta (FLOEGEL et al., 2011; BISKUP et al., 2013). Devido a esse fator, as variações na quantidade encontrada são justificadas justamente pela variabilidade e amplitude dos compostos que interagem com cada método/ radical.

Os valores de ABTS foram 10,93 mM TE g<sup>-1</sup> para FI e 21,18 mM TE g<sup>-1</sup> para FP. Valores semelhantes aos do presente estudo já foram relatados por Pereira et al., 2017 para inhame e por Vaio et al., 2008 para pêssego. Um dos resultados que se destacam na tabela 2 são os valores obtidos para a atividade antioxidante pelo método FRAP, que consiste em reduzir Fe<sup>3+</sup> a Fe<sup>2+</sup> via metabólito antioxidante envolvido na reação (BISKUP et al., 2013). A atividade antioxidante da FP pelo método FRAP foi 4 vezes maior ao da FI. Neste estudo, a FP apresentou valor de 90,43 mM ESF g<sup>-1</sup> enquanto que a atividade antioxidante da FI foi de 21,29 mM ESF g<sup>-1</sup>. Essas variações podem estar relacionadas aos diferentes compostos presentes em cada matriz. Os compostos responsáveis por essa atividade antioxidante podem ser compostos fenólicos, carotenóides, vitamina C e até mesmo enzimas antioxidantes (ZHANG et al., 2020).



**Tabela 2. Análise descritiva da farinha de inhame e pêssego e suas respectivas médias e desvios-padrão das diferentes variáveis avaliadas. Compostos fenólicos totais (TPC) (mg EAG g<sup>-1</sup>), atividade antioxidante por métodos ABTS (mM ET g<sup>-1</sup>) e FRAP (mM ESF g<sup>-1</sup>).**

Variáveis	Farinha de inhame (FI)	Farinha de pêssego (FP)
Umidade (%)	7,54±0,25	6,55±0,27
Cinzas (%)	7,67±0,06	6,54±0,13
Proteínas (%)	1,93±0,04	ND*
Lipídios (%)	1,24±0,02	0,17±0,01
Fibra Neutra (%)	16,48±0,16	4,47±0,06
Fibra Ácida (%)	3,88±0,04	2,87±0,05
SST (°Brix)	7,5±0,50	11,75±0,25
Aw	0,397±0,001	0,205±0,028
Acidez	1,31±0,16	3,01±0,36
TPC	3,40±0,04	5,58±0,03
ABTS	10,93±0,44	21,18±0,68
FRAP	21,29±0,37	90,43±5,66

Média ± desvio padrão (n=3). \*ND não detectável. EAG: Equivalente em ácido gálico. ET: Equivalente em Trolox. ESF: Equivalente em Sulfato Ferroso. SST: Sólidos Solúveis Totais.

A determinação do potencial antioxidante, principalmente da FP, é de significativa importância para este estudo, pois consideramos em nossa hipótese que sua adição apresentaria um efeito semelhante ou melhor a um antioxidante sintético, neste estudo o TBHQ. Desta forma para uma melhor compreensão dos resultados, essas análises são necessárias, considerando que este antioxidante possui uma estrutura fenólica, decidimos investigar um pouco mais sobre alguns compostos putativos a serem encontrados nesta cultivar de pêssego por meio de cromatografia de massa acoplada.

O conteúdo de compostos metabólicos, principalmente compostos fenólicos identificados neste estudo, pode ser visto na Tabela 3. Quando a busca por compostos de modo de ionização positivo foi realizada, encontramos quatro metabólitos supostamente importante, sendo eles o ácido quínico, ácido clorogênico, 7-hidroxicumarina e epicatequina. Por se tratar de uma análise putativa, nos restringimos a compostos com erro inferior a 10 para maior confiabilidade.

Tabela 3. Compostos metabólicos detectados em extrato etanólico de farinha de pêssego por UHPLC-HRMS / MS.

Nome	Fórmula	Exatidão experimental[M+H] <sup>+</sup>	RT	eV	Fragmentos	Error (ppm)
Ácido quínico	C <sub>7</sub> H <sub>12</sub> O <sub>6</sub>	193,0696	1.86	29.3	83.0482 (100); 111.0432 (57.1)	5.4
Ácido clorogênico	C <sub>16</sub> H <sub>18</sub> O <sub>9</sub>	355,1005	4.61	40.8	163.0380 (100); 135.0428 (36.5)	4
7-hidroxicumarina	C <sub>9</sub> H <sub>6</sub> O <sub>3</sub>	163.0383	4.65	26.3	89.0375 (100); 117.0327 (36.9)	4.3
Epicatequina	C <sub>15</sub> H <sub>14</sub> O <sub>6</sub>	291.0849	4.71	39.1	123.0431 (100); 139.0380 (85.2)	4.7

Neste estudo, quatro compostos foram encontrados na FP. Entre eles, o ácido clorogênico, 7-hidroxicumarina, epicatequina e o ácido quínico. Em geral, esses compostos estão relacionados principalmente ao sistema de defesa das plantas e responsáveis pela atividade antioxidante (VUOLO et al., 2019). A 7-hidroxicumarina é uma cumarina e já foi relatada como um dos principais compostos responsáveis pelo aroma de algumas frutas, tais como pêssego, acerola e entre outros (NIU et al., 2021). A epicatequina é um composto da classe dos flavonoides e já foi identificada em pêssegos por estudos realizados por Guo et al. (2020a) utilizando pêssegos coletados em Pequim na China, no ano de 2017. A epicatequina, é o composto responsável pela pigmentação de muitas frutas e vegetais e também é um dos principais flavonoides encontrados nos pêssegos e é considerada um potente antioxidante com benefícios à saúde (PRAKASH et al., 2019).

Segundo estudo de Guo et al. (2020a), o ácido clorogênico é um dos principais compostos encontrados em pêssegos maduros, e um dos responsáveis por aproximadamente 70% do teor de compostos fenólicos em pêssegos. Em geral, os compostos fenólicos do pêssego apresentam inúmeros benefícios à saúde, sendo muito importantes para a saúde humana, pois podem prevenir doenças crônicas, melhorar a função imunológica, proteger contra aterosclerose, hipertrofia cardíaca, além de melhorar doenças cardiovasculares, tumores e câncer (FUSI et al., 2020). Por ionização negativa, foram encontrados compostos da classe dos flavonoides e também da classe das flavonas. As flavonas são metabólitos secundários da classe dos flavonoides e também possuem função antioxidante (KHAN et al., 2020).

## 5.2 Caracterização da composição centesimal em biscoitos

Levando em consideração as propriedades nutricionais das FI e da FP e principalmente pela presença de compostos fenólicos com elevado potencial antioxidante, a FP foi utilizada como um antioxidante natural em biscoitos contendo farinha de inhame. Neste sentido, quatro formulações de biscoitos foram elaboradas e caracterizadas quanto à composição centesimal e valor calórico (Tabela 4) no dia do processamento dos biscoitos.

**Tabela 4 – Resultados médios da análise físico-química (%) e energia (kcal) de biscoitos contendo inhame e farinha de pêssego.**

Variáveis	F1	F2	F3	F4
Umidade	10,85±0,02 <sup>c</sup>	11,55±0,06 <sup>a</sup>	11,50±0,06 <sup>a</sup>	11,13±0,09 <sup>b</sup>
Cinzas	3,83±0,05 <sup>ab</sup>	3,72±0,16 <sup>b</sup>	3,64±0,10 <sup>b</sup>	3,97±0,02 <sup>a</sup>
Proteínas	7,60±0,25 <sup>a</sup>	7,21±0,20 <sup>a</sup>	7,46±0,43 <sup>a</sup>	7,66±0,22 <sup>a</sup>
Lipídeos	16,50±0,16 <sup>c</sup>	16,51±0,03 <sup>c</sup>	17,01±0,22 <sup>b</sup>	17,87±0,23 <sup>a</sup>
FDN	24,09±1,17 <sup>a</sup>	22,60±0,64 <sup>b</sup>	18,68±0,15 <sup>c</sup>	23,83±0,84 <sup>b</sup>
FDA	2,41±0,17 <sup>a</sup>	1,94±0,11 <sup>b</sup>	2,42±0,08 <sup>a</sup>	2,27±0,11 <sup>a</sup>
Carboidratos	34,73±0,91 <sup>bc</sup>	36,10±0,54 <sup>b</sup>	38,17±0,04 <sup>a</sup>	32,90±1,08 <sup>c</sup>
Energia	317,82	321,83	335,61	323,07

F1: Formulação controle contendo 100% farinha de inhame, F2: Formulação contendo 10% de farinha de pêssego, F3: Formulação contendo 20% da farinha de pêssego e F4: Formulação contendo o antioxidante sintético TBHQ. FDN: Fibra detergente neutra. FDA: Fibra detergente ácida. Média ± desvio padrão ( $n=3$ ). Letras diferentes na mesma linha diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

A avaliação do teor de umidade é necessária pois a quantidade de água presente influencia diretamente na conservação e estabilidade química e microbiológica dos alimentos. Os valores de umidade variaram de 10,85 a 11,55%. Os biscoitos contendo farinha de pêssego (F2 e F3) apresentaram maiores teores de umidade e diferiram estatisticamente das demais formulações. O menor teor de umidade foi encontrado nos biscoitos oriundos da formulação controle (F1). No entanto, todas as formulações estavam dentro dos padrões estabelecidos pela legislação brasileira, que preconiza um valor máximo de 14% p / p para biscoitos (BRASIL, 1978). Segundo Pathak et al. (2016), a variação na composição química entre as diferentes formulações pode decorrer dos constituintes presente em cada uma delas. As formulações contendo a farinha de pêssego, podem trazer consigo maiores quantidades de açúcares livres que as formulações F1 e F4.

As formulações de biscoitos contendo uma maior quantidade de farinha de inhame (F1 e F4) apresentaram maiores teores de cinzas 3,89% e 3,97% respectivamente e não diferiram estatisticamente entre si pelo teste de Tukey. Esse resultado já era esperado, uma vez que o teor de cinzas da farinha de inhame apresentado na Tabela 2, mostrou um teor de cinzas maior que o da

farinha de pêssego. Além disso, segundo Dias et al. (2020) o inhame apresenta uma riqueza em minerais como fósforo, potássio, cálcio e ferro.

Conforme demonstrado na tabela 4, com exceção do teor de proteína, as demais variáveis apresentaram variação significativa entre as formulações. O teor de proteína apresentou, em média, valores próximos a 7,5% nas 4 formulações de biscoitos. Assim, considerando os resultados expressos na tabela 4, os biscoitos podem ser descritos como "fonte" de proteína, conforme Resolução RDC nº 54, de novembro de 2012 (BRASIL, 2012), que regulamenta as informações nutricionais complementares nos alimentos, e ou seja, para cada 100 g de produto, são considerados fontes proteicas produtos que contenham no mínimo 6 g de proteína em 100 g de produto.

O teor de lipídios e de açúcares nos biscoitos apresentaram valores entre 16,50 - 17,87% e 32,90 - 38,17% respectivamente. Os biscoitos da formulação F4 apresentaram os maiores teores de lipídeos totais (17,87%) e diferiram estatisticamente entre as demais formulações. No entanto, os biscoitos da formulação que contém maior percentual de pêssego (F3) apresentaram o maior teor de açúcar diferindo estatisticamente das demais formulações. Esses resultados estão de acordo com a caracterização apresentada para a farinha de pêssego descrito na Tabela 2.

O valor energético dos biscoitos também foi demonstrado na Tabela 4, sendo que a formulação F3 apresentou maior valor calórico, o que pode estar relacionado à maior quantidade de açúcares, uma vez que esse macronutriente é muito expressivo no valor calórico total dos alimentos. No entanto, apesar dessa diferença, é necessário considerar os demais fatores envolvidos e os benefícios que a adição de FP pode trazer a este produto (informações detalhadas nos próximos tópicos). Contudo, nosso estudo carece de dados comparativos, uma vez que não há registros na literatura de biscoitos feitos com FI e FP.

Com base nos resultados da análise das fibras, foi possível identificar uma diferença significativa, onde a formulação F1 apresentou maior quantidade de fibra (24,09% e 2,41% respectivamente para FDN e FDA).

Após essa etapa, os biscoitos oriundos das quatro formulações foram submetidos a duas condições distintas de armazenamento e embalagem. Uma na presença e outra na ausência de luz, totalizando oito tratamentos. Desta

forma, complementando as análises de composição centesimal, os parâmetros de cor, textura e atividade de água dos biscoitos foram avaliados durante 60 dias de armazenamento à temperatura ambiente e com um período de avaliação a cada vinte dias. Análise estatística apropriada foi realizada para obter um melhor entendimento entre as quatro formulações dos biscoitos armazenados na presença e na ausência de luz ao longo dos 60 dias de armazenamento à temperatura ambiente. Desta forma, as determinações de cor para todos os componentes ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ , Hue, e C) foram realizadas nos biscoitos contendo FI e FP, em todos os tratamentos e suas médias analisadas através do teste de Tukey e teste  $t$ . Os resultados estão apresentados na Tabela 5.

Um dos aspectos mais importantes e influentes na escolha de um produto a ser consumido é o aspecto visual. Diante disso, a cor de um alimento se destaca (WROLSTAD e SMITH, 2017). Quando em produtos assados, a maioria passa por um processo de cozimento que, dependendo dos constituintes, leva a possíveis alterações na cor, sendo a principal reação a de Maillard (SPORIN et al., 2018). Portanto, a constituição de aminoácidos e açúcares redutores é extremamente influente para a ocorrência de tal reação (LUND e RAY; 2017). Essa reação não enzimática é comum no processo de preparação dos biscoitos, levando a uma mudança de coloração durante o cozimento. Os resultados da análise de cor podem ser vistos na tabela 5.

Inicialmente, em relação ao brilho/luminosidade dos biscoitos, os valores em geral situavam-se entre 42,21 a 49,35. Os valores de  $L^*$  para o tratamento com adição de 20% em FP (F3) não mostrou diferença significativa durante os 60 dias de armazenamento na presença de luz, mostrando que a adição de 20% de farinha de pêssego não interferiu neste parâmetro. Entretanto, a formulação F3 a qual continha 20% de FP apresentou os menores valores de  $L^*$  tanto na ausência como na presença de luz, durante todo o tempo de armazenamento. Esse resultado pode ser devido ao maior teor de carboidratos (possivelmente açúcares livres, monossacarídeos e dissacarídeos) na composição dos biscoitos. Devido a presença de aminoácidos e dos açúcares redutores, ao passar os biscoitos por um processo de aquecimento, promoveu-se a reação de Maillard e consequente formação de melanoidinas, as quais são responsáveis pela coloração escura dos biscoitos (STAROWICZ e ZIELINSKI, 2019).

Quanto ao valor de  $a^*$  (vermelho), não houve diferença significativa na intensidade da coloração vermelha dos biscoitos, tanto na comparação das diferentes formulações como ao longo do tempo de armazenamento, principalmente para os biscoitos armazenados na ausência de luz. Entretanto, cabe destacar, que nos biscoitos das formulações F1 e F4 as quais continham apenas F1, houve uma redução nos valores ( $a^*$ ) durante o período de estocagem das amostras armazenadas na presença de luz, mostrando serem instáveis na manutenção da sua coloração.

Os parâmetros  $a$  e  $b$ , que indicam respectivamente (-) verde (+) vermelho e (-) azul (+) amarelo, apresentaram um comportamento semelhante entre as amostras. Sendo que a variável qualitativa  $a^*$  variou de 8,60 a 11,85 e 26,58 a 31,29 para  $b$ , e para ambas as formulações, podendo-se destacar F3, seguida de F2, que apresentaram valores maiores em comparação principalmente com F1 seguida de F4. Esse resultado corrobora aquele obtido pela luminosidade, em que valores mais elevados correspondem a uma tonalidade mais próxima do vermelho e do amarelo, tanto em decorrência de reações de cozimento quanto de escurecimento. Em relação ao croma, nota-se pouca variação com valores em geral entre 68,58 a 71,58, com tendência a maior saturação também para os biscoitos das formulações F3 e F4. Outros estudos com a preparação de biscoitos e / ou outros assados mostraram resultados semelhantes para essas variáveis (LEIVA-VALENZUELA et al., 2018; MUNDT e WEDZICHA, 2007).

A textura dos biscoitos é um fator que, assim como a cor, interfere na aceitação dos produtos pelo consumidor, sendo considerada uma característica fundamental para a aceitação dos biscoitos. O texturômetro usado para avaliar a força necessária para fazer o biscoito quebrar, simula a ação de mastigar. Assim, para os biscoitos, valores menores de dureza e fraturabilidade costumam ser interessantes. A dureza pode ser afetada pelos ingredientes da formulação, por exemplo: a quantidade de açúcares, gorduras, emulsificantes, glúten e a qualidade da farinha (AZEVEDO et al., 2015).

Nesse sentido, em relação aos resultados da análise de textura, também expressos na tabela 5, foi possível identificar que, em geral, as amostras F3 e F4 diferiram das demais, apresentando uma firmeza inferior. Nesses biscoitos, uma maior umidade foi observada ao analisar a composição química, o que possivelmente influenciou na sua textura. Durante os 60 dias de

armazenamento, a firmeza das amostras diminuiu, tornando-as menos firmes ao longo do tempo. Essa redução foi observada tanto na ausência quanto na presença de luz.

Um detalhe a ser destacado é que apesar da amostra F1 apresentar valores maiores de textura no início do armazenamento em relação às demais, esses biscoitos apresentaram uma redução maior ao longo dos 60 dias de armazenamento. As demais formulações, na presença ou ausência de luz, conseguiram manter mais firmeza ao longo do armazenamento. Esses resultados indicam que possivelmente a presença de substâncias antioxidantes, como a própria farinha de pêssego ou o TBHQ levaram a uma melhora na manutenção dessa variável, uma vez que as reações de degradação oxidativa levam a diversas alterações e cascatas de reação resultando em perdas de qualidade dos alimentos (BARRIUSO et al., 2012). Os valores de textura obtidos em geral variaram de 0,82 N (F4 aos 60 dias de armazenamento na presença de luz) a 1,61 N (F1 no dia do processamento na presença de luz). Os valores obtidos são semelhantes a outros estudos com biscoitos (JANOTKOVÁ et al., 2021; BECKER et al., 2014).

Além de avaliar a importância da cor e da textura, a atividade de água ( $A_w$ ) dos biscoitos foi determinada.  $A_w$  é definido por definição como “água disponível, livre e não ligada”, sendo, portanto, um indicador da disponibilidade de água como meio de reação envolvendo reações químicas, enzimáticas e microbiológicas (MALTINI et al., 2003). Portanto, sua determinação é de extrema importância para determinarmos a qualidade em termos de estabilidade de armazenamento e prazo de validade dos produtos.

Em relação à análise da atividade de água, foi possível identificar diferenças significativas entre as amostras e pode-se observar que a atividade de água aumentou ao longo dos 60 dias de armazenamento em ambas condições de armazenagem. Esse aumento pode ser explicado pela absorção de água do ambiente, devido à alta permeabilidade ao vapor de água das embalagens (GLENN et al., 2014). No ponto 0, as formulações F2 e F3 apresentaram maior atividade de água, isso pode ter ocorrido por conterem pêssegos em sua formulação, e por possuírem uma quantidade maior de carboidratos conforme mostrado na tabela 2 acima, esses compostos



apresentam maior higroscopicidade (MOREIRA et al., 2017) levando a uma maior absorção de água.

Após 20 dias de armazenamento, foi possível identificar que todas as amostras diferiram quanto a atividade de água de biscoitos na presença e ausência de luz, sendo que as amostras armazenadas sem a presença de luz apresentaram menor atividade de água. O fato de a ausência de luz ter gerado menores valores de  $A_w$  está possivelmente associado a qualidade da própria embalagem, pois na ausência de luz essas amostras receberam a adição de laminado, que pode ter atuado como barreira não só à luz, mas também reduzindo a permeabilidade e absorção de água do meio ambiente pelas amostras. Em valores, o  $A_w$  variou de 0,555 a 0,669 para F1, 0,550 a 0,604 para F2, 0,588 a 0,606 para F3 e finalmente de 0,546 a 0,575 para F4.

Tabela 5. Valores instrumentais de cor, textura (N) e atividade de água (Aw) em biscoitos armazenados na presença e na ausência de luz durante 60 dias de armazenamento à temperatura ambiente.

		Presença de luz				Ausência de luz			
		0	20	40	60	0	20	40	60
L*	F1	48,67±0,56 a,A	<b>47,15±2,27 a,A</b>	46,61±1,11 a,A	48,90±0,86 a,A	-	<b>49,35±1,140 a,A</b>	45,51±1,97 c A	48,01±1,34 ns
	F2	47,63±0,88 a,A	46,62±1,53 a,A	43,67±1,48 b,B	<b>45,44±0,86 ab,B</b>	-	46,15±1,18 ab,B	44,63±1,69 ab A	<b>46,95±0,88 a</b>
	F3	44,17±2,45 a,B	43,14±2,09 a,B	<b>44,87±1,80 a,AB</b>	45,65±1,44 a,B	-	43,62±1,35 ab,C	<b>42,21±1,38 b B</b>	46,83±1,69 a
	F4	47,86±1,45 a,A	47,97±1,20 a,A	45,19±1,80 a,AB	47,03±2,18 a,AB	-	49,41±1,06 a,A	45,56±1,75 b A	46,81±1,88 b
a*	F1	9,45±0,27 ab,B	<b>9,65±0,53 ab,B</b>	10,12±1,07 a,AB	<b>8,60±0,45 b,C</b>	-	<b>10,75±0,88 a,A</b>	10,00±0,75 a,A	<b>10,70±0,41 a,A</b>
	F2	11,16±1,13 a,AB	10,62±1,38 a, AB	10,21±1,12 a,AB	11,85±0,73 a,A	-	10,78±0,93 a,A	11,16±1,33 a,A	11,08±0,42 a,A
	F3	11,15±0,47 ab,AB	10,93±0,30 ab, AB	11,55±0,87 a,A	<b>10,36±0,34 b,B</b>	-	10,87±0,93 a,A	10,66±1,19 a,A	<b>11,15±0,36 a,A</b>
	F4	10,52±0,69 ab,A	11,32±0,88 a, A	9,39±1,03 b,B	10,38±0,70 ab,B	-	11,53±1,18 a,A	9,74±1,26 a,A	10,50±0,76 a,A
b*	F1	27,45±0,96 ab,B	<b>28,54±0,44 a,AB</b>	27,10±1,54 ab,B	<b>26,58±0,62 b,C</b>	-	<b>27,23±0,69 a,B</b>	27,99±1,00 a,AB	<b>28,61±1,03 a,A</b>
	F2	29,59±1,15 a,A	28,88±0,74 a,AB	<b>29,83±0,49 a,A</b>	28,93±0,52 a,B	-	29,46±0,99 a,A	<b>28,29±1,22 a,AB</b>	29,23±0,65 a,A
	F3	29,80±0,89 ab,A	29,56±0,82 b,A	28,94±1,10 b,A	<b>31,29±0,29 a,A</b>	-	30,09±0,82 a,A	28,94±1,11 a,A	<b>29,00±0,40 a,A</b>
	F4	27,16±0,59 a,B	27,84±1,47 b,C	<b>24,85±0,59 b,C</b>	<b>27,07±0,61 a,C</b>	-	28,07±1,82 a,AB	<b>26,72±1,24 a,B</b>	<b>28,61±0,96 a,A</b>
Hue	F1	29,43±0,83 ab,B	31,08±1,92 a,A	30,48±1,26 a,A	<b>27,42±0,79 b,C</b>	-	29,08±0,81 a,A	29,88±1,43 a,AB	<b>30,63±0,97 a,AB</b>
	F2	31,52±1,40 a,A	30,92±0,50 a,A	<b>31,03±0,96 a,A</b>	31,02±0,99 a,A	-	31,26±1,09 a,A	<b>30,99±1,34 a,A</b>	30,90±0,76 a,A
	F3	31,43±0,71 a,A	31,65±0,74 a,A	<b>31,99±0,49 a,A</b>	31,29±0,29 a,A	-	31,46±1,39 a,A	<b>30,03±1,42 a,AB</b>	31,04±0,48 a,A
	F4	29,21±0,79 ab,B	29,96±1,03 a,A	27,75±1,40 b,B	28,93±0,72 ab,B	-	30,30±2,08 a,A	27,76±1,72 a,B	29,32±0,63 a,B
C	F1	69,60±0,62 a,A	69,10±1,54 a,A	67,79±1,76 a,C	68,72±1,20 a,B	-	69,28±1,51 a,AB	69,98±1,95 a,A	69,82±0,73 a,A
	F2	70,38±1,15 a,A	70,92±0,36 a,A	70,57±1,07 a,AB	70,44±0,62 a,AB	-	69,93±0,75 a,AB	70,23±1,29 a,A	69,99±0,61 a,A
	F3	70,02±2,87 a,A	69,37±2,41 a,A	71,58±1,45 a,A	71,21±1,15 a,A	-	71,30±1,19 a,A	71,26±0,73 a,A	70,06±0,63 a,A
	F4	69,37±0,69 a,A	69,83±1,11 a,A	<b>68,82±1,00 a,BC</b>	69,26±1,64 a,AB	-	68,58±1,21 a,B	<b>70,69±1,36 a,A</b>	69,39±0,67 a,A
N	F1	1,61±0,09 a,A	1,52±0,20 a,A	<b>1,07±0,04 b,AB</b>	1,04±0,25 ab,A	-	1,55±0,55 a,A	<b>1,48±0,19 a,A</b>	1,01±0,10 b,A
	F2	1,48±0,13 a,A	1,33±0,11 a,A	1,26±0,11 a,A	1,23±0,53 a,A	-	1,26±0,08 a,B	1,34±0,13 a,AB	1,07±0,07 b,A
	F3	1,21±0,09 a,B	1,16±0,18 a,B	1,24±0,11 a,A	1,09±0,14 a,A	-	1,26±0,05 a,B	1,09±0,10 a,BC	1,08±0,06 a,A
	F4	1,25±0,09 a,B	<b>0,95±0,04 b,B</b>	0,95±0,21 b,B	0,82±0,11 b,A	-	<b>1,24±0,18 a,AB</b>	1,05±0,25 ab,C	0,95±0,16 b,A
Aa	F1	0,555±0,001 c,B	<b>0,624±0,002 b,B</b>	<b>0,626±0,003 b*A</b>	<b>0,669±0,001 a,A</b>	-	<b>0,578±0,001 c*B</b>	<b>0,602±0,001 b.A</b>	<b>0,632±0,002 a.A</b>
	F2	0,550±0,001 d,C	<b>0,586±0,001 c,A</b>	<b>0,646±0,001 a*C</b>	<b>0,604±0,001 b,C</b>	-	<b>0,568±0,01 b*C</b>	<b>0,584±0,001 a.C</b>	<b>0,586±0,002 a.B</b>
	F3	0,591±0,001 c,A	<b>0,634±0,001 b,C</b>	<b>0,576±0,002 d*B</b>	<b>0,646±0,001 a,B</b>	-	<b>0,588±0,001 c*A</b>	<b>0,596±0,002 b.B</b>	<b>0,597±0,001 a.B</b>
	F4	0,446±0,001 d,B	<b>0,565±0,001 b,D</b>	<b>0,545±0,002 b*D</b>	<b>0,575±0,002 a,D</b>	-	<b>0,531±0,001 b*D</b>	<b>0,561±0,002 a.D</b>	<b>0,566±0,002 a.C</b>

F1: Formulação controle contendo 100% farinha de inhame, F2: Formulação contendo 10% de farinha de pêssego, F3: Formulação contendo 20% da farinha de pêssego e F4: Formulação contendo o antioxidante sintético TBHQ. Média ± desvio padrão (n=3). L; representa a luminosidade, a\*: componente de cor verde a vermelho, b\*: componente de

cor azul a amarelo. C: componente chroma. N: análise de textura expresso em Newton. Aw: atividade de água. Letras minúsculas iguais na mesma linha não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ) para a mesma formulação e mesma condição de armazenamento. Letras maiúsculas iguais na mesma coluna não diferem pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ) entre as formulações e na mesma condição de armazenamento, As médias em negrito indicam variação significativa entre a presença e ausência de luz pelo teste  $t$  ( $p \leq 0,05$ ). Ns: não significativo.

### 5.3 Estabilidade oxidativa e potencial antioxidante de biscoitos de inhame e pêssego

Alimentos contendo gordura em sua composição estão sujeitos a reações de oxidação lipídica. A oxidação lipídica é um processo que limita a vida útil dos produtos e promove alterações na qualidade dos alimentos, tanto no valor nutricional quanto na percepção sensorial (KONG, SINGH, 2016).

Neste estudo, a estabilidade oxidativa dos biscoitos foi monitorada pela análise de acidez e de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) com base na concentração de malonaldeído (MDA). Um aumento significativo na acidez e no conteúdo de TBARS pode ser visto durante todo o tempo de armazenamento para os oito tratamentos (Tabela 6). No dia do processamento, não houve diferença estatística significativa no teor de TBARS entre as quatro formulações de biscoitos.

Após 60 dias, o tratamento controle F1 diferiu estatisticamente dos demais tratamentos, apresentando o maior valor de malonaldeído entre as quatro formulações. Esse comportamento foi observado em ambas as condições de armazenamento (9,18 mg de malonaldeído.kg<sup>-1</sup> de biscoitos armazenados na presença de luz e 8,17 mg de malonaldeído.kg<sup>-1</sup> de biscoitos armazenados na ausência de luz). Validando assim que houve menor formação de malonaldeído nos demais tratamentos, e, portanto, maior inibição do processo oxidativo, principalmente nos biscoitos contendo farinha de pêssego. O teor de malonaldeído dos biscoitos da formulação F2 e F3 não diferiu estatisticamente dos biscoitos contendo o antioxidante sintético (TBHQ), após 60 dias de armazenamento na ausência de luz. Já, na presença de luz após 60 dias, apenas os biscoitos contendo 20% da farinha de pêssego (F3) não diferiu estatisticamente dos biscoitos contendo o antioxidante comercial (TBHQ).

O aumento da acidez na presença de luz foi de aproximadamente 117% ao final do experimento (60 dias) para F1 e de 27, 12 e 75% respectivamente para as formulações F2, F3 e F4. Da mesma forma, os biscoitos armazenados na presença de luz apresentaram aumentos significativos nos teores de malonaldeído chegando a um aumento de 43, 38, 32 e 30% nas formulações F1 a F4, respectivamente. Desta forma, percebe-se que a adição de antioxidantes

naturais (FP) ou sintéticos (TBHQ) mostrou ser eficaz para a estabilidade oxidativa dos biscoitos.

De fato, o uso de antioxidante, seja a farinha de pêssego (FP) ou o antioxidante comercial (TBHQ) nos biscoitos que foram armazenados na ausência de luz apresentou melhores resultados quando comparado aos biscoitos armazenados na presença de luz. Desta forma, esse estudo indica que o uso de ingredientes que contenham antioxidante natural, principalmente na concentração correspondente ao da formulação F3 que foi de 20% de farinha de pêssego, pode trazer uma vida útil mais longa em termos de oxidação lipídica.

O valor superior de acidez exibido para os biscoitos das formulações F2 e F3 no dia do processamento (T=0) também deve ser considerado como resultado da acidez contida na própria FP (Tabela 2). Portanto, é necessário avaliar proporcionalmente ao longo dos dias e não em valores apenas. O aumento nos níveis de acidez e TBARS também foi visualizado durante o armazenamento para outros estudos com produtos de panificação (BROZKOVÁ et al., 2016; KOZLOWSKA et al., 2014), bem como sua redução pelo uso de antioxidantes (MISAN et al., 2014; ISMAIL et al., 2016).

Em relação à ausência ou presença de luz, esta desempenhou um papel importante no armazenamento. Relata-se a relação da luz como fator de aumento da suscetibilidade aos processos de oxidação, denominado fotooxidação (VOLF et al., 2014), fato tal que leva a compreensão dos resultados obtidos aqui. A oxidação lipídica resulta em alterações na cor, sabor, odor e textura dos alimentos, tornando-os impróprios para consumo. Para tanto, faz-se necessária sua avaliação e estudos que tragam alternativas naturais para melhorar esta característica.

Além das vantagens proporcionadas pela redução do processo oxidativo durante o armazenamento, os antioxidantes naturais adicionado aos produtos alimentícios apresentam a vantagem de possuir substâncias benéficas a saúde e que têm sido relacionadas à prevenção de doenças, como os compostos fenólicos (BELTRAN et al., 2020). Porém, para verificar esse potencial antioxidante dos biscoitos mesmo após o cozimento, os biscoitos formulados foram analisados por métodos comuns de atividade antioxidante como o poder FRAP, ABTS e CFT.

Neste estudo foi possível observar que os biscoitos contendo 10 e 20% de farinha de pêssego (F2 e F3) apresentaram os maiores teores de CFT, quando comparado a formulação controle que continha apenas farinha de inhame (F1). Além disso, o teor de CFT desses biscoitos após 40 dias de armazenamento não diferiu estatisticamente dos biscoitos contendo o antioxidante comercial (F4). Isso foi observado em ambas as condições de armazenamento, presença e ausência de luz.

As formulações que apresentaram teores mais baixos de malonaldeído foram também as que continham o maior teor de CFT e maior atividade antioxidante pelo método de ABTS e FRAP confirmando que os compostos fenólicos, assim como outras substâncias antioxidantes que possam estar presentes nas amostras podem reduzir a oxidação lipídica dos biscoitos (Tabela 6). Segundo McClements e Decker (2018) e Gutiérrez et al. (2021), a estrutura química dos compostos fenólicos tem a capacidade de interagir com os produtos formados durante o processo oxidativo, em que os radicais livres produzidos são neutralizados e capazes de reduzir estas reações de degradação.

Da mesma forma, as formulações que apresentaram os maiores valores de atividade antioxidante pelo método de ABTS e FRAP foram os biscoitos da formulação F3 e F4. Após 60 dias de armazenamento, os biscoitos contendo 20% de farinha de pêssego apresentaram atividade antioxidante pelo método ABTS e FRAP estatisticamente igual a atividade dos biscoitos contendo o antioxidante comercial (TBHQ). No entanto, cabe salientar que o tempo de estocagem influenciou significativamente na manutenção da atividade antioxidante, que diminuiu ao longo dos 60 dias de armazenamento. Tiveron et al. (2016) cita que o maior potencial antioxidante observado pelo método ABTS pode estar associado à solubilidade do ABTS, visto que este radical tem a característica de apresentar solubilidade em solventes orgânicos e em água, portanto, o radical seria suscetível à ação de os compostos antioxidantes com características lipofílicas e hidrofílicas, como é o caso do TBHQ, que apresenta essas características, assim como os biscoitos das formulações F3 e F2 em função dos compostos fenólicos presentes oriundos da farinha de pêssego.

Os maiores valores de atividade antioxidante nos biscoitos da formulação F3 também podem ser explicados por conter maior quantidade de pêssego em sua composição em relação às demais, levando a maiores quantidades de

compostos fenólicos como epicatequina, ácido clorogênico, entre outros (SENICA et al., 2017; GUO et al., 2020b). Outro fator importante é que, assim como os níveis de malonaldeído, a luz também influenciou a quantidade de fenólicos totais, que apesar de diminuir ao longo dos dias de armazenamento, os biscoitos armazenados sem a presença de luz, obtiveram valores mais elevados. Essa relação pode ser explicada em termos da degradação de alguns desses compostos na presença de luz, relacionada à sensibilidade nessas condições (VINU et al., 2010; ESPARZA et al., 2020).

Contudo, apesar de escassos os trabalhos apresentados na literatura que utilizam o TBARS para avaliar a oxidação lipídica em biscoitos, é possível verificar a eficácia na adição da farinha de pêssego para aumentar a estabilidade oxidativa de biscoitos contendo farinha de inhame. Obtendo desta forma, um produto de excelente qualidade nutricional e funcional além de não conter compostos sintéticos para conservação do mesmo.

Tabela 6 – Indicadores do processo oxidativo (Acidez (%), TBARS (mg MDA kg<sup>-1</sup>)) e antioxidante (Compostos fenólicos totais (mg EAG g<sup>-1</sup>)), atividade antioxidante pelo método ABTS (mM TE g<sup>-1</sup>) e FRAP (mM SF g<sup>-1</sup>) de cookies de inhame e pêssego durante 60 dias de armazenamento, armazenados com e sem presença de luz.

Dias		Presença de luz					Ausência de luz			
		0	20	40	60		0	20	40	60
Acidez	F1	0,429±0,015 c,B	0,541±0,06 bc,B	0,630±0,084 b,B	<b>0,933±0,028 a,A</b>	-	0,523±0,015 ab,BC	0,555±0,003 a,B	<b>0,610±0,078 a,BC</b>	
	F2	0,618±0,053 b,A	<b>0,670±0,02 b,A</b>	0,839±0,096 a,A	<b>0,883±0,049 a,A</b>	-	<b>0,627±0,011 b,A</b>	0,756±0,046 a,A	<b>0,796±0,017 a,A</b>	
	F3	0,660±0,030 b,A	<b>0,670±0,01 b,A</b>	0,662±0,032 b,B	0,741±0,016 a,B	-	<b>0,579±0,015 a,AB</b>	0,594±0,049 a,A	0,716±0,101 a,AB	
	F4	0,399±0,017 c, B	0,498±0,014 b,B	<b>0,649±0,028 a,B</b>	<b>0,699±0,017 a,B</b>	-	0,471±0,042 b,C	<b>0,531±0,03 ab,B</b>	<b>0,543±0,014 a,C</b>	
TBARS	F1	6,39±0,32 c,A	6,72±0,09 c,A	<b>7,96±0,05 b,A</b>	<b>9,18±0,23 a,A</b>	-	6,61±0,04 c,A	<b>7,02±0,03 b,C</b>	<b>8,17±0,05 a,A</b>	
	F2	6,10±0,42 d,A	<b>6,66±0,02 c,A</b>	<b>7,72±0,04 b,B</b>	<b>8,44±0,04 a,B</b>	-	<b>6,59±0,01 c,A</b>	<b>7,44±0,01 b,A</b>	<b>7,77±0,03 a,B</b>	
	F3	6,19±0,03 d,A	<b>6,49±0,05 c,B</b>	<b>7,54±0,04 b,C</b>	<b>8,19±0,06 a,BC</b>	-	<b>6,40±0,02 c,B</b>	<b>7,29±0,05 b,B</b>	<b>7,56±0,07 a,C</b>	
	F4	6,19±0,02 d,A	6,45±0,04 c,B	7,38±0,08 b,D	<b>8,03±0,04 a,C</b>	-	6,39±0,02 c,B	7,22±0,06 b,B	<b>7,64±0,04 a,BC</b>	
CFT	F1	2,99±0,067 a,D	<b>2,38±0,051 b,D</b>	2,26±0,102 b,B	<b>1,99±0,043 c,C</b>	-	<b>2,74±0,005 a,D</b>	2,39±0,007 b,B	<b>2,16±0,007 c,C</b>	
	F2	3,31±0,024 a,C	<b>2,65±0,063 b,C</b>	<b>2,45±0,014 c,AB</b>	<b>2,22±0,0274 d,B</b>	-	<b>3,01±0,006 a,C</b>	<b>2,60±0,003 b,A</b>	<b>2,49±0,004 b,B</b>	
	F3	3,61±0,025 a,B	<b>3,10±0,058 b,B</b>	2,62±0,121 c,A	<b>2,32±0,039 d,A</b>	-	<b>3,46±0,006 a,B</b>	2,65±0,001 b,A	<b>2,59±0,001 c,AB</b>	
	F4	3,98±0,073 a,A	3,62±0,179 b,A	2,65±0,073 c,A	<b>2,32±0,038 d,A</b>	-	3,68±0,001 a,A	2,70±0,001 b,A	<b>2,67±0,004 b,A</b>	
ABTS	F1	7,68±0,45 a,C	<b>3,47±0,18 b,C</b>	<b>2,16±0,03 c,C</b>	<b>0,57±0,14 d,B</b>	-	<b>4,40±0,12 a,D</b>	<b>2,33±0,06 b,D</b>	<b>2,13±0,50 b,A</b>	
	F2	9,21±0,30 a,B	<b>4,78±0,10 b,B</b>	3,75±0,22 c,B	<b>0,75±0,30d,B</b>	-	<b>5,07±0,12 a,C</b>	3,92±0,12 b,C	<b>2,18±0,52 c,A</b>	
	F3	9,48±0,18 a,B	5,09±0,33 b,B	4,14±0,06 c,B	<b>1,50±0,08 d,A</b>	-	5,62±0,17 a,B	4,49±0,13 b,B	<b>2,36±0,31 c,A</b>	
	F4	10,61±0,06 a,A	6,44±0,20 b,A	5,04±0,23 c,A	<b>1,69±0,21 d,A</b>	-	6,53±0,24 a,A	5,05±0,18 b,A	<b>2,91±0,18 c,A</b>	
FRAP	F1	12,48±0,45 a,C	6,66±0,28 b*C	5,91±0,20 c*B	<b>2,80±0,09 d*C</b>	-	9,27±0,11 a,C	6,36±0,17 b,B	<b>3,09±0,03 c,C</b>	
	F2	16,95±0,21 a,B	15,65±0,60 b,B	10,06±0,14 c*A	<b>6,55±0,37 d*B</b>	-	16,57±0,51 a,B	11,44±0,25 b,A	<b>8,45±0,11 c,B</b>	
	F3	19,51±0,25 a,A	17,51±0,28 b*A	13,23±0,21 c,A	<b>7,61±0,07 d*A</b>	-	18,88±0,32 a,A	14,21±0,13 b,A	<b>9,96±0,09 c,A</b>	
	F4	19,11±0,17 a,A	16,05±0,08 b*B	13,52±0,14 c*C	<b>7,57±0,66 d*A</b>	-	18,11±0,03 a,A	14,64±0,11 b,A	<b>9,95±0,07 c,A</b>	

F1: Formulação controle contendo 100% farinha de inhame, F2: Formulação contendo 10% de farinha de pêssego, F3: Formulação contendo 20% da farinha de pêssego e F4: Formulação contendo o antioxidante sintético TBHQ. Média ± desvio padrão (n=3). Letras minúsculas iguais na mesma linha não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ) para a mesma formulação e mesma condição de armazenamento. Letras maiúsculas iguais na mesma coluna não diferem pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ) entre as formulações e na mesma condição de armazenamento, Médias em negrito indicam variação significativa entre presença e ausência de luz pelo teste  $t$  ( $p \leq 0,05$ ).



## **Conclusões**

Análises químicas para a caracterização de FI e FP mostraram riqueza em biomoléculas nutritivas, ativas e funcionais. A adição da FP nas formulações dos biscoitos, melhorou suas características, dando origem a biscoitos fonte de fibras e proteínas. De fato, a adição de FP também foi considerada promissora em termos de redução do dano oxidativo, resultando em um produto mais estável, com resultados semelhantes aos obtidos com o antioxidante sintético TBHQ. A partir dos resultados obtidos, é possível afirmar que a utilização da farinha de inhame (FI) como principal matéria-prima para o preparo de biscoitos, assim como a farinha de pêssego (FP) como antioxidante natural pode ser explorada comercialmente pelas indústrias de alimentos como fonte potencial de f, proteínas e principalmente como um substituto ao uso de antioxidantes sintéticos.

## 6. REFERÊNCIAS

ABREU, V. K. G.; PEREIRA, A. L. F.; FREITAS, E. R.; TREVISAN, M. T. S.; COSTA, J. M. C. Addition of anacardic acid as antioxidants in broiler chicken mortadella. **Food Science and Technology**, v. 35, p.539-545, 2015.

Agencia Nacional da Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução - CNNPA nº 12, de 1978 D.O. de 24/07/1978.

ALARA, O.R.; ABDURAHMAN, N.H.; UKAEGBU, C. I.; AZHARI, N.H. Vernonia cinerea leaves as the source of phenolic compounds, antioxidants, and anti-diabetic activity using microwave-assisted extraction technique. **Ind. Crop. Prod.** 122, 533–544. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2018.06.034>, 2018.

ALTAF, A.; ZHU, M.; ZGU, X; SAEED, A.; et al. Study of the drying behavior of solar dryer and proximate analysis of the dried pear (*Pyrus communis*) and peach (*Prunus persica*). **Pakistan Journal of Agricultural Sciences**. 57. 1413-1420. 10.21162/PAKJAS/20.821, 2020.

AUGUSTYNIAK, A.; BARTOSZ, G.; CIPAK, A, et al. Natural and synthetic antioxidants: An updated overview, Free Radical. **Research**, 44:10, 1216-1262, DOI: 10.3109/10715762.2010.508495, 2010.

ASRINI, R. A.; AINUN, T. K. Fortification of Modified Cassava Flour (Mocaf) Cookies with Rich Nutrition Vegetable Powder. **E3S Web of Conferences**. 232. 03009. 10.1051/e3sconf/202123203009, 2021.

APAK, R.; GORINSTEIN, S.; BÖHM, V.; et al. Methods of measurement and evaluation of natural antioxidant capacity/activity (IUPAC Technical Report) \*. **Pure Appl. Chem**, v. 85, n. 5, p. 957–998, 2013.

ABIMAPI (Associação brasileira das indústrias de biscoitos, massas alimentícias e pães e bolos industrializados). Estatísticas. Biscoitos. Ranking global. São Paulo: **ABIMAPI**, 2018. Disponível em: <https://www.abimapi.com.br/estatisticabiscoitos.php>.

AZEVEDO, A.V.S; RIBEIRO, M.V.S; FONSECA, M.T.S; GUSMÃO, T.A.S; GUSMÃO, R.P. Avaliação física, físico-química e sensorial de cookies enriquecidos com farinha de açaí. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 10, n. 4, p. 49 - 54, 27, 2015.

BARDEN, L; DECKER, E. A. Lipid Oxidation in Low-moisture Food: A Review, Critical. **Reviews in Food Science and Nutrition**, 56:15, 2467-2482, DOI: 10.1080/10408398.2013.848833, 2016.

BARRETO, C; NAVROSKI, R; BENATI, J; et al. Conservação e qualidade de pêssegos “Brs Kampai” na pós-colheita. **Revista Científica Rural**. 21. 131-141. 10.30945/rccr-v21i1.320, 2019.

BARRIUSO, B.; ASTIASARÁN, I.; ANSOARENA, D. A review of analytical methods measuring lipid oxidation status in foods: a challenging task. **European Food Research and Technology**, v. 236, n. 1, p. 1–15, 2013.

BARROS, R. G. C.; ANDRADE, J. K. S.; DENADAI, M, et al. Brazilian exotic fruit residues. **Food Research International**, S0963996917306671–. doi:10.1016/j.foodres.2017.09.082, 2017.

BECKER, F. S.; DAMIANI, C.; DE MELO, A. A. M.; BORGES, P. R, S. BARROS, VB. E. V. Incorporation of Buriti Endocarp Flour in Gluten-free Whole Cookies as Potential Source of Dietary Fiber. **Plant Foods for Human Nutrition**, 69(4), 344–350. doi:10.1007/s11130-014-0440-y, 2014.

BELTRAN, L. B.; RASPE, D. T.; CASTILHO, P. A.; SOUSA, L. C. S.; FIOROTO, C. K.; VIEIRA, A. M. S.; MADRONA, G. S. Desenvolvimento de sorvete vegano de chocolate formulado com batata doce e leite de coco. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 6, n. 3, p. 15274-15284, mar. 2020.

BENSID, A.; NAMARIMAN, A.; ABDERRAHMANE, H, et al. Antioxidant and antimicrobial preservatives: Properties, mechanism of action and applications in food—a review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, doi: 10.1080/10408398.2020.1862046, 2020.

BISKUP, I.; GOLONKA, A.; GAMIAN, Z. Sroka, Antioxidant activity of selected phenols estimated by ABTS and FRAP methods. **Postepy. Hig. Med. Dosw.** 67, 958–963, 2013.

BLANDO, C. M. S.; BARONI, M. V.; LEON, A. E.; RIBOTTA, P. D. Effect of peach puree incorporation on cookie quality and on simulated digestion of polyphenols and antioxidant properties. **Food Chemistry**, doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.127464>, 2020.

BRASIL. ANVISA. Resolução – RDC N° 270, de 22 de setembro de 2005. Aprova o regulamento técnico para óleos vegetais, gorduras vegetais e creme vegetal. **Agência nacional de vigilância sanitária**, 2005.

BRASIL. ANVISA. Resolução – RDC N° 263, de 22 de setembro de 2005. Aprova o Regulamento técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos. **Agência nacional de vigilância sanitária**, 2005.

BRASIL. ANVISA. Resolução – RDC n° 54, de novembro de 2012. Dispõe sobre o Regulamento Técnico sobre Informação Nutricional Complementar. **Agência nacional de vigilância sanitária**, 2012.

BROZKOVÁ, I.; DVARAKOVÁ, V.; MICHÁLKOVÁ, K.; CERVENKA, L.; VELICHOVÁ, H. Quality and Antioxidant Activity of Buckwheat-Based Cookies Designed for a Raw Food Vegan Diet as Affected by Moderate Drying Temperature. **Plant Foods for Human Nutrition**, 71(4), 429–435. doi:10.1007/s11130-016-0580-3, 2016.

CAIO, G.; VOLTA, U.; SAPONE, A.; LEFFLER, D. A.; et al. Celiac disease: a comprehensive current review. **BMC Med.** 17 (1), 2019.

CAIO, G.; CICCOCIOPPO, R.; ZOLI, G.; et al. Therapeutic options for coeliac disease: what else beyond gluten-free diet?, **Dig Liver Dis.** 52 130, 2020.

CAIRANO, M.; GALGANO, F.; TOLVE, R.; CARUSO, M. C.; CONDELLI, N. Focus on gluten free biscuits: Ingredients and issues. **Trends in Food Science & Technology**, 81, 203–212, 2018.

CALEJA, C. B.; LILIAN, A.; AMILCAR, O.; FERREURA, M. I. A comparative study between natural and synthetic antioxidants: Evaluation of their performance after incorporation into biscuits. **Food Chemistry.** 216. 10.1016/j.foodchem.2016.08.075, 2016.

CASTELO-BRANCO, V. N.; SANTANA, I.; DI-SARLI, V. O.; et al. Antioxidant capacity is a surrogate measure of the quality and stability of vegetable oils. *European Journal of Lipid. Science and Technology*, 118(2), 224–235. doi:10.1002/ejlt.201400299, 2016.

CARLOS, R. E. S.; MOREIRA, R. F. C.; AFONSO, S. D. J.; et al. Physicochemical characterization of six yam (*Dioscorea* spp) species. **International Journal of Advanced Engineering Research and Science (IJAERS)**. ISSN: 2349-6495(P) 2456-1908(O), 2020.

CETIN, I.; YESILBAG, D.; CENGIZ, S. S.; BELENLI, D. Effects of supplementation with Rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) volatile oil on growth performance, meat MDA level and selected plasma antioxidant parameters in quail diets. **Kafkas Univ Vet Fak Derg**, v. 2, p. 283 – 288, 2017.

CAROCHO, M.; MORALES, P.; FERREIRA, I. C. F. R. Antioxidants: Reviewing the chemistry, food applications, legislation and role as preservatives. **Trends in Food Science and Technology**, 71: 107–120, 2018.

CHOPRA, N.; DHILLON, B.; RANI, R.; SINGH, A. Nutritional and Sensory Properties of Cookies Formulated with Quinoa, Sweet Potato and Wheat Flour Blends. **Current Research in Nutrition and Food Science**, doi: <http://dx.doi.org/10.12944/CRNFSJ.6.3.22>, 2018.

CONARGO, D. S.; ROWENA, G. G. I. Philippine Yam (*Dioscorea* spp.) Tubers Phenolic Content and Antioxidant Capacity. **Philippine Journal of Science.** 140. 145-152, 2011.

CORY, H.; PASSARELLI, S.; SZETO, J.; et al. The role of polyphenols in human health and food systems: a mini-review. **Front. Nutr.** 5, 1–9. <https://doi.org/10.3389/fnut.2018.00087>, 2018.

DANTAS, T.A.G.; OLIVEIRA, A.P.; CAVALCANTE, L.F.; et al. Produção do inhame em solo adubado com fontes e doses de matéria orgânica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental.** Campina Grande, PB, v.17, n.10, p.1061-1065, 2013.

DIAS, J. S. R.; MENDES, F. Z. C.; NOLASCO, M.; et al. Obtenção de farinha de inhame para elaboração de barra de cereal como suplemento alimentar e funcional. **Brazilian Journal of Development.**, Curitiba, v. 6, n. 3, p. 15716-15735, mar. 2020.

DI VAIO, C.; GRAZIANI, G.; MARRA, L.; et al. Antioxidant capacities, carotenoids and polyphenols evaluation of fresh and refrigerated peach and nectarine cultivars from Italy. *European Food Research and Technology*, 227(4), 1225–1231. doi:10.1007/s00217-008-0840-z, 2008.

DUTHIE, G.; GARDNER, P.; MORICE, P.; MCPHAIL, D. The Contribution of  $\alpha$ -Tocopherol and  $\gamma$ -Tocopherol to the Antioxidant Capacity of Several Edible Plant Oils. **Natural Science**, 8, 41-48. doi: 10.4236/ns.2016.82005, 2016.

FARIAS, R. M.; BARRETO, C. F.; ZANDONÁ, R. R.; et al. Chemical thinning of 'BRS Kampai' peach trees. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.54, e01353. <https://doi.org/10.1590/S1678-3921.pab2019.v54.01353>, 2019.

FASOLIN, L.H.; ALMEIDA, G.C.; CASTANHO, P. S.; NETTO-OLIVEIRA, E.R. Biscoitos produzidos com farinha de banana: avaliações química, física e sensorial. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 3, p. 524-529, 2007.

FLOEGEL, D. O.; KIM, S. J.; CHUNG, S.I.; KOO, O. K. Chun, Comparison of ABTS/DPPH assays to measure antioxidant capacity in popular antioxidant-rich US foods. *J. Food Compos. Anal.* 24(7), 1043–1048, 2011.

FOOD INGREDIENTS BRASIL. Os tipos e os efeitos da rancidez oxidativa em alimentos. **Revista-Fi**. v. 18, n. 37, p. 55 – 61, 2016.

FORNI, C.; FACCHIANO, F.; BARTOLI, M.; et al. Beneficial role of phytochemicals on oxidative stress and age-related diseases. **BioMed Res. Int.** 1–16. <https://doi.org/10.1155/2019/8748253>, 2019.

FUSI, F.; TREZZA, A.; TRAMIGLINO, M.; et al. The beneficial health effects of flavonoids on the cardiovascular system: Focus on K(+) channels. **Pharmacological Research**, 152, Article 104625. <https://doi.org/10.1016/j.phrs.2019.104625>, 2020.

GAGNETEN, M.; ARCHAINA, D. A.; SALAS, M. P.; et al. Gluten-free cookies added with fibre and bioactive compounds from blackcurrant residue. **International Journal of Food Science & Technology**, 56(4), 1734–1740. doi:10.1111/ijfs.14798, 2020.

GARCIA, M. V.; MILANI, M. S.; RIES, E. F. Production optimization of passion fruit peel flour and its incorporation into dietary food. **Food Science and Technology International**, 26(2), 132–139. <https://doi.org/10.1177/1082013219870011>, 2020.

GLENN, G.; ORTS, W. J.; IMAN, S. H.; et al. Starch Plastic Packaging and Agriculture Applications, 2014.

GONÇALVES, M.A.L.; COCCO, C.; VIGNOLO, G.K.; et al. Efeito da intensidade de poda na produção e qualidade de frutos de pessegueiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, vol. 36, n. 3, p. 742-747, 2014.

GULCIN, I. Antioxidantes e métodos antioxidantes: uma visão geral atualizada. **Arch Toxicol** 94, 651–715. <https://doi.org/10.1007/s00204-020-02689-3>, 2020.

GUO, C.; BI, J.; LI, X.; et al. Polyphenol metabolic diversity of Chinese peach and nectarine at thinned and ripe stages by UPLC-ESI-Q-TOF-MS combined with multivariate statistical analysis. **Journal of Food Composition and Analysis**, 90, Article 103502. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2020.103502>, 2020a.

GUO, C.; BI, J.; LI, X.; et al. Antioxidant profile of thinned young and ripe fruits of Chinese peach and nectarine varieties. **International Journal of Food Properties**, 23(1), 1272–1286. <https://doi.org/10.1080/10942912.2020.1797782>, 2020b.

GUTIÉRREZ, I. D. R.; LÓPEZ, S. I.; MAGADÁN, P. C. Terpenoids and Polyphenols as Natural Antioxidant Agents in Food Preservation. **Antioxidants** 10, 1264. <https://doi.org/10.3390/antiox10081264>, 2021.

HASRINI, R. A.; AINUN, T. K. Fortification of Modified Cassava Flour (Mocaf) Cookies with Rich Nutrition Vegetable Powder. **E3S Web of Conferences**. 232. 03009. [10.1051/e3sconf/202123203009](https://doi.org/10.1051/e3sconf/202123203009), 2021.

HAUNG, D. Dietary Antioxidants and Health Promotion. **Antioxidants**. <https://doi.org/10.3390/antiox7010009>, 2018.

HUNG, P. V. Phenolic Compounds of Cereals and Their Antioxidant Capacity. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, 56:1, 25-35, DOI: [10.1080/10408398.2012.708909](https://doi.org/10.1080/10408398.2012.708909), 2016.

ISMAIL, T.; AKHTAR, S.; RIAZ, M.; et al. Oxidative and Microbial Stability of Pomegranate Peel Extracts and Bagasse Supplemented Cookies. **Journal of Food Quality**, 39(6), 658–668. doi:10.1111/jfq.12231, 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Produção Agrícola anual: tabela 5457. **IBGE**. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5457#resultado>.

IVANISOVÁ, E.; MENHARTOVÁ, K.; TERENCEVA, M.; et al. The evaluation of chemical, antioxidant, antimicrobial and sensory properties of kombucha tea beverage. **J Food Sci Technol** 57, 1840–1846, <https://doi.org/10.1007/s13197-019-04217-3>, 2020.

JAN, K. N.; PENESAR, P. S.; SINGG, S. Optimization of antioxidant activity, textural and sensory characteristics of gluten-free cookies made from whole indian quinoa flour. **LWT**, 93, 573–582. doi:10.1016/j.lwt.2018.04.013, 2018.

JANOTKOVÁ, L.; POTOČNAKOVÁ, M.; KREPS, F.; et al. Effect of sea buckthorn biomass on oxidation stability and sensory attractiveness of cereal biscuits. **BioResources**16(3), 5097-5105, 2021.

JAYAKODY, L.; HOOVER, R.; LIU, Q.; DONNER, E. Studies on tuber starches. II. Molecular structure, composition and physicochemical properties of yam (*Dioscorea* sp.) starches grown in Sri Lanka. **Carbohydrate polymers**, 69, 148-163. doi: 10.1016/j.carbpol.2006.09.024, 2007.

JONES, A.; PRAVADALI-CEKIC, S.; DENNIS, G. R.; et al. Ferric reducing antioxidant potential (FRAP) of antioxidants using reaction flow chromatography. **Analytica Chimica Acta**, v. 967, p. 93–101, 2017

KABIR, F.; TOW, W. W.; HAMAUZU, Y.; KATAYAMA, S, et al. Antioxidant and cytoprotective activities of extracts prepared from fruit and vegetable wastes and by-products. **Food Chemistry**, 167, 358-362. doi:10.1016/j.foodchem.2014.06.099, 2015.

KHAN, H.; BELWAL, T.; EFFERTH, T.; et al. Targeting epigenetics in cancer: Therapeutic potential of flavonoids. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, 1–24. [https://doi.org/ 10.1080/10408398.2020.1763910](https://doi.org/10.1080/10408398.2020.1763910), 2020.

KIM, H.; NO, J.; SHIN, M. Effects of newly developed waxy rice flour on the quality characteristics and oxidative stability of Korean traditional fried cookie, Yakgwa. **Food Sci Biotechnol**. Jul 24;27(6):1697-1705. doi: 10.1007/s10068-018-0432-z. PMID: 30483434; PMCID: PMC6233415, 2018.

KONG, F.; SINGH, R. P. The Stability and Shelf Life of Food. **II Chemical Deterioration and Physical Instability of Foods and Beverage**, 43-76. doi:10.1016/b978-0-08-100435-7.00002-2, 2016.

KOZŁOWSKA, M.; ZBIKOWSKA, A.; GRUCZYŃSKA, E.; et al. Effects of spice extracts on lipid fraction oxidative stability of cookies investigated by DSC. **Journal of Thermal Analysis and Calorimetry**, 118(3), 1697–1705. doi:10.1007/s10973-014-4058-y, 2014.

KUMAR, S.; DAS, G.; SHIN, H.S.; PATRA, J.K. *Dioscorea* spp. (A Wild Edible Tuber): A Study on Its Ethnopharmacological Potential and Traditional Use by the Local People of Similipal Biosphere Reserve, India. **Frontiers in Pharmacology**, v. 8, art. 52, fev. 2017.

LEÃO, L. L.; OLIVEIRA, F. S.; SOUZA, R. S.; et al. Uso de antioxidantes naturais em carnes e seus subprodutos. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias (Agrária)**, v.9, n.1, p.94-100, 2017.

LEIVA-VALENZUELA, G. A.; QUILAGUEO, M.; LAGOS, D.; et al. Effect of formulation and baking conditions on the structure and development of non-enzymatic browning in biscuit models using images. **Journal of Food Science and Technology**. doi:10.1007/s13197-017-3008-7, 2018.

LI, L.; ZHONG, N.; LIU, G, et al. Lipid Peroxidation Inhibition Activity of Maillard Reaction Products Derived from Sugar-amino Acid Model Systems. **Advance Journal of Food Science and Technology**, v. 9, n. 5, p. 393–397, 2015.

LIMA, A. Caracterização química, avaliação da atividade antioxidante in vitro e in vivo, e identificação dos compostos fenólicos presentes no pequi (caryocar brasiliense, camb.). Tese. [Doutorado em Bromatologia] - Universidade de São Paulo; 2008.

LIMA, A. K. S. Desenvolvimento de pães a base de farinha de inhame (*Dioscorea cayennensis* Lam.), obtidos por fermentação natural. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Universidade Federal da Paraíba, 2019.

LUND, M. N.; RAY, C. S. Control of Maillard reactions in foods: Strategies and chemical mechanisms. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 65(23), 4537–4552, 2017.

MACHADO, M.I.R.; MACHADO, A. R.; ZAMBIAZI, R.C. Caracterização da polpa de pêsego após a estocagem. **Revista Sodebras**, 12 (136),152-167, ISSN 1809-3957, 2017.

MADAIL, J.M.; RASEIRA, M. do C. B. Aspectos da produção e mercado do pêsego no Brasil. Pelotas: **Embrapa Clima Temperado**, P.14. (Embrapa Clima Temperado. Circular técnica, 2008.

MALTINI, E.; TORREGGIANI, D.; VENIR, E.; BERTOLO, G. Water activity and the preservation of plant foods. **Food Chemistry**, 82(1), 79–86. doi:10.1016/s0308-8146(02)00581-2, 2003.

MANCEBO, C. M.; RODRIGUEZ, P.; GOMEZ, M. Assessing rice flour-starch-protein mixtures to produce gluten free sugar-snap cookies. **LWT-Food Sci Technol**, 67:127–132, 2016.

MARIUTTI, L. R. B.; BRAGAGNOLO, N. Influence of salt on lipid oxidation in meat and seafood products: a review. **Food Research International**, v.94, p.90-100, 2017.

MASISI, K.; BETA, T.; MOGHADASIAN, M. H.; Antioxidant properties of diverse cereal grains: a review on in vitro and in vivo studies, **Food Chemistry**, doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem>. 2015.09.021, 2015.

MCCLEMENTS, D.; DECKER, E. Interfacial Antioxidants: A Review of Natural and Synthetic Emulsifiers and Coemulsifiers That Can Inhibit Lipid Oxidation. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. 66. 10.1021/acs.jafc.7b05066, 2017.

MELO, P. S.; ARRIVETTI, L. O. R.; ALENCAR, S. M.; SKIBSTED, L. H. Antioxidative and prooxidative effects in food lipids and synergism with  $\alpha$ -tocopherol of açai seed extracts and grape rachis extracts. **Food Chemistry**, v. 213, p.440-449, 2016.



- MIHAYLOVA, D.; POPOVA, A.; DESSEVA, I.; et al. Comparative Study of Early- and Mid-Ripening Peach (*Prunus persica* L.) Varieties: Biological Activity, Macro, and Micro Nutrient Profile. **Foods**, 10, 164. <https://doi.org/10.3390/foods10010164>, 2021.
- MISAN, A.; MIMICA-DUKIC, N.; SAKAC, M.; et al. Antioxidant Activity of Medicinal Plant Extracts in Cookies. **Journal of Food Science**, 76(9), C1239–C1244. doi:10.1111/j.1750-3841.2011.02400.x, 2014.
- MOLINARI, R.; COSTANTINI, L.; TIMPERIO, A. M.; et al. Tartary buckwheat malt as ingredient of gluten-free cookies. **Journal of Cereal Science**, 80, 37-43, 2017.
- MONTEIRO, V. C. O.; LIMA, A. R. N.; RODRIGUEZ, T. A.; et al. Determinação da composição nutricional de biscoitos funcionais sem gluten, elaborados com farinha de banana verde e farinha de quinoa. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v.7, n.5, p.49985-50001may.2021
- MOUNJOUENPOU, P.; NGONO, E. S. N.; KAMSU, E. J.; et al. Effect of fortification with baobab (*Adansonia digitata* L.) pulp flour on sensorial acceptability and nutrient composition of rice cookies. **Scientific African**, 2018.
- MOREIRA, R.; CHENLO, F.; TORRES, M. D.; PRIETO, D. M. Statistical Criteria for Modelling of Water Desorption Isotherms of Sugars. Estimation of Sucrose Hygroscopic Properties from Glucose and Fructose Data. **Advances in Food Science and Engineering**. 1. 10.22606/afse.2017.11003, 2017.
- MOREIRA, D. C. Uso de óleos vegetais puros como combustíveis para motores diesel. Desafios: **Revista da Universidade Federal do Tocantins**, Tocantins, v. 2, n. 2, p. 240 – 251, maio de 2016.
- MOREIRA, C. R.; AFONSO, R.; PEREIRA, S.; et al., Physicochemical characterization of six yam (*Dioscorea* spp) species. **The Journal of Scientific and Engineering Research**. 7. 164-168. 10.22161/ijaers.712.25, 2020.
- MOKRANI, A.; MADANI, K. Effect of solvent, time and temperature on the extraction of phenolic compounds and antioxidant capacity of peach (*Prunus persica* L.) fruit. **Separation and Purification Technology**, 162, 68–76. doi:10.1016/j.seppur.2016.01.043, 2016.
- MUHLISIN, UTAMA, D. T.; LEE, J. H.; CHOI, J. H.; LEE, S. K. Antioxidant enzyme activity, iron content and lipid oxidation of raw and cooked meat of Korean native chickens and other poultry. **Asian-Australasian Journal of Animal Science**., v. 29, p. 695 – 701, 2016.
- MUNDT, S.; WEDZICHA, B. L. A kinetic model for browning in the baking of biscuits: Effects of water activity and temperature. **LWT-Food Science and Technology**. 40. 1078-1082. 10.1016/j.lwt.2006.07.011, 2017.
- NASCIMENTO, W.F.; SIQUEIRA, M.V.B.M.; FERREIRA, A.B.; et al. Distribution, management and diversity of the endangered Amerindian yam (*Dioscorea trifida* L.). **Brazilian Journal Of Biology**. Sao Carlos, SP, v. 75, n. 1, p. 104-113, jan./mar. 2015.

NASCIMENTO, K.P.; SANY, A. I. A Review 'Clean Labeling': Applications of Natural Ingredients in Bakery Products. **Journal of Food and Nutrition Research**. 6. 10.12691/jfnr-6-5-2, 2018.

NARDINI, M.; GARAGUSO, I. Characterization of bioactive compounds and antioxidant activity of fruit beers. **Food Chemistry**, 305(), 125437, doi: 10.1016/j.foodchem.2019.125437, 2020.

NEELAM, A. K.; SHARMA, K. K. Fenilpropanóides e seus derivados: atividades biológicas e seu papel nas indústrias alimentícia, farmacêutica e cosmética, **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, 60:16, 2655-2675, DOI: 10.1080 / 10408398.2019 .1653822, 2020.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção agrícola municipal. Rio de Janeiro, 2018.

NIU, Y.; JIANMING, D.; ZUOBING, X.; JIANCAI, Z. Characterization of the major aroma-active compounds in peach (*Prunus persica* L. Batsch) by gas chromatography–olfactometry, flame photometric detection and molecular sensory science approaches. **Food Research International** 147 110457. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2021.110457>, 2021.

NOOSHKAM, M.; VARIDI, M.; BASHASH, M. The Maillard reaction products as foodborn antioxidant and antibrowning agents in model and real food systems. **Food Chemistry**, v. 275, p. 644–660, 2019.

OSAWA, C. C.; FELÍCIO, P. E. DE; GONÇALVES, L. A. G. Teste de TBA aplicado a carnes e derivados: métodos tradicionais, modificados e alternativos. **Química Nova**, v. 28, n. 4, p. 655–663, 2005.

PADHAN, B.; PANDA, D. Potential of Neglected and Underutilized Yams (*Dioscorea* spp.) for Improving Nutritional Security and Health Benefits. **Front. Pharmacol.** 11:496. doi: 10.3389/fphar.2020.00496, 2020.

PATHAK, J.; MAJUMDAR, U.; RAYCHAUDHUR, R.; CHAKRABERTY. Characterization of physicochemical properties in whole wheat bread after incorporation of ripe mango peel. **Food Meas.** 10, 554–561, 2016.

PEJIN, B.; CIRIC, A.; MARKOVIC, J. D.; et al. Na insight into anti-biofilm and anti-quorum sensing activities of the selected anthocyanidins: The case study of *Pseudomonas aeruginosa* PAO1. **Natural Product Research**, 31(10), 1177–1180, 2017.

PEREIRA, A. F.; PINHEIRO, C. A.; PINHEIRO, P. F.; COSTA, A. V. Caracterização da mistura óleo de soja e gordura suína 1:1 (m m<sup>-1</sup>) e seu potencial na produção de biodiesel. **Nucleus**, v.12, n.2, p. 6, 2015.

PEREIRA, A.; NASCIMENTO, E.; MADRUGA, M.; et al. Determinação do potencial antioxidante, antibacteriano e antifúngico da fração proteica dioscorina de inhame (*Dioscorea cayennensis*). 363-371. 10.1590/1983-084X/0597, 2017.

PONNAMPALAM, E. N.; PLOZZA, T.; KERR, M; et al. Interaction of diet and long ageing period on lipid oxidation and colour stability of lamb meat. **Meat Science**, v.129, p.43-49, 2017.

PÉREZ-JIMÉZ, J.; SAURA-CALIXTO, F. Effect of solvent and certain food constituents on different antioxidant capacity assays. **Food Res Int**, ;39:791-800, 2006.

POTI, F.; SANTI, D.; SPAGGIARI, G.; et al. Polyphenol health effects on cardiovascular and neurodegenerative disorders: a review and meta-analysis. **Int. J. Mol. Sci.** 20, 351. <https://doi.org/10.3390/ijms20020351>, 2019.

PRASAD, S; SUBASH C; AMIT, K. Reactive oxygen species (ROS) and cancer: Role of antioxidative nutraceuticals. **Research output: Contribution to journal Review article > peer-review**. DOI: 10.1016/j.canlet.2016.03.042, 2017.

PRAKASH, M.; BASAVARAJ, B. V.; CHIDAMBARA, M, K, N. Biological functions of epicatechin: Plant cell to human cell health. **Journal of Functional Foods**, 52, 14–24. doi: 10.1016/j.jff.2018.10.021, 2019

PULIDO, R.; BRAVO, L.; SAURA-CALIXTO, F. Antioxidant activity of dietary polyphenols as determined by a modified ferric reducing/ antioxidant power assay. **J. Agric. Food Chem.** 48, 3396–3402. <https://doi.org/10.1021/jf9913458>, 2020.

RAWADOOZI, Z. J.; HARTMANN, T. P.; CARPENEDO, S. Identification and characterization of QTLs for fruit quality traits in peach through a multi-family approach. **BMC Genomics**. Jul 29;21(1):522. doi: 10.1186/s12864-020-06927-x. PMID: 32727362; PMCID: PMC7392839, 2020.

RE, R.; PELLEGRINI, N.; PROTEGGENTE, A.; et al. Antioxidant activity applying an improved ABTS+ radical cation decolorization assay. **Free Radical Bio. Med.** 26, 1231–1237. [https://doi.org/10.1016/S0891-5849\(98\)00315-3](https://doi.org/10.1016/S0891-5849(98)00315-3), 1999.

RUFINO, M. DO S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S. D.; et al. Determinação da atividade antioxidante total em frutas pelo método da redução de ferro (FRAP). **Comunicado Técnico Embrapa**, v. 125, p. 3–6, 2006.

SAINSBURY, J.; GRYPY, R.; ELLINGWORTH, J.; et al. The effects of antioxidants and shelf life conditions on oxidation markers in a sunflower oil salad dressing emulsion (SOSDE). **Food Chemistry**, v. 213, p.230-237, 2016.

SALGADO, J. Alimentos Funcionais. 1ªEd. p.256. São Paulo: **Oficina de Textos**, 2017.

SANCHEZ, N. F. S.; SALAS, R. C.; VALADEZ, B. R.; et al. Natural antioxidant extracts as food preservatives. **Acta Sci Pol Technol Aliment.** Oct Dec;16(4):361-370. doi: 10.17306/J.AFS.0530. PMID: 29241315, 2017.

SANTORO, N.; EPPERSON, C.N.; MATHEWS, S.B. Sintomas da menopausa e seu manejo. **Endocrinologia e clínicas de metabolismo da América do Norte**. v.44, n 3, p. 497-515, 2015.

SENICA, M.; STAMPAR, F.; VEBERIC, R.; MIKULIC-PETKOVSEK, M. Fruit seeds of the Rosaceae family: a waste, new life, or a danger to human health? **J. Agric. Food. Chem.** 65 (48), 10621–10629, 2017.

SHAHIDI, F.; ZHONG, Y. Lipid oxidation and improving the oxidative stability. **Chemical Society Reviews**, 39(11),4067–. doi:10.1039/b922183m, 2015.

SHAH, S. R.; UKAEGBU, C. I.; HAMID, H. A.; ALARA, O. R. Evaluation of antioxidant and antibacterial activities of the stems of *Flammulina velutipes* and *Hypsizygus tessellatus* (white and brown var.) extracted with different solvents. **J. Food Meas. Charact.** <https://doi.org/10.1007/s11694-018-9810-8>, 0, 0, 2018.

SHARMA, A.; SHAHZAD, B.; REHMAN, A.; BHARDWAJ, R.; et al. Response of Phenylpropanoid Pathway and the Role of Polyphenols in Plants under Abiotic Stress. **Molecules**, 24, 2452. <https://doi.org/10.3390/molecules24132452>, 2019.

SILVA, E. V.; SILVA, E. E. V.; PAIVA, Y. F et al. Sweet potato flour as substitute for wheat flour and sugar in cookies production. **International Journal of Development Research**, 7, (11), 17031-17036, 2017.

SILVA, V.; IGREJAS, G.; FALCO, V.; et al. Chemical composition, antioxidant and antimicrobial activity of phenolic compounds extracted from wine industry by-products, **Food Control**, doi: 10.1016/j.foodcont.2018.05.031, 2018.

SINGLETON, V. L.; ORTHOFER, R.; LAMUELA-RAVENTO, R. M. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. **Method Enzymol.** 299, 152–178. [https://doi.org/10.1016/S0076-6879\(99\)99017-1](https://doi.org/10.1016/S0076-6879(99)99017-1), 1999.

SPORIN, M.; AVBELJ, B.; KOVAC, S. S. Quality characteristics of wheat flour dough and bread containing grape pomace flour. **Food Sci. Technol. Int.** 24(3), 251–263 2018.

SPORIN, M.; AVBELI, M.; KOVAC, B.; MOZINA, S. S. Quality characteristics of wheat flour dough and bread containing grape pomace flour. **Food Science and Technology International**, 24(3), 251–263. doi:10.1177/1082013217745398, 2017.

SULEIRIA, H. A. R.; BARROW, C. J.; DUNSHEA, R. R. Triagem e caracterização de compostos fenólicos e sua capacidade antioxidante em diferentes cascas de frutas. **Foods** 9 , 1206. <https://doi.org/10.3390/foods9091206>, 2020.

STAROWICZ, M.; ZIELINSKI, H. How Maillard Reaction Influences Sensorial Properties (Color, Flavor and Texture) of Food Products?. **Food Reviews International**. 35. 1-19. 10.1080/87559129.2019.1600538, 2019.

ESPARZA, I.; CIMMINELLI, M. J.; MOLER, J. A.; et al. Stability of Phenolic Compounds in Grape Stem Extracts. **Antioxidants** 9, 720. <https://doi.org/10.3390/antiox9080720>, 2020.

TAGHVAEI, M.; JAFARI, S. M.; NOWROUZIEH, S.; ALISHAH, O. The influence of cooking process on the microwave-assisted extraction of cottonseed oil. **Journal of Food Science and Technology**, 52(2), 1138–1144, 2015.

TAK, Y.; KUMAR, M.; Phenolics: A Key Defence Secondary Metabolite to Counter Biotic Stress. In: Lone R., Shuab R., Kamili A. (eds) Plant Phenolics in Sustainable Agriculture. **Springer, Singapore**. [https://doi.org/10.1007/978-981-15-4890-1\\_13](https://doi.org/10.1007/978-981-15-4890-1_13), 2020.

TIVERON, A. P.; ROSALEN, P. L.; FRANCHIN, M.; et al. Chemical Characterization and Antioxidant, Antimicrobial, and Anti-Inflammatory Activities of South Brazilian Organic Propolis. **PLOS ONE**, 11(11), e0165588. doi:10.1371/journal.pone.0165588, 2016.

VIEIRA, E. S. S.; GUIDA, L. M.; ZUNIGA, A. D. G.; PIRES, C. R. F. Avaliação sensorial de biscoito sem gluten do tipo cookie desenvolvido com farinha de amaranto enriquecido com farinha de baru. **Revista Desafios –Suplemento**, doi :<http://dx.doi.org/10.20873/uftsupl2020-8741>, 2020.

VIMOLMANGKANG, S.; ZHENG, H.; PENG, Q.; et al. Assessment of Sugar Components and Genes Involved in the Regulation of Sucrose Accumulation in Peach Fruit. **J Agric Food Chem.** Sep 7;64(35):6723-9. doi: 10.1021/acs.jafc.6b02159. Epub 2016 Aug 25. PMID: 27537219, 2016.

VINU, R.; POLISETTI, S.; MADRAS, G. Dye sensitized visible light degradation of phenolic compounds. **Chemical Engineering Journal**, 165(3), 784–797. doi:10.1016/j.cej.2010.10.018, 2010.

VOLF, I.; IGNAT, I.; NEAMTU, M.; POPA, V. Thermal stability, antioxidant activity, and photo-oxidation of natural polyphenols. **Chemical Papers**, 68(1). doi:10.2478/s11696-013-0417-6, 2014.

VUOLO, M. M.; LIMA, V. S.; MARÓSTICA, M. R. J. Phenolic Compounds. **Bioactive Compounds**, 33–50. doi:10.1016/b978-0-12-814774-0.00002-5, 2019.

WANG, Z.; LI, S.; GE, S.; LIN, S. Review of Distribution, Extraction Methods, and Health Benefits of Bound Phenolics in Food Plants. **J Agric Food Chem.** 18;68(11):3330-3343. doi: 10.1021/acs.jafc.9b06574. Epub 2020 Mar 5. PMID: 32092268, 2020.

WENG, M.; LI, Y.; WU, L.; et al. Effects of passion fruit peel flour as a dietary fibre resource on biscuit quality. **Food Science and Technology**. 41. 10.1590/fst.33419, 2020.

WILLIAMSON, K.; PAO, S.; DORMEDY, E.; et al. Microbial evaluation of automated sorting systems in stone fruit packinghouses during

peach packing. **International Journal of Food Microbiology**, 285, 98–102, 2018.

WROLSTAD, R. E.; SMITH, D. Color Analysis. In: Nielsen S.S. (eds) Food Analysis. **Food Science Text Series. Springer, Cham**. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-45776-5\\_31](https://doi.org/10.1007/978-3-319-45776-5_31), 2017.

YAQOOB, M.; AGGARWAL, P.; RASOOL, N.; et al. Enhanced functional properties and shelf stability of cookies by fortification of kinnow derived phytochemicals and residues. **Journal of Food Measurement and Characterization**, 15(3), 2369–2376. doi:10.1007/s11694-021-00827-8, 2021.

YANG, B.; GUO, M.; ZHAO, Z. Incorporation of wheat malt into a cookie recipe and its effect on the physicochemical properties of the corresponding dough and cookies. **LWT - Food Science and Technology**, 117, Article 108651, 2020.

YASHIKI, L.; TRIBOLI, E. Caracterização físico-química e tecnológica de inhame obtida por atomização. 785-788. 10.5151/cobeq2018-PT.0215, 2018.

YUNIASTUTI, A.; ISWARI, R.S.; SUSANTI, R. Antioxidant Acitivity in Various Processed Products of Inferior Local Tubers (*Dioscorea sp. L.*). in **NRLS Conference Proceedings, International Conference on Natural Resources and Life Sciences**, KnE Life Sciences, p. 35– 40, 2016.

ZAMAN, A.; IHSANULLAH, I.; SHAH, A. A.; et al. Combined effect of gamma irradiation and hot water dipping on the selected nutrients and shelf life of peach. **Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry**, 298(3), 1665–1672. doi:10.1007/s10967-013-2656-y, 2013.

ZEB, A.; ULLAH, F.; Effects of spinach leaf extracts on quality characteristics and phenolic profile of sunflower oil. **European Journal of Lipid Science and Technology**, 121(1), 1800325, 2019.

ZHANG, J.; WANG, Y.; PAN, D. D.; et al. Effect of black pepper essential oil on the quality of fresh pork during storage. **Meat Science**, v.117, p.130-136, 2016.

ZHANG, X.; LI, X.; SU, M.; et al. A comparative UPLC-QTOF/MS-based metabolomics approach for distinguishing peach (*Prunus persica* (L.) Batsch) fruit cultivars with varying antioxidant activity, *Food Research International* (2020), doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodres>, 2020.

ZHONG, N.; LIU, G.; ZHAO, X.; et al. Lipid Peroxidation Inhibition Activity of Maillard Reaction Products Derived from Sugar-amino Acid Model Systems. *Advance Journal of Food Science and Technology*, 9(5), 393–397. doi:10.19026/, 2015.