

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS  
ESCOLA DE AGRONOMIA

KAREN CARVALHO FERREIRA

**CARACTERIZAÇÃO INTEGRAL DE FRUTOS TAMARINDO  
(*Tamarindus indica* L.) DO CERRADO DE GOIÁS, BRASIL E  
APLICAÇÃO EM PRODUTOS DRAGEADOS**

GOIÂNIA

2018

**TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR  
VERSÕES ELETRÔNICAS DE TESES E DISSERTAÇÕES  
NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG**

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), regulamentada pela Resolução CEPEC nº 832/2007, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei nº 9610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou *download*, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

1. Identificação do material bibliográfico:     Dissertação     Tese

**2. Identificação da Tese ou Dissertação:**

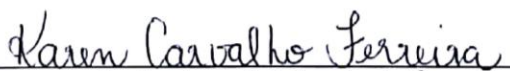
Nome completo do autor: KAREN CARVALHO FERREIRA

Título do trabalho: Caracterização integral de frutos tamarindo (*Tamarindus Indica* L.) do Cerrado de Goiás, Brasil e aplicação em produtos drageados.

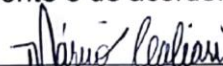
**3. Informações de acesso ao documento:**

Concorda com a liberação total do documento  SIM     NÃO<sup>1</sup>

Havendo concordância com a disponibilização eletrônica, torna-se imprescindível o envio do(s) arquivo(s) em formato digital PDF da tese ou dissertação.

  
Assinatura do(a) autor(a)<sup>2</sup>

Ciente e de acordo:

  
Assinatura do(a) orientador(a)<sup>2</sup>

Data: 06 / 11 / 18

<sup>1</sup> Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. A extensão deste prazo suscita justificativa junto à coordenação do curso. Os dados do documento não serão disponibilizados durante o período de embargo.

Casos de embargo:

- Solicitação de registro de patente;
- Submissão de artigo em revista científica;
- Publicação como capítulo de livro;
- Publicação da dissertação/tese em livro.

<sup>2</sup> A assinatura deve ser escaneada.

KAREN CARVALHO FERREIRA

**CARACTERIZAÇÃO INTEGRAL DE FRUTOS TAMARINDO  
(*Tamarindus indica* L.) DO CERRADO DE GOIÁS, BRASIL E  
APLICAÇÃO EM PRODUTOS DRAGEADOS**

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

**Orientador:** Prof. Dr. Marcio Caliarí

**Co-Orientador:** Prof. Dr. Manoel Soares Soares Júnior

Goiânia

2018

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UFG.

Ferreira, Karen Carvalho

Caracterização integral de frutos tamarindo (*Tamarindus Indica L.*) do Cerrado de Goiás, Brasil, e aplicação em produtos drageados [manuscrito] / Karen Carvalho Ferreira. - 2018.  
LXXXII, 82 f.: il.

Orientador: Prof. Dr. Márcio Caliarí; co-orientador Dr. Manoel Soares Soares Júnior.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Goiás, Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos (EAEA), Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Goiânia, 2018.

Bibliografia. Anexos.  
Inclui tabelas.

1. Antinutricionais. 2. Cascas de tamarindo. 3. calorimetria. 4. Dureza. 5. Semente de tamarindo. I. Caliarí, Márcio , orient. II. Título.

CDU 664



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS  
ESCOLA DE AGRONOMIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONEGÓCIO - PPAGRO

**ATA DA REUNIÃO DA BANCA EXAMINADORA DA DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE KAREN CARVALHO FERREIRA** – Aos nove dias do mês de março de dois mil e dezessete (09/03/2018), às 09h00min, reuniram-se os componentes da Banca Examinadora: Prof . Dr . Márcio Caliani (orientador/Presidente/ PPGCTA/EA/UFG), Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Fernanda Salamoni Becker (membro externo/EA/UFG) e Prof . Dr . Edson Pablo da Silva (membro externo/EA/UFG) para, sob a presidência do primeiro, e em sessão pública realizada na Sala 18/EA/PRÉDIO CENTRAL, procederem à avaliação da defesa de dissertação intitulada: “**CARACTERIZAÇÃO INTEGRAL DE FRUTOS TAMARINDO (*Tamarindus indica* L.) DO CERRADO DE GOIÁS, BRASIL E APLICAÇÃO EM PRODUTOS DRAGEADOS**”, em nível de **Mestrado**, área de concentração em **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, de autoria de **Karen Carvalho Ferreira**, discente do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia da Universidade Federal de Goiás. A sessão foi aberta pelo presidente da Banca Examinadora, Prof . Dr . Márcio Caliani, que fez a apresentação formal dos membros da Banca. A palavra a seguir, foi concedida á autora da dissertação que, em 30 minutos procedeu à apresentação de seu trabalho. Terminada a apresentação, cada membro da Banca arguiu a examinanda, tendo-se adotado o sistema de diálogo sequencial. Terminada a fase de arguição, procedeu-se à avaliação da defesa. Tendo-se em vista o que consta na Resolução nº. 1075/2012, do Conselho de Ensino, Pesquisa, Extensão e Cultura (CEPEC), que regulamenta o Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos e procedidas às correções recomendadas, a dissertação foi **APROVADA** por unanimidade, sendo cumpridos os requisitos para fins de obtenção do título de **MESTRE EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS**, na área de concentração em **Ciência e Tecnologia de Alimentos** pela Universidade Federal de Goiás. A conclusão do curso dar-se-á quando da entrega, na secretaria do programa, da versão definitiva da dissertação, com as devidas correções, no prazo de até 30 dias. A Banca Examinadora recomenda a publicação de artigo científico, oriundo dessa dissertação em periódicos de circulação nacional e/ou internacional depois de atendidas às modificações sugeridas. Cumpridas as formalidades de pauta, às 11h00min, o presidente da mesa encerrou esta sessão de defesa de dissertação e para constar eu, Lindinalva de Oliveira Teixeira, secretária do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, lavrei a presente Ata que depois de lida e aprovada será assinada pelos membros da Banca Examinadora em três vias de igual teor.

Prof . Dr . Márcio Caliani  
Orientador-Presidente /PPGCTA/EA/UFG

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Fernanda Salamoni Becker  
Membro externo/EA/UFG

Prof . Dr . Edson Pablo da Silva  
Membro externo/EA/UFG

À minha mãe e irmãs.  
Pelo apoio e confiança, sempre.  
Dedico!

## AGRADECIMENTOS

À Deus, em primeiro lugar, por manter minha fé, esperança e força para sempre continuar em frente pelos meus sonhos. Agradeço pela benção de concluir essa fase e pela proteção durante todo esse tempo longe de casa.

À minha família amada, mãe Nilma Carvalho de Oliveira, irmãs Cinthia e Nayara, e cunhado Marconi Júnior, pelo apoio, incentivo e amor sempre. Vocês são minha base.

Ao meu orientador professor Dr. Márcio Caliari, pela orientação, disponibilidade, atenção, compreensão, pelo exemplo de profissional e por acreditar em nosso trabalho. Ao professor Dr. Manoel Soares Soares Júnior, pela disposição e paciência em ensinar e incentivar, principalmente, sobre a estatística do trabalho.

Aos professores do ICB-UFG, prof. Dr. Armando Rodrigues e prof. Dr. Kátia Flávia por auxiliarem em análises e cederem seus laboratórios e ao Laboratório de Pós-colheita da Universidade Federal de Lavras, por realizarem as análises de antinutricionais. À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo apoio financeiro, através da bolsa de estudos.

Às minhas amigas, colegas de laboratório, companheiras do convívio diário e da rotina. Obrigada por ajudarem na execução de todo o trabalho, por fazerem das atividades, muitas vezes, monótonas e cansativas, mais leves e agradáveis. Agradeço as risadas, os almoços, os fins-de-semana de lazer, a amizade, parceria e carinho. Obrigada Ju (Juliana Ap. Correia Bento) e Mary Lu (Marília Cândido Fideles). Vocês fizeram toda a diferença!

Às minhas princesas (Ana Lázara, Michele e Dalila) pela amizade e cumplicidade. Vocês fizeram dos seminários de QBA, noites alegres em claro. Com vocês aprendi muito mais! Agradeço, ainda, a princesa Dalila, pelos tamarindos doados.

Ao meu amigo, primo querido Eduardo Azambuja, pelos tamarindos e por me animar sempre. As amigas Rê e Ludy, e demais amigos de Rio Verde - GO, por me apoiarem nessa etapa, incentivarem sempre, escutarem as lamentações sobre o cansaço, pela amizade e amor. A amiga Ana Paula Cavalcante e sua mãe, por me acolherem quando cheguei em Goiânia de forma tão amorosa. Aos colegas de mestrado e do doutorado e todos os docentes do PPGCTA-UFG, por todo conhecimento compartilhado e incentivo.

Por fim, agradeço ao amigo Jadson Belém de Moura, por sempre acreditar que sou capaz, e a todos que, de uma forma ou de outra, me ajudaram a chegar até aqui. Muito obrigada!

*“Tudo acontece no tempo certo...  
e no final tudo dá certo, se não deu certo ainda,  
é porque não chegou no final.”*

Autor desconhecido

## RESUMO

O Brasil é um país com diferentes biomas e grande diversidade de espécies vegetais pouco exploradas, e o bioma Cerrado é conhecido pela riqueza de fauna e flora. Dentre as frutíferas existentes no Cerrado, destaca-se o tamarindeiro. Seu fruto apresenta excelentes propriedades nutricionais, porém pesquisas envolvendo todas as utilidades do fruto ainda são pouco significativas. O objetivo do trabalho foi caracterizar e avaliar polpa, casca e sementes de tamarindo (*Tamarindus indica* L.), desenvolver drageados salgados utilizando as farinhas dos subprodutos cascas e sementes, além de avaliar a qualidade nutricional e sensorial dos drageados produzidos. Os frutos foram coletados em Rio Verde e Ceres, Goiás, Brasil, e divididos em polpa, cascas e sementes. Realizou-se caracterização física, química, nutricional, calorimetria, antioxidantes e antinutricionais. Os resultados desse estudo indicaram que os frutos coletados obtiveram maior proporção de polpa em relação as partes residuais, apresentaram alto teor de carboidrato e baixa atividade de água para as três porções (polpa, cascas e sementes) e menores valores de cinzas, lipídeos e proteínas. As farinhas de casca e semente apresentaram alto teor de fibra alimentar total e polpa do fruto apresentou pH ácido e alta acidez titulável. A farinha das sementes apresentou índice de absorção e solubilidade em água maiores que a farinha das cascas, e menor índice de absorção de óleo. A polpa de tamarindo apresentou 4 picos em seu termograma (de 35 a 155°C), e as farinhas de casca e semente de tamarindo apresentaram comportamento semelhante a polpa após 115 °C, com 2 picos endotérmicos. Todas as porções do fruto analisadas apresentaram capacidade antioxidante, não diferindo significativamente entre si. O extrato metanólico foi mais eficiente na extração dos compostos fenólicos das três porções do tamarindo, sendo o maior teor encontrado nas sementes. A casca apresentou baixa toxicidade frente a *Artemia salina* e as sementes e polpa não apresentaram toxicidade. Para os fatores antinutricionais, a polpa de tamarindo apresentou o maior teor de nitratos e ausência de inibidor de tripsina. As sementes de tamarindo apresentaram a maior quantidade de taninos. Para a elaboração dos drageado salgado com aplicação de farinhas de coprodutos de tamarindo foi utilizado delineamento de mistura com seis formulações de drageados, onde o mais próximo do comercial em relação à dureza foi selecionado para as análises sensorial e proximal. O drageado selecionado apresentou dureza instrumental inferior à do drageado comercial e baixa atividade de água, alto valor de lipídeos, proteínas e valor energético. A adição das farinhas de coprodutos de tamarindo influenciou o conteúdo de fibras, sendo este mais elevado que no drageado comercial. O drageado selecionado obteve boa aceitação, com exceção do atributo aparência e, de acordo com os provadores, provavelmente comprariam o novo produto.

**Palavras-chave:** *Artemia salina*, cascas de tamarindo, calorimetria, dureza, fatores antinutricionais, sementes de tamarindo.

## ABSTRACT

Brazil is a country with different biomes and great diversity of little explored vegetal species, and the Cerrado biome is known for the wealth of resources and flora. Among the fruit trees in the Cerrado, the tamarind tree stands out. Its fruit has excellent nutritional properties, but researches involving all the fruit's uses are still insignificant. The objective of this work was to characterize and evaluate tamarind pulp, shell and seeds (*Tamarindus indica* L.), to develop salted dragees using the flours of the by-products shell and seeds, besides evaluating the nutritional and sensorial quality of the dragees produced. The fruits were collected in Rio Verde and Ceres, Goiás, Brazil, and divided into pulp, shell and seeds. Physical, chemical, nutritional, calorimetry and antioxidant and antinutritional analyzes were performed. The results of this study indicated that the collected fruits obtained a higher proportion of pulp in relation to the residual parts, presented high carbohydrate content and low water activity for the three portions (pulp, peels and seeds) and lower values of ash, lipids and proteins. The shell and seed flours presented high content of total dietary fiber and pulp of the fruit had acid pH and high titratable acidity. The seed flour had a water absorption and solubility index greater than the shell flour, and a lower oil absorption index. The tamarind pulp presented 4 peaks in its thermogram (from 35 to 155 °C), and the tamarind shell and seed flours presented pulp-like behavior after 115 °C with 2 endothermic peaks. All the analyzed fruit portions had high antioxidant capacity, not significantly different from each other. The methanolic extract was more efficient in the extraction of the phenolic compounds of the three portions of tamarind, being the highest content found in the seeds. The tamarind shell showed low toxicity to *Artemia salina* and the seeds and pulp presented no toxicity. For the antinutritional factors, the tamarind pulp showed the highest nitrate content and absence of trypsin inhibitor. The tamarind seeds presented the highest amount of tannins. For the elaboration of the salted dragee with application of flours of by-products of tamarind was used the design of mixture with six formulations of dragees, where the closest to the commercial in relation to hardness was selected for the sensory and proximal analyzes. The dragee selected had lower instrumental hardness than commercial dragee and low water activity, high lipid, protein and energy value. The addition of flours of tamarind by-products influenced the fiber content, which was higher than in the commercial dragee. The dragee selected was well accepted, with the exception of the appearance attribute and, according to the tasters, would probably buy a new product.

**Keywords:** *Artemia salina*, antinutritional factors, calorimetry, hardness, tamarind shells, tamarind seeds.

## SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 .....	13
1. INTRODUÇÃO .....	13
1.2 REVISÃO DE LITERATURA .....	15
1.2.1 Cerrado Brasileiro.....	15
1.2.2 Tamarindo ( <i>Tamarindus indica</i> L.) .....	16
1.2.2.1 Sementes.....	18
1.2.2.2. Cascas .....	20
1.2.3 Compostos bioativos .....	21
1.2.4 Toxicidade em alimentos.....	22
1.2.5 Fatores antinutricionais.....	23
1.2.6 Drageados .....	24
1.3 OBJETIVOS .....	26
1.3.1 Objetivo geral .....	26
1.3.2 Objetivos específicos.....	26
REFERÊNCIAS .....	27
CAPÍTULO 2 .....	35
CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E PROPRIEDADES TECNOLÓGICAS E TÉRMICAS DO TAMARINDO ( <i>TAMARINDUS INDICA</i> L.) DO CERRADO DE GOIÁS, BRASIL .....	35
1. Introdução.....	36
2. Material e métodos .....	36
2.1. Obtenção dos frutos, extração da polpa e preparo das farinhas de casca (FCT) e semente (FST) de tamarindo.....	36
2.2. Composição proximal e valor energético total (VET).....	37
2.3. Caracterização físico-química .....	37
2.4. Absorção e solubilidade em água e absorção de óleo das farinhas .....	37
2.5. Propriedades térmicas.....	38
2.6. Análises estatísticas .....	38
3. Resultados e discussões .....	38
3.1. Proporções e composição proximal dos frutos .....	38
3.2. Características físico-químicas .....	40
3.3. Índices de absorção em água e óleo e solubilidade em água das farinhas de casca e sementes de tamarindo.....	41
3.4. Propriedades térmicas.....	42
4. Conclusão .....	43
5. Referências .....	43
CAPÍTULO 3 .....	50
POTENCIAL ANTIOXIDANTE, COMPOSTOS FENÓLICOS, TOXICIDADE E FATORES ANTINUTRICIONAIS DO TAMARINDO ( <i>TAMARINDUS INDICA</i> L.) DO CERRADO DE GOIÁS, BRASIL .....	50
1. Introdução.....	51
2. Material e métodos .....	51
2.1. Obtenção dos frutos, extração da polpa e preparo das farinhas.....	51
2.2. Compostos bioativos .....	52
2.3. Ensaio de toxicidade com <i>Artemia salina</i> .....	52
2.4. Fatores antinutricionais.....	52

2.5. Análises estatísticas .....	53
3.Resultados e discussões .....	53
3.1. Capacidade antioxidante e compostos fenólicos .....	53
3.2. Toxicidade com <i>Artemia salina</i> .....	54
3.3. Fatores antinutricionais.....	54
4. Conclusão .....	56
5. Referências .....	57
CAPÍTULO 4 .....	63
DESENVOLVIMENTO DE DRAGEADOS SALGADOS COM APLICAÇÃO DE COPRODUTOS DE TAMARINDO ( <i>TAMARINDUS INDICA</i> L.) .....	63
1 .....	64
1.Introdução.....	64
2. Material e métodos .....	64
2.1. Matérias-primas .....	64
2.2. Processamento dos drageados .....	65
2.3. Dureza instrumental.....	66
2.4. Atividade de água, análises microbiológicas e sensorial do drageado selecionado .....	66
2.5. Composição proximal e Valor energético total do drageado selecionado.....	66
3.Resultados e discussão .....	67
4. Conclusão .....	69
5. Referências .....	69
CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	75
ANEXOS .....	76
Anexo 1. Normas para submissão de artigos.....	76
Anexo 2. Modelo de manuscrito para submissão. ....	79
Anexo 3. Ficha aplicada na Análise sensorial. ....	83

# CAPÍTULO 1

## 1. INTRODUÇÃO

O consumo de frutas deixou de ser uma questão de preferência pessoal e tornou-se alternativa para a melhoria da qualidade de vida devido ao alto valor nutricional. Além de nutrientes essenciais (carboidratos, lipídeos e proteínas), a maioria das frutas apresentam quantidades consideráveis de micronutrientes, como minerais, fibras, vitaminas e compostos fitoquímicos secundários, os quais são associadas a prevenção de certas doenças como alguns tipos de câncer, inflamação, doenças cardiovasculares e doenças neurodegenerativas (SILVA et al., 2014; RUFINO et al., 2010).

O Brasil é o país que apresenta a maior biodiversidade do mundo, o que permite acesso a inúmeras espécies frutíferas, muitas das quais pouco conhecidas e, por tal motivo, pouco exploradas comercialmente (MATTIETTO; LOPES; MENEZES, 2010). No entanto, em 2014, o Brasil foi considerado o terceiro maior país produtor de frutas em todo o mundo com 4,8% do total mundial produzido, sendo os primeiros China e Índia, responsáveis por 30,2% e 10,8% do total mundial produzido, respectivamente (FAO, 2014).

Dentre os biomas do Brasil, o Cerrado se destaca sendo o segundo maior do país e a savana mais rica do mundo (BRASIL, 2015). Possui recursos naturais renováveis e grande variedade de espécies frutíferas nativas e cultivadas com características nutricionais e sensoriais singulares, dentre as quais encontra-se o tamarindo (SCHIASSI et al., 2018).

O valor comercial do tamarindo ainda é de pequena expressão, mas vem apresentando tendência de crescimento graças ao interesse por seu potencial agroindustrial (SANTOS-SEREJO; BARBOSA; LUNA, 2009). É considerada uma fruta exótica e apesar de ser rica em nutrientes e ter alto valor energético, os benefícios são eficazes quando consumida “in natura”, o que não acontece com frequência, já que seu consumo é mais frequente em alimentos processados (LIM et al., 2013; FAVET; FRIKART; POTIN, 2011). O sabor doce/azedo do fruto é único e muito utilizado popularmente na culinária, além das suas várias partes (raízes, madeira, casca, folhas) possuírem características nutricionais e farmacêuticas (BOUROU et al., 2010; BUYINZA; SENJONGA; LUSIBA, 2010). O processamento da

polpa gera grande quantidade de resíduos que podem ser reduzidos pela valorização dos seus subprodutos (FAVET; FRIKART; POTIN, 2011).

O aproveitamento integral das frutas na elaboração de novos produtos é uma alternativa tecnológica que está ao alcance de todos, pois pode ser aplicada tanto no ambiente industrial como residencial. Além disso é uma prática saudável e também contribui com benefícios à saúde. O uso de todo o tecido da planta pode trazer benefícios econômicos para os produtores e um impacto favorável sobre o meio ambiente, levando a uma maior diversidade de produtos (SOARES, 2015; PESCHEL et al., 2006).

O tamarindo apresenta algumas características tecnológicas e nutricionais interessantes para a indústria de alimentos e farmacêutica, sendo que diferentes partes da planta podem ser aproveitadas tanto para produção de alimentos processados como para aplicações terapêuticas (RAZALLI et al., 2012). A polpa da fruta pode ser consumida fresca, usada como tempero, componente de molhos, sucos e outras bebidas, além de ser processada em geléias e doces (CALUWE; HALAMOVÁ; VAN DAMME, 2010). As sementes de tamarindo são fontes de polissacarídeos, e a farinha das sementes foi recomendado para uso como estabilizador em sorvetes, maioneses e queijos, podendo também ser aplicadas em bolos e pães (BUYINZA; SENJONGA; LUSIBA, 2010; CALUWE; HALAMOVÁ; VAN DAMME, 2010).

Existem muitas técnicas de processamento de alimentos e, entre essas, está o drageamento. A técnica de drageamento é considerada uma das mais antigas de produção de confeitos e é definida como o engrossamento controlado de um centro por meio da aplicação de sucessivas camadas de cobertura sobre os centros, em equipamentos chamados drageadeiras, em um ambiente com condições de umidade e temperatura controladas. O drageamento permite uma diversificação de produtos, sendo possível trabalhar diferentes tipos de centros e coberturas variando conteúdo e apresentação (PEREIRA, 2010).

Desta forma, devido a falta de informações científicas das propriedades do tamarindo do Cerrado e de seus subprodutos, o objetivo do trabalho foi avaliar a polpa, cascas e sementes de tamarindo (*Tamarindus indica* L.) do cerrado de Goiás, desenvolver drageados salgados utilizando as farinhas dos subprodutos cascas e sementes, além de avaliar a qualidade nutricional e sensorial dos drageados produzidos.

## 1.2 REVISÃO DE LITERATURA

### 1.2.1 Cerrado Brasileiro

O Cerrado é o segundo maior bioma do Brasil, ocupando cerca de 25% do território nacional e é reconhecido como a savana mais rica do mundo. Sua área contínua incide sobre os estados de Goiás, Tocantins, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Bahia, Maranhão, Piauí, Paraná, São Paulo e Distrito Federal (BRASIL, 2015). Constitui uma herança imensurável de recursos naturais renováveis com vegetação que vão desde pastagens abertas até bosques, com formas intermediárias entre elas. No entanto, a ocupação e a exploração desordenada de seus recursos vêm causando a extinção de espécies nativas, a perda da variabilidade genética e a degradação dos recursos naturais. Em virtude disso, há quase duas décadas, o Cerrado foi incluído na lista de hotspots da biodiversidade mundial, isto é, uma área do planeta sob forte ameaça de perdas ambientais irreparáveis (SCHIASSI et al., 2018; ALMEIDA et al., 2017; BRASIL 2015).



**Figura 1.** Localização do bioma Cerrado no Brasil.  
Fonte: Ministério do Meio Ambiente, 2015.

O clima predominante do Cerrado é o tropical sazonal, com temperatura média anual de 22 a 23°C e sazonalidade das chuvas, fator determinante para o tipo de vegetação. Os índices pluviométricos mensais reduzem-se bastante no outono-inverno, meses de maio a setembro, e a umidade relativa do ar permanece entre 10 e 30%, podendo ocorrer secas prolongadas, o que leva a incidência frequente de incêndios, outra característica deste bioma (ALMEIDA et al., 2017; PEREIRA JÚNIOR et al., 2014). Estas características únicas creditam ao Cerrado grande variedade de frutos desempenhando um papel importante devido ao seu potencial econômico e à sua utilização como alimentos (HAMACEK et al., 2013).

As espécies de frutos nativas ou cultivadas no Cerrado possuem características sensoriais únicas e alto valor nutricional devido ao conteúdo de fibras alimentares, vitaminas e minerais, bem como outros nutrientes, além de oferecer atrativos sensoriais como cor, aroma e sabor. Essas características garantem potencial de exploração nacional e internacional à essas espécies frutíferas, o que desperta o interesse dos consumidores tornando-as fonte potencial para o desenvolvimento de produtos inovadores e saudáveis na indústria de alimentos (SCHIASI et al., 2018; MORZELLE et al., 2015). No entanto, os frutos do Cerrado não são totalmente explorados comercialmente e as informações acerca do potencial nutricional são limitadas sugerindo a necessidade de estudos que ampliem o conhecimento de suas espécies e ajudem na preservação do Bioma, de forma a compreender os benefícios nutricionais do fruto, melhorar a qualidade e agregar valor à esses alimentos (CARNEIRO et al., 2014; SOUZA et al., 2012).

Entre as espécies frutíferas encontradas no Cerrado brasileiro, o tamarindo (*Tamarindus indica* L.) encontra-se por toda a extensão do bioma em plantações dispersas com pouco interesse agrícola. Esta fruta pertence à família Leguminosae, nativa da África tropical, porém, é cultivada em todo o mundo, especialmente em países tropicais como o Brasil, no qual ocupa posição de destaque no nordeste brasileiro (HAMACEK et al., 2013).

### **1.2.2 Tamarindo (*Tamarindus indica* L.)**

O Tamarindeiro, *Tamarindus indica* L., é uma árvore frutífera pertencente à classe *Dicotyledonae*, família *Leguminosae*, originária da África Equatorial, de onde se dispersou para regiões tropicais e subtropicais. É uma árvore bastante decorativa, porém de crescimento lento, podendo alcançar até 30 m de altura, diâmetro de copa de 12 m e circunferência de

tronco de 7 m e, sob condições favoráveis, chegar aos 200 anos de vida (SANTOS-SEREJO; BARBOSA; LUNA, 2009). No Brasil, as plantas se mostram bem adaptadas em vários Estados, sendo encontrada nas Regiões Norte, Nordeste, Sudeste e Centro-Oeste, em plantações não organizadas e dispersas, devido à pouca ou quase nenhuma atenção dada à cultura. Mesmo não sendo nativo do Nordeste, o tamarindeiro é considerado planta frutífera típica da região, sendo uma cultura ideal para regiões semiáridas pela sua rusticidade e adaptabilidade a diversas condições climáticas (SOUSA et al., 2010; SANTOS-SEREJO; BARBOSA; LUNA, 2009).

O tamarindo, nome dado ao fruto do tamarindeiro, é uma vagem alongada, com 5 a 15 cm de comprimento, casca pardo-escura (Figura 2A), lenhosa e quebradiça, contendo de 1 a 5 sementes lisas (Figura 2C), marrom-escuras e achatadas, envolvidas por uma polpa parda (Figura 2B), fibrosa e de sabor ácido-adocicado (PEREIRA et al., 2011). O peso médio do fruto varia entre 10 e 15 g, consistindo em polpa (30%), casca e fibras (30%) e sementes (40%) (FAVET; FRIKART; POTIN, 2011). Sua disponibilidade é sazonal, no Brasil ocorre, principalmente, na época seca do ano (julho a outubro), mas pode estar no mercado durante todo o ano na forma de polpa congelada (GARCÍA et al., 2012).



**Figura 2.** Partes do fruto tamarindo (*Tamarindus indica* L.): a) Cascas de tamarindo; b) Tamarindo inteiro descascado; c) Sementes de tamarindo. Fonte: Arquivo pessoal.

Entre as frutas tropicais exóticas, o tamarindo se destaca por apresentar excelentes qualidades nutricionais. O fruto apresenta teor de água baixo (próximo de 38%), mas possui elevado teor de proteínas, glicídios, elementos minerais como potássio, fósforo, cálcio, magnésio e ferro, e vitaminas. Rico em açúcares, a polpa possui, também, quantidades de ácidos orgânicos dos quais, grande parte se constitui de ácido tartárico, e que conferem a este fruto sabor azedo adocicado, mesmo quando maduro (FAVET; FRIKART; POTIN, 2011; PEREIRA et al., 2011).

O tamarindeiro é considerado uma árvore de múltiplos usos, e vários produtos podem ser obtidos, com destino a indústrias farmacêuticas, cosméticas, indústrias têxteis e, principalmente, alimentícias (PEREIRA et al., 2011; BOUROU et al., 2010), sendo o fruto a principal parte utilizada, embora o tamarindo seja uma fruta pouco consumida (FAVET; FRIKART; POTIN, 2011). De um modo geral, a utilização do tamarindo dá-se, principalmente, a partir da polpa, na fabricação de doces, sorvetes, licores, sucos concentrados, geleias, condimentos e molhos (GARCÍA et al., 2012; PEREIRA et al., 2011).

Na medicina tradicional, o tamarindo é usado na cicatrização de feridas, contra dores abdominais, diarreia, disenteria, infestação parasitária, febre, malária e problemas respiratórios. Também é, comumente, usado em países tropicais por causa de suas propriedades laxantes e afrodisíacas (KURU, 2014). Lim et al. (2013) relataram em seus estudos que os extratos de polpa de tamarindo apresentaram propriedades antioxidantes e de combate ao colesterol, efeitos que podem ser atribuídos à presença de fitoquímicos como os compostos fenólicos. Os antioxidantes contribuem para manter o equilíbrio entre a produção e a eliminação de espécies reativas de oxigênio e outros compostos relacionados, inibindo e reduzindo as lesões causadas pelos radicais livres nas células, atuando na prevenção de doenças como o câncer (VIEIRA et al., 2011).

### **1.2.2.1 Sementes**

As sementes do tamarindo são compostas de tegumento (25-30%) e endosperma (70-75%), apresentam forma irregular e coloração marrom-avermelhada. São grandes e muito duras, encontram-se envolvidas por uma estrutura semelhante a uma membrana e estão ligadas umas às outras por meio de fibras (SANTOS-SEREJO; BARBOSA; LUNA, 2009). Fontes potenciais de proteína, as sementes de tamarindo possuem um bom equilíbrio de aminoácidos essenciais (Tabela 1). No entanto, a baixa digestibilidade dificulta a sua valorização para fins alimentares. Além disso, a semente possui polissacarídeos, com destaque para o xiloglucano, pelas suas propriedades de gelificação. A amêndoa também contém lipídios, enquanto a sua casca é rica em fibras. A valorização da semente de tamarindo pode ser interessante pelo seu conteúdo mineral, especialmente cálcio e potássio (Tabela 2) (SHLINI; MURTHY, 2016; FAVET; FRIKART; POTIN, 2011). As sementes de tamarindo possuem compostos bioativos e compostos fenólicos, como os taninos, aos quais se atribuem atividades antioxidantes, antihepatotóxica, anti-inflamatória, antimutagênica, antidiabética e,

na medicina popular, em seus países de origem, as sementes moídas já eram usadas para tratar furúnculos, disenteria, diarréia ou icterícia (REIS et al., 2016; FAVET; FRIKART; POTIN, 2011).

**Tabela 1.** Teor de aminoácidos da semente de tamarindo (*Tamarindus indica* L.).

Aminoácido	Teor (mg/g de nitrogênio)
Ácido aspártico	935
Ácido glutâmico	1449
Serina	445
Glicina	585
Histidina	249
Arginina	617
Prolina	537
Alanina	371
Metionina	435
Treonina	282
Tirosina	523
Valina	409
Isoleucina	356
Leucina	623
Lisina	527

Fonte: Favet; Frikart; Potin (2011) apud Grollier et al. (1998)

**Tabela 2.** Composição nutricional de sementes de tamarindo (*Tamarindus indica* L.).

Componente	Khairunnuur et al. (2009) <sup>1</sup>	Mohamed, Mohamed e Ahmed (2015) <sup>2</sup>	Olagunju et al. (2018) <sup>3</sup>
Umidade*	20,45	11,21	9,66
Cinzas*	2,15	2,17	3,60
Lipídeos*	2,9	3,17	19,00
Proteínas*	13,35	23,75	48,67
Carboidratos*	61,15	57,33	20,81
Fibra alimentar*	-	2,51	5,69
Cálcio	1,0**	-	0,43**
Potássio	0,67**	-	0,12**
Fósforo	0,15**	-	0,97***
Ferro	-	-	33***
Magnésio	0,16**	-	0,39**

\*Valores em percentual (%); \*\*mg/100 g; \*\*\*mg/Kg; <sup>1</sup>Tamarindos da Malásia; <sup>2</sup> Tamarindos do Sudão; <sup>3</sup> Tamarindos da Nigéria.

Na indústria de alimentos, o polissacarídeo xiloglucano obtido a partir do processamento de sementes de tamarindo tem a finalidade de substituir carboidratos, como o

amido, e, conseqüentemente, reduzir o valor calórico, além de serem usados como estabilizantes de sucos e outros alimentos (SANTOS-SEREJO; BARBOSA; LUNA, 2009). A farinha de sementes de tamarindo pode substituir a farinha de arroz ou de batata no preparo de alimentos (BUYINZA; SENJONGA; LUSIBA, 2010). E o óleo presente na semente é composto em maior parcela por ácido linoleico, caracterizado como ácido graxo poli-insaturado com alto potencial bioativo de grande interesse em produtos alimentícios (LUZIA; JORGE, 2011).

#### **1.2.2.2. Cascas**

As cascas do tamarindo são de coloração marron, frágeis, quebradiças e lenhosas, sendo que quanto mais maduro o fruto mais fáceis de quebrar ficam. O fruto, em formato de vagem, tem sua polpa e sementes protegidas pela casca e por fibras. Convencionalmente, as indústrias que utilizam o fruto no processamento de alimentos, descartam cascas e sementes que, apesar de ter bons valores nutricionais, fácil disponibilidade, baixo custo, não têm uma utilização efetiva (RAO; KUMAR; RAMANA, 2015).

A casca possui característica adstringente e tônica, servindo como digestivo terapêutico na medicina popular. Quando incorporado em loções ou cataplasmas, a casca pode aliviar feridas, úlceras, furúnculos e erupções cutâneas, além de contribuir para a cicatrização (KURU, 2014). O extrato aquoso da casca mostrou 25% de efeito químico inibitório sobre *Salmonella typhi*, sendo utilizado em estados infecciosos (incluindo a malária), estimulando o sistema imunológico e agindo sobre parasitemia (quantidade de parasitos presentes na corrente sanguínea) (NGUTA; MBARIA, 2013).

Além das propriedades medicinais e farmacêuticas, a casca do tamarindo em pó pode ser utilizada como combustível, como material de biomassa na fabricação de briquetes (bloco denso e compacto de materiais energéticos, conhecido como lenha ecológica), com eficiência de combustão de até 99% (RAO; KUMAR; RAMANA, 2015). As cascas de tamarindo também são ótimas absorventes na remoção de corantes de azul de metileno e amarantho a partir de soluções aquosas (AHALYA et al., 2012) e de remoção de íons, como chumbo, cromo, de águas residuais industriais, com a vantagem de ser de baixo custo (BANGARAIH; BABU, 2017; GONSALVES et al., 2014; PANDHARIPANDE; KANALKE, 2013).

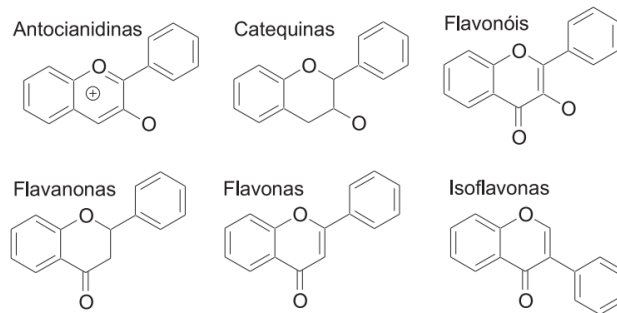
Autores mostraram que resíduos de tamarindo, incluindo cascas e sementes, adicionados a silagens destinadas a alimentação animal, ao nível de 20% de adição, melhorou as características nutricionais das silagens e que permitiu boa fermentação das mesmas (BRAGA et al., 2016). Uma vez que existe pouco aproveitamento tecnológico, não foram encontradas na literatura informações e/ou nenhum estudo direcionado a caracterização físico-química e uso na alimentação humana de cascas de tamarindo.

### **1.2.3 Compostos bioativos**

Frutas e vegetais são considerados fontes de macro e micronutrientes, mas também possuem outros compostos fitoquímicos que, individualmente ou em combinação, podem ter efeitos benéficos para a saúde, na prevenção do desenvolvimento de doenças crônicas degenerativas, como alguns tipos de câncer, diabetes, problemas cardiovasculares, entre outros. (PÁEZ-PEÑUÑURI et al., 2015; DEMBITSKY et al., 2011). Esses compostos fitoquímicos são também chamados de metabólitos secundários e apresentam, geralmente, estrutura complexa, baixo peso molecular, além de possuírem atividades biológicas marcantes (PEREIRA; CARDOSO, 2012). Dentre essas atividades, a ação antioxidante de alguns compostos, chama a atenção pelos efeitos comprovados na proteção contra o estresse oxidativo. Uma substância funciona como antioxidante se for capaz de atrasar, retardar ou evitar a oxidação mediada por radicais livres de um substrato, sendo os radicais formados após a eliminação estáveis. Os compostos fenólicos, possuem efeitos biológicos benéficos, como antibacterianos, anti-inflamatórios e antialérgicos, demonstrando ações antioxidantes fortes contra a oxidação de biomoléculas em sistemas alimentares (SINGH et al., 2016; PAZ et al., 2015; RAZALI et al., 2012).

Os compostos fenólicos são sintetizados principalmente pelas vias do ácido chiquímico, fosfato pentose e dos fenilpropanóides, e apresentam em sua estrutura um ou mais grupos hidroxila ligados diretamente ao anel aromático variando de moléculas simples a complexas (Figura 3) (SINGH et al., 2017). Os compostos fenólicos são divididos em subgrupos: ácidos fenólicos, flavonóides, estilbenos, taninos, ligninas, entre outros. Os flavonóides formam o maior grupo, incluindo mais de 4000 compostos, classificados em antocianinas, flavonas, isoflavonas, flavanonas, flavonóis, flavanóis e chalconas (IGNAT; VOLF; POPA, 2011). Os benefícios à saúde dos flavonóides são bem conhecidos, como

atividade antioxidante e anti-inflamatória, controle de peso, proteção contra doenças cardiovasculares e neurodegenerativas, sendo eficientes agentes quimiopreventivos/quimioterapêuticos (RAFFA et al., 2017).



**Figura 3:** Estrutura química dos principais tipos de flavonóides.  
Fonte: Março; Poppi; Scarmínio (2008).

#### 1.2.4 Toxicidade em alimentos

As plantas e seus derivados processados são mundialmente pesquisados e conhecidos pelo teor de nutrientes e as propriedades físicas e químicas favoráveis a alimentação. No entanto, outros fatores importantes, como a presença de compostos tóxicos ou potencialmente perigosos, não tenham sido tão comumente estudados. Várias toxinas como o ácido cianídrico e as aceogeninas, assim como fatores antinutricionais (inibidores da tripsina, taninos, lectinas e outros) foram encontradas em diferentes alimentos vegetais e mesmo em sementes de frutas comestíveis (FONSECA et al., 2013; SILVA, 2011). O risco de toxicidade é insignificante quando as frutas frescas são consumidas, mas aumenta nos derivados processados e industriais, onde as sementes podem ser parcialmente quebradas durante a remoção da polpa. E, infelizmente, há poucos estudos e raros dados disponíveis sobre toxicidade de sementes de frutas ou derivados industriais no Brasil (BATISTA et al., 2016).

O método do bioensaio utilizando o microcrustáceo *Artemia salina* (*Artemiidae*) tem sido comumente utilizado em testes de toxicidade e mostra-se sensível, preciso e confiável para detectar compostos tóxicos e bioativos em extratos de plantas (FONSECA et al., 2013). A *Artemia salina*, crustáceo de salmoura, é um componente invertebrado da fauna de ecossistemas aquáticos e marinhos. Ele desempenha um papel importante no fluxo de energia da cadeia alimentar e é eficiente em bioensaios laboratoriais (KHAIRUNNUUR et al., 2009).

As principais vantagens do uso de *Artemia salina* em testes de toxicidade são: rapidez (72h da incubação até o primeiro ponto final), custo-efetividade, disponibilidade de náuplios incubados com cistos duráveis comerciais (ovos), que garante homogeneidade da população e disponibilidade durante todo o ano sem necessidade de cultura (MANFRA et al., 2012). Outras vantagens são o bom conhecimento de sua biologia e ecologia, manipulação fácil e manutenção em condições laboratoriais, permitindo acomodação em pequenos tubos ou microplacas (LIBRALATO et al., 2016). Além disso, o teste de toxicidade com a *Artemia salina* é capaz de detectar a toxicidade global, isto é, qualquer composto tóxico ao qual o bioindicador seja sensível e não apenas uma toxina alvo específica (FONSECA et al., 2013).

### **1.2.5 Fatores antinutricionais**

O termo “fator antinutricional” é usado para descrever compostos, geralmente, presentes em alimentos de origem vegetal que, quando ingeridos, reduzem o valor nutritivo desses alimentos. Eles interferem na digestibilidade, absorção ou utilização de nutrientes, especialmente de proteínas, vitaminas e minerais, diminuindo a disponibilidade biológica dos aminoácidos essenciais e minerais, além de poder causar irritações e lesões da mucosa gastrintestinal (NIKMARAM et al., 2017; BENEVIDES et al., 2011).

O conhecimento da presença de fatores antinutricionais e/ou tóxicos, que possam afetar o valor nutricional de frutas e hortaliças é de grande importância e se faz necessário, pois a busca por alimentos saudáveis aumenta cada vez mais. Esses fatores podem ser toxinas, como os compostos cianogênicos, ou antinutrientes, como os taninos, nitratos, inibidores de tripsina, entre outros (BENEVIDES et al., 2011).

Os taninos são substâncias naturais encontradas em plantas, pertencentes à classe dos polifenóis, os quais são antioxidantes naturais (XU; CHANG, 2010). Dentre os compostos fenólicos, os taninos são considerados antinutrientes pois reduzem a digestibilidade da proteína, de carboidratos e minerais, além de causar lesões à mucosa do sistema digestivo. O teor de taninos nos vegetais pode variar de acordo com as condições climáticas, com a maturação, entre outros, e podem apresentar composição química variada, muitas vezes pouco conhecidas (SREERAMA et al., 2010). No entanto, os taninos também podem atuar como antioxidantes, ou seja, fatores protetores contra patologias mediadas por radicais livres, como

câncer e aterosclerose, dependendo da quantidade ingerida (ANDUALEM; GESSESSE, 2014).

Os nitratos estão presentes em todas as plantas pois são fontes de nitrogênio para seu crescimento normal. No entanto, o excesso desses compostos, geralmente causado pelas práticas agrícolas, como uso exagerado de fertilização nitrogenada, causa danos à saúde humana e é preocupante sob o ponto de vista toxicológico. No organismo o nitrato pode sofrer redução a nitrito que se une irreversivelmente à hemoglobina e originam a metaemoglobina, levando à deficiência na absorção e transporte de oxigênio no sangue; ou ainda, reagir com aminas e amidas formando composto N-nitroso, que originam nitrosaminas, as quais são agentes mutagênicos, carcinogênicos e teratogênicos (SCHEIBLER; MARCHI; SOUZA, 2013; BENEVIDES et al., 2011; FERREIRA et al., 2010). A ingestão de nitrato na dieta é determinada pelo tipo de vegetal consumido, os níveis de nitrato nos vegetais (incluindo o teor de nitrato dos fertilizantes), a quantidade do vegetal consumida, e o nível deste na água ingerida (HORD; TANG; BRYAN, 2009). Os valores da Ingestão Diária Aceitável (IDA) de acordo com a FOOD and AGRICULTURE ORGANIZATION – FAO (FAO, 2014) são de 3,7 mg / kg de peso corporal para o nitrato e 0,06 mg / kg de peso corporal para o nitrito, ou seja, 0 a 222 mg e 0 a 4,2 mg por dia, respectivamente, para um adulto de 60 kg de peso corporal.

Outro fator antinutricional presente nos alimentos, os inibidores de tripsina são proteínas de baixo peso molecular capazes de se ligar e inativar a enzima digestiva tripsina, que é secretada pelo pâncreas (HEFNAWY, 2011). A presença de inibidores de tripsina nos alimentos interfere na digestão de proteínas, sendo excretadas mais rapidamente do corpo, e pode causar hiperplasia pancreática, pois para tentar controlar a inibição da ação das enzimas, o pâncreas tende a secretar mais enzimas, que são novamente inibidas, gerando uma sobrecarga pancreática (ADEYEMO; ONILUDE, 2013; BENEVIDES et al., 2011). Como consequência, a biodisponibilidade de aminoácidos contendo enxofre (por exemplo, metionina e cisteína) é menor (NIKMARAM et al., 2017).

### **1.2.6 Drageados**

Os drageados, ou drágeas, são produtos que apresentam um núcleo de determinada matéria-prima envolvido por uma cobertura (AEBI, 2009). O termo ‘drágeas’ deriva da

palavra grega *tragemata* (ou seja, guloseimas, doces, sobremesa) e significa ‘amêndoas revestidas de açúcar’ em francês. Basicamente, todos os tipos de núcleos (centros) podem ser revestidos. Porém, para facilitar o processo, os núcleos devem apresentar superfícies convexas e possuir arestas finas e arredondadas, e devem ter uma certa estabilidade, a fim de evitar a deformação ou quebras durante o revestimento. Os núcleos podem ser naturais como amêndoas, castanhas, amendoins; ou processados como frutas secas ou cristalizadas, balas de goma, cápsulas, entre outros (PEREIRA, 2010; GESCHWINDNER; DROUVEN, 2009).

São obtidos por um processo, chamado de drageamento, que consiste no engrossamento contínuo e controlado de um determinado núcleo (frutos secos, cereais, doces, fruta desidratada, etc.) através da aplicação de sucessivas camadas de uma cobertura (chocolate ou outro tipo de revestimento, como xarope, açúcar), utilizando um equipamento rotativo, conhecido como drageadeira, com ou sem a injeção de ar para secagem (GESCHWINDNER; DROUVEN, 2009). O processo de dragear é considerado uma das formas mais antigas de fabricação de produtos de confeitaria, no entanto, os equipamentos, materiais utilizados e a variedade de centros drageados têm evoluído produzindo esses alimentos com mais qualidade e menor tempo (AEBI, 2009).

Os drageados são classificados quanto à sua categoria como: drageados duros, macios e de chocolate (PEREIRA, 2010). Os drageados duros são obtidos a partir do engrossamento e secagem controlados de um centro, ao qual se aplicam sucessivas camadas de xarope de açúcar saturado alternando com aplicação de farinhas, a fim de se obter uma capa dura e crocante sobre o produto. Os centros mais utilizados e adequados são: frutos secos, amêndoas e grãos (RAMIRES, 2012; PEREIRA, 2010; GESFORD, 2002). Os drageados macios são produzidos pela adição de sucessivas camadas de açúcar cristalino, que se aderem aos centros através da aplicação de uma solução de açúcar não saturado. Assim, a cobertura formada não se cristaliza sobre os centros. Possuem textura não quebradiça, macia, e o exemplo mais conhecido são as *jelly beans* (RAMIRES, 2012; PEREIRA, 2010). O processo de produção dos drageados de chocolate é o mesmo usado nos drageados duros, porém o engrossamento é realizado pela aplicação de sucessivas camadas de chocolate derretido que se solidifica sobre o produto. Pode, ainda, ter uma camada de açúcar polida, garantindo uma cobertura brilhante, ou de chocolate em pó polvilhada, da qual se obtêm drageados não-polidos (PEREIRA, 2010; GESFORD, 2002).

## 1.3 OBJETIVOS

### 1.3.1 Objetivo geral

Avaliar polpa, casca e sementes de tamarindo (*Tamarindus indica* L.), desenvolver drageados salgados utilizando as farinhas dos subprodutos cascas e sementes, além de avaliar a qualidade nutricional e sensorial dos drageados produzidos.

### 1.3.2 Objetivos específicos

- Separar a polpa de tamarindo de seus subprodutos: cascas e sementes, produzir farinhas dos subprodutos e verificar as proporções;
- Determinar as características físicas e químicas (cor, composição proximal, pH, acidez titulável (AT), sólidos solúveis (SS), compostos fenólicos, capacidade antioxidante, açúcares redutores e totais) nas polpas, farinha de cascas e farinha de sementes de tamarindo;
- Determinar e avaliar fatores antinutricionais da polpa e das farinhas de cascas e sementes de tamarindo;
- Produzir drageados salgados com aplicação das farinhas de casca e semente;
- Determinar, a partir de parâmetros de dureza, qual o drageado mais próximo ao comercial;
- Determinar o risco microbiológico e a aceitação do drageado selecionado;
- Determinar a composição proximal do drageado selecionado.

## REFERÊNCIAS

- ADEYEMO, S. M.; ONILUDE, A. A. Enzymatic reduction of anti-nutritional factors in fermenting soybeans by *Lactobacillus Plantarum* isolates from fermenting cereals. **Nigerian Food Journal**, Makurdi, v. 31, n. 2, p. 84-90, 2013.
- AEBI, M. Chocolate Panning. In BECKETT, S.T. (Ed). **Industrial Chocolate Manufacture and Use**. 4. ed. Blackwell: Oxford, UK, 2009. Cap. 16, p. 367-384.
- AHALYA, N.; CHANDRAPRABHA, M. N.; KANAMADI, R. D.; RAMACHANDRA, T. V. Adsorption of methylene blue and amaranth on to tamarind pod shells. **Journal of Biochemical Technology**, Bangalore, v. 3, n. 5, p. S189-S192, 2012.
- ALMEIDA, L. V.; FERRI, P. H.; SERAPHIN, J. C.; MORAES, M. G. Seasonal changes of fructans in dimorphic roots of *Ichthyothere terminalis* (Spreng.) Blake (Asteraceae) growing in Cerrado. **Science of the Total Environment**, Riverside, v. 598, p. 404–412, 2017.
- ANDUALEM, B.; GESSESSE, A. Proximate composition, mineral content and antinutritional factors of Brebra (*Millettia ferruginea*) seed flour as well as physicochemical characterization of its seed oil. **Springer Plus**, London, v. 3, n. 298, p. 1-10, 2014.
- BANGARAIHAH, P.; BABU, B. S. Study of various parameters in biosorption of lead using tamarindo fruit shell as an adsorbent. **International Journal of Civil Engineering and Technology**, Tamil Nadu, v. 8, n. 6, p. 708–715, 2017.
- BATISTA, K. A.; REIS, L. G. V.; GARCIA, L. F.; FERNANDES, K. F.; RODRIGUEZ, A. G. Thermal inactivation studies on toxic seeds from fruits of the Brazilian Central Plain. **Food Science and Technology**, Campinas, v. 36, n. 4, p. 577-582, 2016.
- BENEVIDES, C. M. J.; SOUZA, M. V.; SOUZA, R. D. B.; LOPES, M. V. Fatores antinutricionais em alimentos: revisão. **Segurança Alimentar e Nutricional**, Campinas, v. 18, n. 2, p. 67-79, 2011.
- BOUROU, S.; NDIAYE, F.; DIOUF, M.; DIOP, T.; DAMME, P. V. Tamarind (*Tamarindus indica* L.) parkland mycorrhizal potential within three agro-ecological zones of Senegal. **Fruits**, Paris, v. 65, n. 6, p. 3-13, 2010.

BRAGA, A. P.; AMÂNCIO, A. V. A. F.; GONÇALVES, J. S.; ASSIS, L. C. S. L. C.; SOUZA, C. M. S.; MAIA, I. S. A. S.; GERRA, D. G. F. Ruminal degradability of agro-industrial fruit residues. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 37, n. 1, p. 279-292, 2016.

BRASIL. **Ministério do Meio Ambiente**. Mapeamento do uso e cobertura da terra do Cerrado: Projeto TerraClass Cerrado 2013/ MMA/ SBF. Brasília: MMA, 2015. 67p.

BUYINZA, M.; SENJONGA, M.; LUSIBA, B. Economic valuation of a tamarindo (*Tamarindus indica* L.) production system: Green money from drylands of eastern Uganda. **Small-scale Forestry**, Garpenberg, v. 9, n. 1, p. 317-329, 2010.

CALUWÉ, E. D.; HALAMOVÁ, K.; DAMME, P. V. *Tamarindus indica* L. – A review of traditional uses, phytochemistry and pharmacology, **Afrika focus**, Gent, v. 23, n. 1, p. 53-83, 2010.

CARNEIRO, V. A.; GOMES, H. B.; NASSER, M. D.; RESENDE, H. G. O Baru (*Dipteryx alata* Vog.) como exemplo de incremento de renda e de sustentabilidade de comunidades rurais no cerrado goiano: um relato de experiência via seminários da disciplina “Sistemas Agrários de Produção e Desenvolvimento Sustentável”. **Revista InterAtividade**, Andradina, v. 2, n. 2, p. 42-52, 2014.

DEMBITSKY, V. M.; POOVARODOM, S.; LEONTOWICZ, H.; LEONTOWICZ, M.; VEARASILP, S.; TRAKTENBERG, S.; GORINSTEIN, S. The multiple nutrition properties of some exotic fruits: biological activity and active metabolites. **Food Research International**, Ottawa, v. 44, n. 7, p. 1671-1701, 2011.

FAO - **Food and Agriculture Organization**. Roma, 2014. Disponível em: <<http://www.fao.org/publications/en/>>. Acesso em: 12 de outubro de 2017.

FAVET, R.; FRIKART, M.-J.; POTIN, J. **La valorisation du tamarin**. Richesses et potentialités des agroressources dans les PED UE 9 – IAAS 3. Montpellier SupAgro - Institut des Régions Chaudes, Montpellier, 28 p., 2011.

FERREIRA, S. M. R.; FREITAS, R. J. S.; KARKLEI, E. N. L.; QUADROS, D. A.; TULLIO, L. T.; LIMAS, J. J. Quality of tomatoes cultivated in the organic and conventional cropping systems. **Food Science and Technology**, Campinas, v. 30, n. 1, p. 224-230, 2010.

FONSECA, R. C.; SOUZA, N. A.; CORREA, T. C. L.; GARCIA, L. F.; REIS, L. G. V.; GARCIA-RODRIGUEZ, A. Assessment of toxic potential of Cerrado fruit seeds using *Artemia salina* bioassay. **Food Science and Technology**, Campinas, v. 33, n. 2, p. 251-256, 2013.

GARCÍA, J. C. V.; RODRÍGUEZ, K. A. F.; LÓPEZ, F. G.; PÉREZ, E. G.; ROSADO, O. L.; ROSAS, F. H. Systems management and marketing of tamarind (*Tamarindus indica* L.) in three municipalities of Veracruz. **Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas**, Estado do México, v. 3, n. 6, p. 1217-1230, 2012.

GESCHWINDNER, G; DROUVEN, H. Manufacturing processes: chocolate panning and inclusions. In TALBOT, G. (Ed). **Technology of coated and filled chocolate, confectionery and bakery products**. 1. ed. Cornwall, UK, 2009, cap. 18, p. 397-412.

GESFORD, P. Challenges in Panning. **The Manufacturing Confectioner**, v. 82, n. 11, p. 43-50, 2002.

GONSALVES, A. A.; LEITE FILHO, C. A.; MEDEIROS, F. S.; ARAÚJO, C. R. M. Casca do tamarindo: caracterização e estudos de adsorção de azul de metileno e cromo (VI) usando a técnica de banho finito de líquido. **Revista Virtual de Química**, Niterói, v. 6, n. 5, p. 1466-1482, 2014.

HAMACEK, F. R.; SANTOS, P. R. G.; CARDOSO, L. D. M.; PINHEIRO-SANT'ANA, H. M. Nutritional composition of tamarind (*Tamarindus indica* L.) from the Cerrado of Minas Gerais, Brazil. **Fruits**, Paris, v. 68, n. 5, p. 381-395, 2013.

HEFNAWY, T. H. Effect of processing methods on nutritional composition and anti-nutritional factors in lentils (*Lens culinaris*). **Annals of Agricultural Science**, Cairo, v. 56, n. 2, p. 57-61, 2011.

HORD, N. G.; TANG, Y.; BRYAN, N. Food sources of nitrates and nitrites: the physiologic context for potential health benefits. **The American Journal of Clinical Nutrition**, Houston, v. 90, n. 1, p. 1-10, 2009.

IGNAT, I.; VOLF, I.; POPA, V. I. A critical review of methods for characterization of polyphenolic compounds in fruits and vegetables. **Food Chemistry**, Amsterdam, v. 126, n. 4, p. 1821-1835, 2011.

KHAIRUNNUUR, F. A.; ZULKHAIRI, A.; AZRINA, A., MOKLAS, M. M.; KHAIRULLIZAM, S.; ZAMREE, M. S.; SHAHIDAN, M. A. Nutritional composition, in vitro antioxidant activity and *Artemia salina* L. lethality of pulp and seed of *Tamarindus indica* L. extracts. **Malaysian Journal of Nutrition**, Kuala Lumpur, v. 15, n. 1, p. 65-75, 2009.

KURU, P. Tamarindus indica and its health related effects. **Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine**, Hainan, v. 4, n.9, p. 676-681, 2014.

LIBRALATO, G.; PRATO, E.; MIGLIORE, L.; CICERO, A. M., MANFRA, L. A review of toxicity testing protocols and endpoints with *Artemia* spp. **Ecological Indicators**, v. 69, p. 35–49, 2016.

LIM, C. Y.; JUNIT, S. M.; ABDULLA, M. A.; AZIZ, A. A. In vivo biochemical and gene expression. Analyses of the antioxidante activities and hypocholesrolaemic properties of tamarindus indica fruit pulp extract. **Plos One**, California, v. 8, n. 7, e70058, 2013.

LUZIA, D. M. M.; JORGE, N. Antioxidant activity, fatty acid profile and tocopherols of *Tamarindus indica* L. seeds. **Food Science and Techonology**, Campinas, v. 31, n. 2, p. 497-501, 2011.

MARÇO, P. H.; POPPI, R. J.; SCARMINIO, I. S. Procedimentos analíticos para identificação de antocianinas presentes em extratos naturais. **Química Nova**, São Paulo, v. 31, n. 5, p. 1218-1223, 2008.

MANFRA, L.; SAVORELLI, F.; PISAPIA, M.; MAGALETTI, E.; CICERO, A.M. Long-termlethal toxicity test with the crustacean *Artemia franciscana*. **Journal of Visualized Experiments**, Boston, v. 62, p. 2182–2185, 2012.

MATTIETTO, R. A.; LOPES, A. S.; MENEZES, H. C. Caracterização física e físico-química dos frutos da cajazeira (*Spondias mombin* L.) e de suas polpas obtidas por dois tipos de extrator. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.13, n.3, p. 156-164, 2010.

MOHAMED, H.; MOHAMED, B. E.; AHMED, K. E. Physicochemical properties of tamarind (*Tamarindus indica*) seed polysaccharides. **Journal of Food Processing Technology**, Los Angeles, v. 6, n. 6, p. 1-5, 2015.

MORZELLE, M. C.; BACHIEGA, P.; SOUZA, E. C. D.; VILAS BOAS, E. V. D. B.; LAMOUNIER, M. L. Caracterização química e física de frutos de curriola, gabirola e murici provenientes do Cerrado brasileiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 37, n. 1, p. 96-103, 2015.

NGUTA, J. M.; MBARIA, J. M. Brine shrimp toxicity and antimalarial activity of some plants traditionally used in treatment of malaria in Msambweni district of Kenya. **Journal of Ethnopharmacology**, Pretoria, v. 148, n. 3, p. 988-992, 2013.

NIKMARAM, N.; LEONG, S. Y.; KOUBAA, M.; ZHU, Z.; BARBA, F. J.; GREINER, R.; OEY, I.; ROOHINEJAD, S. Effect of extrusion on the anti-nutritional factors of food products: An overview. **Food Control**, England, v. 79, p. 62-73, 2017.

OLAGUNJU, O. F.; EZEKIEL, O. O.; OGUNSHE, A. O.; OYEYINKA, S. A.; IJABADENIYI, O. A. Effects of fermentation on proximate composition, mineral profile and antinutrients of tamarind (*Tamarindus indica* L.) seed in the production of daddawa-type condiment. **LWT - Food Science and Technology**, Amsterdam, v. 90, 455–459, 2018.

PÁEZ-PENÚÑURI, M. E.; MERCADO-MERCADO G.; BLANCAS-BENITEZ, F. J.; VILLEGAS-GOZÁLEZ, R. B.; SÁYAGO-AYERDI, S. G. Bioactive compounds and health properties of tamarind (*Tamarindus indica* L). **Revista de Ciencias Biológicas y de la Salud**, Hermosillo, v. XVIII, n. 1, p. 10-21, 2016.

PANDHARIPANDE, S. L.; KALNAKE, R. P. Tamarind fruit shell adsorbent synthesis, characterization and adsorption studies for removal of Cr (VI) & Ni (II) ions from aqueous solution. **International Journal of Engineering Sciences & Emerging Technologies**, Kurnool, v. 4, n. 2, p. 83-89, 2013.

PAZ, M.; GÚLLON, P.; BARROSO, M. F.; CARVALHO, A. P.; DOMINGUES, V. F.; GOMES, A. M.; BECKER, H.; LONGHINOTTI, E.; MATOS, C. D. Brazilian fruit pulps as functional foods and additives: Evaluation of bioactive compounds. **Food Chemistry**, Amsterdam, v. 172, n. 1, p. 462-468, 2015.

PEREIRA, E. A. Alimentos Drageados. **O & G Alimentos e Tecnologia**, Vassouras, p. 28 - 32, 2010.

PEREIRA, P. C.; MELO, B.; FRANZÃO, A. A.; ALVES, P. R. B. **A cultura do tamarindeiro (*Tamarindus indica* L.)**. 2011. Universidade Federal de Uberlândia. Disponível em: <<http://www.fruticultura.iciag.ufu.br./tamarindo.htm>>. Acesso em: 26 de junho de 2016.

PEREIRA, R. J.; CARDOSO, M. G. Vegetable secondary metabolites and antioxidants benefits. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, Gurupi, v. 3, n. 4, p. 146-152, 2012.

PEREIRA JÚNIOR, A. C.; OLIVEIRA, S. L. J.; PEREIRA, J. M. C.; TURKMAN, M. A. A. Modelling fire frequency in a Cerrado savanna protected area. **Plos One**, California, v. 9, n. 7, e102380, 2014.

PESCHEL, W.; SA'NCHEZ-RABANEDA, F.; DIEKMANN, W.; PLESCHER, A.; GARTZI'A, I.; JIME'NEZ, D.; LAMUELA-RAVENTO'S, R.; BUXADERAS, S.; CODINA, C. An industrial approach in the search of natural antioxidants from vegetable and fruit wastes. **Food Chemistry**, Amsterdam, v. 97, n. 1, p. 137-150, 2006.

RAFFA, D.; MAGGIO, B.; RAIMONDI, M. V.; PLESCIA, F.; DAIDONE, G. Recent discoveries of anticancer flavonoids. **European Journal of Medicinal Chemistry**, xxx, p. 1-16, 2017.

RAMIRES, S. S. **Desenvolvimento de drageados de chocolate**. 2012. 96p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Alimentar). Universidade Católica Portuguesa.

RAO, A. S.; KUMAR, A. A.; RAMANA, M. V. Tamarind seed processing and by-products. **Agricultural Engineering International: CIGR Journal**, Pequim, v. 17, n. 2, p. 200-204, 2015.

RAZALI, N.; MAT-JUNIT, S.; ABDUL-MUTHALIB, A. F.; SUBRAMANIAM, S.; ABDUL-AZIZ, A. Effects of various solvents on the extraction of antioxidant phenolics from the leaves, seeds, veins and skins of *Tamarindus indica* L. **Food Chemistry**, Amsterdam, v. 131, n. 2, p. 441-448, 2012.

REIS, P. M. C. L.; DARIVA, C.; VIEIRA, G. A. B.; HENSE, H. Extraction and evaluation of antioxidant potential of the extracts obtained from tamarind seeds (*Tamarindus indica*), sweet variety. **Journal of Food Engineering**, California, v. 173, p. 116-123, 2016.

RUFINO, M. S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S.; PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F.; MANCINI FILHO, J. Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. **Food Chemistry**, Amsterdam, v. 121, n. 4, p. 996-1002, 2010.

SANTOS-SEREJO, J. A.; BARBOSA, A. M. M.; LUNA, J. V. U. Tamarindo. In SANTOS SEREJO, J. A.; DANTAS, J. L. L.; SAMPAIO, C. V.; COELHO, Y. S. (Ed). **Fruticultura Tropical: espécies regionais e exóticas**. 1. ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. Cap. 20, p. 437-455.

SCHEIBLER, J. R.; MARCHI, M. I.; SOUZA, C. F. V. Análise dos teores de nitritos e nitratos de embutidos produzidos em municípios do Vale do Taquari-RS. **Revista Destaques Acadêmicos**, Lageado, v. 5, n. 4, p. 201-207, 2013.

SCHIASSI, M. C. E. V.; SOUZA, V. R. D.; LAGO, A. M. T.; CAMPOS, L. G.; QUEIROZ, F. Fruits from the Brazilian Cerrado region: Physico-chemical characterization, bioactive compounds, antioxidant activities, and sensory evaluation. **Food Chemistry**, Amsterdam, v. 245, p. 305-311, 2018.

SHLINI, P.; MURTHY, K. R. S. Purification of phenolics from defatted tamarind kernel powder. **Asian Journal of Plant Science and Research**, Delaware, v. 6, n. 4, p. 48-52, 2016.

SILVA, L. M. Efeito modulador da polpa de graviola (*Annona muricata*) sobre a carcinogenicidade da mitomicina C, avaliado por meio do teste para detecção de clones de tumor (warts) em *Drosophila melanogaster*. **Perquirere – Revista do Núcleo Interdisciplinar de Pesquisa e Extensão**, Patos de Minas, v. 1, n. 8, p. 80-94, 2011.

SILVA, L. M. R.; FIGUEIREDO, E. A. T.; RICARDO, N. M. P. S.; VIEIRA, I. G. P.; FIGUEIREDO, R. W.; BRASIL, I. M.; GOMES, C. L. Quantification of bioactive compounds in pulps and by-products of tropical fruits from Brazil. **Food Chemistry**, Amsterdam, v. 143, n. 15, p. 398-404, 2014.

SINGH, J. P.; KAUR, A.; SINGH, N.; NIM, L.; SHEVKANI, K.; KAUR, H.; ARORA, D. S. In vitro antioxidant and antimicrobial properties of jambolan (*Syzygium cumini*) fruit polyphenols. **LWT - Food Science and Technology**, Campinas v. 65, p. 1025-1030, 2016.

SINGH, B.; SINGH, J. P.; KAUR, A.; SINGH, N. Phenolic composition and antioxidant potential of grain legume seeds: A review. **Food Research International**, Amsterdam, v. 101, p. 1–16, 2017.

SOARES, J. C. **Aproveitamento alimentar de jambolão**. 2015. 211p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal de Goiás.

SOUSA, D. M. M.; BRUNO, R. L. A.; DORNELAS, C. S. M.; ALVES, E. U.; ANDRADE, A. P.; NASCIMENTO, L. C. do. Tamarind fruit and seed morphological characterization and post-seminal development Leguminosae: *Caesalpinioideae*. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 34, n. 6, p. 1009-1015, 2010.

SOUZA, P. M.; ELIAS, S. T.; SIMEONI, L. A.; PAULA, J. E.; GOMES, S. M.; GUERRA, E. N. S.; FONSECA, Y. M.; SILVA, E. C.; SILVEIRA, D.; MAGALHÃES, P. O. Plants from Brazilian cerrado with potent tyrosinase inhibitory activity. **Plos One**, Cambridge, v.7, n.11, p.1-7, 2012.

SREERAMA, Y. N.; NEELAM, D.A.; SASHIKALA, V. B.; PRATAPE, V. M. Distribution of nutrients and antinutrients in milled fractions of chickpea and horse gram: seed coat phenolics and their distinct modes of enzyme inhibition. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 58, n. 7, p. 4322-4330, 2010.

VIEIRA, L. M.; SOUSA, M. S. B.; MANCINI FILHO, J.; LIMA, A. Fenólicos totais e capacidade antioxidante *in vitro* de polpas de frutos tropicais. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. 3, p. 888-897, 2011.

XU, B.; CHANG, S. K. C. Phenolic substance characterization and chemical and cell-based antioxidant activities of 11 lentils grown in the northern United States. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 58, n. 3, p. 1509-1517, 2010.

## CAPÍTULO 2

# CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E PROPRIEDADES TECNOLÓGICAS E TÉRMICAS DO TAMARINDO (*Tamarindus Indica* L.) DO CERRADO DE GOIÁS, BRASIL

Karen Carvalho Ferreira<sup>1\*</sup>, Márcio Caliarí<sup>1</sup>, Juliana Aparecida Correia Bento<sup>1</sup>, Marília Cândido Fideles<sup>1</sup>, Manoel Soares Soares Júnior<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás, Campus Samambaia, Rodovia Goiânia/Nova Veneza, Km 0, 74690-900, Goiânia, Goiás, Brazil.

Corresponding author: \*karencarvalho1@hotmail.com

---

### História do artigo:

Completo pelo editor

### Palavras-chave:

Calorimetria, cascas de  
tamarindo, polpa de  
tamarindo, sementes de  
tamarindo.

### RESUMO

O Brasil é um país com diferentes biomas, sendo o Cerrado conhecido pela riqueza de fauna e flora. Dentre as frutíferas existentes no Cerrado, destaca-se o tamarindeiro, cujo fruto, tamarindo, apresenta excelente qualidade nutricional. O tamarindo é bastante explorado no continente de origem (África), porém pesquisas envolvendo todas as utilidades da planta ainda são pouco significativas. Neste contexto, o objetivo do trabalho foi caracterizar o fruto tamarindo do Cerrado de Goiás em suas porções polpa, casca e sementes quanto às propriedades físico-químicas, tecnológicas e térmicas. Os frutos coletados obtiveram proporções médias de  $22,2 \pm 1,1\%$ ,  $44,0 \pm 2,4\%$  e  $14,4 \pm 1,6\%$  para cascas, polpa e sementes, respectivamente, com aproximadamente 20% de fibras. Apresentou alto teor de carboidratos e baixa atividade de água para as três porções e menores valores de cinzas, lipídeos e proteínas. As farinhas de casca e semente apresentaram alto teor de fibra alimentar total e polpa do fruto apresentou pH ácido ( $3,02 \pm 0,01$ ) e alta acidez titulável ( $29,82 \pm 0,24$  g de ácido tartárico  $100 \text{ g}^{-1}$ ). A farinha das sementes apresentou índice de absorção e solubilidade em água maiores que a farinha das cascas, e menor índice de absorção de óleo. A polpa de tamarindo apresentou 4 picos em seu termograma, sendo o primeiro relativo a gelatinização do amido, o pico 2 e 3 sugerido à formação de complexos carboidrato-lipídeos e desnaturação de proteínas e o pico 4 à transição vítrea. As farinhas de casca e semente de tamarindo apresentaram comportamento semelhante a polpa após  $115 \text{ }^\circ\text{C}$ , com 2 picos endotérmicos. Conclui-se que o fruto integral do tamarindo possui características físico-químicas, nutricionais, térmicas e tecnológicas particulares e adequadas para uso na indústria de alimentos.

---

## 1. Introdução

O Brasil é um país de grandes dimensões e com uma variedade de biomas, dos quais inclui-se o Cerrado. Considerado o segundo maior bioma brasileiro, o Cerrado ocupa áreas nos estados de Goiás, Minas Gerais, Maranhão, Tocantins, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, além de porções em outros estados, e se destaca como uma das savanas mais ricas do mundo, um dos *hotspots* brasileiro. Além disso apresenta grande heterogeneidade vegetal pouco conhecida, que inclui inúmeras espécies frutíferas exóticas com características sensoriais peculiares (Morzelle *et al.*, 2015, Carneiro *et al.*, 2014).

Dentre as espécies frutíferas encontradas no Cerrado de Goiás, o tamarindeiro (*Tamarindus indica* L.) é uma árvore frutífera tropical multifuncional cultivada principalmente por seus frutos, porém todas as suas partes, como cascas, sementes, folhas, caule, podem oferecer algum benefício por apresentarem propriedades nutricionais e terapêuticas (Rao, Kumar e Ramana, 2015, Sulieman *et al.*, 2015). O tamarindo é caracterizado por sabor único ácido adocicado devido a combinação de altos teores de ácido tartárico e açúcares. O fruto possui excelente qualidade nutricional com elevados teores de glicídios, proteínas e elementos minerais (Adeola e Aworh, 2012, Pereira *et al.*, 2011).

As frutas e os vegetais em geral são fontes de macro, micronutrientes e fibras alimentares, além de serem importantes fontes naturais de compostos fitoquímicos (Yahia, 2010). O consumo de frutas in natura e, também, de seus subprodutos, traz inúmeros benefícios a saúde, contribui com o desenvolvimento de novos alimentos e, conseqüentemente, para a recuperação de resíduos de processos agroindustriais, com maiores impactos industrial, econômico e ambiental (Silva *et al.*, 2014).

Nos países de origem, no continente africano, o tamarindo é bastante explorado e valorizado como fonte de subsistência sustentável com importância cultural, dietética e econômica. No entanto, o impacto da pesquisa envolvendo todas as utilidades da planta tem sido pouco significativo (Adeola e Aworh, 2012). Os estudos das propriedades dos frutos e suas partes são importantes para o conhecimento do valor nutricional, para agregar valor e qualidade aos produtos derivados (Paz *et al.*, 2015). A produção de alimentos provenientes de frutas exóticas ou menos conhecidas e, conseqüentemente, seu comércio e consumo têm aumentado devido às suas propriedades sensoriais atraentes e valores nutricionais e terapêuticos (Bicas *et al.*, 2011).

Sendo o Brasil um país com grande potencial e produção diversificada de frutas e, ainda assim, existir diversas espécies destas pouco exploradas e/ou conhecidas além das suas regiões de origem, as quais apresentam excelentes características sensoriais e nutricionais, o objetivo deste trabalho foi caracterizar o fruto tamarindo do Cerrado de Goiás em suas porções polpa, casca e sementes.

## 2. Material e métodos

### 2.1. Obtenção dos frutos, extração da polpa e preparo das farinhas de casca (FCT) e semente (FST) de tamarindo

Os frutos foram coletados, em áreas de cerrado nativo, nas cidades de Rio Verde (latitude 18°01'09,8"S, longitude 50°40'17,7"W) e Ceres (latitude 15°18'23,7"S, longitude 49°36'02,6"W), estado de Goiás, Brasil, em estágio de maturação próprio para consumo nos meses de agosto e setembro de 2017, e transportados para o Laboratório de Aproveitamento de Resíduos Agroindustriais, da Escola de Agronomia da Universidade Federal de Goiás, em embalagens plásticas à temperatura ambiente. Em seguida, os frutos foram

selecionados quanto à presença de insetos e avarias e separados manualmente em cascas, polpa e sementes, pesados em balança semi-analítica e calculadas as proporções em porcentagens de fruto inteiro. Foram determinadas as quantidades de sementes por fruto por contagem direta. As cascas e sementes foram sanitizadas em solução de hipoclorito de sódio 200 ppm, secas em estufa de circulação de ar (Tecnal, TE, 394/4, Piracicaba, Brasil) a 40 °C por 16 horas, em seguida foram trituradas em liquidificador industrial (Vitalax, LQI-02, Catanduva, Brasil), e moídos em moinho de rotor tipo ciclone (Tecnal, TE65I/2, Piracicaba, Brasil). As farinhas de casca de tamarindo (FCT) e de semente de tamarindo (FST) foram condicionadas em sacos de polietileno de alta densidade (PEAD) e armazenadas em freezer a -18 °C até a realização das análises. As polpas de tamarindo (PT) foram mantidas *in natura*, condicionadas e armazenadas nas mesmas condições que as farinhas.

## 2.2. Composição proximal e valor energético total (VET)

Os teores de umidade, cinzas, proteínas, lipídeos, e fibra alimentar solúvel e insolúvel foram determinados conforme recomendações da AOAC (2010). A umidade foi determinada por secagem em estufa com circulação de ar a 105 °C, até peso constante, as cinzas por pesagem após incineração em mufla a 550 °C, o teor de nitrogênio pelo método de Kjeldahl, considerando-se 5,75 como fator de conversão para o cálculo de proteína bruta de origem vegetal, o teor de lipídeos totais por extração a quente, utilizando éter de petróleo P. A., pelo método de Soxhlet. As fibras alimentares foram obtidas por método enzimico-gravimétrico e o teor de carboidratos totais por diferença. Todas as análises realizadas em triplicata. O valor energético total foi definido seguindo os valores de conversão de Atwater, onde se multiplica o conteúdo de carboidratos

disponíveis e proteínas por quatro (4) e o de lipídeos por nove (9), os produtos somados constituíram o valor energético total (Merrill e Watt, 1973).

## 2.3. Caracterização físico-química

A medida de pH foi realizada utilizando potenciômetro (Tecnal, TEC-51, Piracicaba, Brasil), com inserção do eletrodo diretamente em 5 g de amostra diluída em 100 mL de água. A acidez titulável total foi determinada por titulação com NaOH 0,1 N. A determinação da atividade de água (Aa) foi obtida em AquaLab digital (Series 3 TE, Pullman, Washington, USA), acoplado a banho termostático controlado, na temperatura de 25 °C. O teor de sólidos solúveis (SS) foi determinado com auxílio de refratômetro digital. Todos conforme recomendações da AOAC (2010). Os parâmetros instrumentais de cor foram obtidos utilizando colorímetro (Bankinh Meter Minolta, BC-10, Ramsey, USA), no qual a coordenada L\* expressa o grau de luminosidade da cor, a coordenada a\* expressa o grau de variação entre o vermelho e o verde e a coordenada b\* expressa o grau de variação entre o azul e o amarelo. Os valores a\* e b\* foram usados para calcular a coordenada C\* (croma =  $(a^{2*} + b^{2*})^{1/2}$ ) e hue (graus) (H =  $\tan^{-1}(b^*/a^*)$ ) (Machado *et al.*, 1997). A determinação de açúcar redutor e total foi realizada pelo método do ácido 3,5-dinitrossalicílico, segundo Miller (1959), com leitura de absorbância no espectrofotômetro (Ultrospec, 2.000 UV/Visível, Cambridge, Inglaterra) a 540 nm, em extratos aquosos com concentração de 0,2 mg mL<sup>-1</sup>.

## 2.4. Absorção e solubilidade em água e absorção de óleo das farinhas

O índice de solubilidade em água (ISA) das farinhas foi determinado segundo Anderson *et al.* (1969). Amostras de 2 g foram pesadas em tubos de

centrífuga, adicionados de 30 mL de água destilada a 25 °C e agitados em agitador mecânico para completa homogeneização das amostras. Os tubos foram colocados em banho maria por 30 min a 28 °C com agitação e centrifugados por 10 min a 5300 rpm (2500 G) (Best Etetronics, TG-WS, Xangai, China). Uma alíquota de 10 mL do sobrenadante foi retirada e colocada em placas de petri, previamente taradas, a quais permaneceram em estufa de circulação de ar a 105 °C até peso constante. As placas foram pesadas e o valor de ISA foi expresso em g de precipitado por g de matéria seca. O índice de absorção de água (IAA) das farinhas equivale ao peso do precipitado no tubo após retirada de todo o sobrenadante. O resultado foi expresso em g precipitado por g de matéria seca.

O índice de absorção de óleo (IAO) das farinhas foi determinado de acordo com metodologia descrita por Castilho, Fontanari e Batistuti (2010). Pesou-se 2 g de amostra em tubos de centrífuga, adicionou-se 10 ml de óleo de soja e homogeneizou-se por 2 min em agitador mecânico. As amostras permaneceram em repouso por 15 minutos a temperatura ambiente ( $25 \pm 3$  °C), e a seguir foram centrifugadas a 8.000 rpm/10 minutos. O volume do sobrenadante foi medido em proveta graduada e o IAO foi expresso em mL de óleo absorvido por grama de amostra.

## 2.5. Propriedades térmicas

As propriedades térmicas das amostras foram determinadas por Differential Scanning Calorimetry (DSC), com calorímetro (TA Instruments, Q20 DCS, New Castle, EUA), baseando-se na metodologia descrita por Weber, Collares-Queiroz e Chang (2009). Amostras de 2 mg (b.s) foram pesadas em porta amostras de alumínio, próprias para o equipamento DSC. Água destilada (6µL) foi adicionada e mantidos por 12h a temperatura ambiente, para uniformizar a distribuição

da água. As amostras foram submetidas a um ciclo de aquecimento de 35 – 160 °C a velocidade de 10 °C min<sup>-1</sup>, e posterior resfriamento na mesma velocidade, a fim de se determinar a temperatura inicial, de pico e final, e a variação de entalpia ( $\Delta H$ ) durante aquecimento, resfriamento, de acordo com o manual do fabricante.

## 2.6. Análises estatísticas

As análises estatísticas das médias em triplicata (n=3) e desvio padrão foram realizadas com o auxílio do *Statistica* (Statsoft, Statistica 7.0, Tusla, EUA), por meio de análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey a 5% de significância.

## 3. Resultados e discussões

### 3.1. Proporções e composição proximal dos frutos

Os frutos avaliados obtiveram proporções médias de  $22,2 \pm 1,1\%$ ,  $44,0 \pm 2,4\%$  e  $14,4 \pm 1,6\%$  para cascas, polpa e sementes, respectivamente, com relação ao fruto inteiro. Cerca de 20% do fruto trata-se das fibras que envolvem polpa e sementes, as quais foram descartadas. As proporções encontradas divergem das médias relatadas por Pereira *et al.* (2011) e Favet, Frikart e Potin (2011) que apontaram valores de aproximadamente 30% de polpa, 30% de casca e fibras e 40% de sementes, como média das proporções de tamarindos. A quantidade média de sementes por fruto foi de 3 sementes, o que explica a menor proporção de sementes em relação as outras porções do fruto, já que os mesmos autores relataram uma média de 5 a 8 sementes em seus trabalhos. Para Carvalho, Damiani e Asquiere (2014), a composição de um fruto varia de acordo com uma série de fatores, como a variedade, estágio de maturidade, fertilidade do solo, clima, práticas culturais de plantio, entre outros. A proporção média de polpa foi superior ao sugerido por Pereira *et al.* (2011), de 30%, o que pode ser considerado uma vantagem para

frutos dessa região, pois frutos com maior proporção de polpa em relação as frações residuais são preferidos pelas indústrias, por garantirem maior rendimento no processamento segundo Rebouças, Gentil e Ferreira (2008).

A composição proximal e o valor energético total (VET) estão apresentados na Tabela 1. A polpa de tamarindo apresentou baixo teor de umidade quando comparada com outros frutos pouco explorados como jatobá do cerrado (*Hymenaea stigonocarpa* Mart.) ( $83,12 \pm 0,03 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$ ) (Batista *et al.*, 2011) e a cajarana (*Spondias lutea* L) ( $96,1 \pm 0,2 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$ ) (Canuto *et al.*, 2010). Avaliando tamarindos de diferentes regiões da Nigéria, Adeola e Aworh (2012) encontraram teores de umidade na polpa variando de 16,8 a 36,2 g 100 g<sup>-1</sup>, inferindo que essas variações podem acontecer devido às diferenças climáticas e de cultivares. Costa *et al.* (2015) encontraram alto teor de umidade ( $74 \pm 2 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$ ) em frutos de tamarindo da região nordeste do Brasil, confirmando a variação. O teor de umidade encontrado nas farinhas das sementes desse estudo se assemelha ao relatado por Mohamed, Mohamed e Ahmed (2015) que encontraram valor de 11,21 g 100 g<sup>-1</sup> em amostras de sementes de tamarindo. A farinha das cascas de tamarindo apresentou o menor teor de umidade em relação as outras partes do fruto, sendo ainda menor que outras farinhas de cascas de frutas não comestíveis como casca de maracujá (Cazarin *et al.*, 2014) e casca de banana (Gonçalves *et al.*, 2016). Queiroz *et al.* (2015) avaliaram farinha de casca e semente de lichia encontrando valores de umidade de 6,10 e 8,7 g 100 g<sup>-1</sup>, respectivamente, sendo das cascas maiores e das sementes menores que das farinhas do presente estudo.

As três frações do fruto analisadas apresentaram diferença significativa para parâmetros verificados de cinzas, lipídeos, proteínas e carboidratos (Tabela 1). Os valores de lipídeos e proteínas foram

maiores na farinha de sementes, seguido da polpa e farinha de cascas. O fato das sementes serem melhores fontes de proteínas, quando comparadas as outras partes do fruto, pode ser explicado pelo armazenamento de suas proteínas na forma concentrada, já que as sementes são órgãos de reserva de nutrientes (Costa *et al.*, 2015). A presença de lipídeos é sempre maior em oleaginosas e sementes do que em frutas e outros vegetais, os quais possuem baixas quantidades desse nutriente (Rocha *et al.*, 2008), fato observado neste estudo. Khairunnuur *et al.* (2009) estudaram polpa e sementes de tamarindos na Malásia e encontraram teores de cinzas de 3,30 e 2,15 g 100 g<sup>-1</sup>, de proteínas 2,4 e 13,35 g 100 g<sup>-1</sup> e de lipídeos 0,14 e 2,90 g 100 g<sup>-1</sup>, para polpa e sementes respectivamente, os quais se encontram próximos aos valores obtidos neste estudo.

O fruto integral apresentou-se como boa fonte de carboidratos, porém com composições diferentes entre as frações (Tabela 1). A polpa apresentou maior teor de açúcares totais solúveis, e as farinhas de cascas e sementes, maior teor de fibras. A farinha da semente apresentou a maior concentração de açúcares redutores. Na polpa de tamarindo, o teor de fibra alimentar total se apresentou dentro do valor sugerido pelo USDA – United States Department of Agriculture (2009) de 5,1 g 100 g<sup>-1</sup>. As farinhas de casca e sementes de tamarindo apresentaram altos teores de fibras quando comparadas a outras farinhas de resíduos de frutas como a farinha da casca e sementes de lichia (*Litchi chinensis* Sonn), com 19,88 e 4,75 g 100 g<sup>-1</sup>, respectivamente (Queiroz *et al.*, 2015), e a farinha da casca de banana caturras (*Musa avendish* Lamb.) com 10,03 g 100 g<sup>-1</sup> de fibras totais (Santos *et al.*, 2015). A inclusão dessas farinhas em produtos pode garantir uma maior funcionalidade a esses alimentos pois a presença de fibras na dieta auxilia na regularização do trânsito intestinal, conferindo maior proteção aos colonócitos

e melhorando a digestão de acordo com Araújo e Menezes (2010).

O valor energético total apresentado pelas frações do tamarindo revela um fruto de alto valor energético oferecendo 13,4 %, 18,2 % e 17,9 % de kcal em uma dieta de 2000 kcal/dia para polpa, cascas e sementes, respectivamente.

### 3.2. Características físico-químicas

Em relação as características químicas avaliadas (Tabela 2), as frações polpa, cascas e sementes de tamarindo apresentaram diferenças significativas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O pH encontrado na polpa de tamarindo foi relativamente menor do que o pH de 3,40 encontrado por Sulieman *et al.* (2015) em tamarindo da parte oriental do Sudão, e superior ao apresentado por Santos *et al.* (2016) de 2,75 em estudo com polpas congeladas de tamarindo. Baixos valores de pH podem garantir a conservação da polpa de frutas sem necessidade de tratamento térmico, evitando perdas nutricionais e crescimento de leveduras (Brasil *et al.*, 2016). A presença de ácidos orgânicos, componentes importantes na formação de diversas propriedades das frutas, também pode contribuir para a variação do pH (Santos *et al.*, 2016). Os ácidos tartárico, málico e cítrico são os principais compostos químicos relacionados ao aroma e sabor do tamarindo, segundo Palomares (2009), sendo o ácido tartárico um ácido forte, resistente à respiração oxidativa, não diminuindo com a maturação (Pereira *et al.*, 2011, Rizzon e Sganzerla, 2007).

A acidez titulável (AT) apresentada pela polpa foi muito maior que nas farinhas de cascas e sementes, fato explicado por Pereira *et al.* (2011) que relata que é devido à grande quantidade de ácidos orgânicos presente neste fruto (de 12 a 30% da matéria seca). O ácido tartárico é o principal ácido presente na polpa de tamarindo e sua presença é

incomum nas frutas (Hamacek *et al.*, 2013). Assim, a AT da polpa de tamarindo foi expressa em gramas de ácido tartárico por 100 g de polpa. Os tamarindos do estado de Goiás se mostraram semelhantes quanto a AT observada por Sulieman *et al.* (2015) em tamarindos do Sudão (28,60 g de ácido tartárico 100g<sup>-1</sup>).

Na literatura, o valor de sólidos solúveis (SS) para a polpa de tamarindo apresenta grande variação. Os valores encontrados neste estudo (Tabela 2) corroboram os verificados por Lima *et al.* (2015) de 7,25 °Brix e por Santos *et al.* (2016) de 7,70 a 12,58 °Brix, analisando polpas de tamarindo congeladas. Contudo, foram bastante inferiores aos valores verificados por Sulieman *et al.* (2015) de 39,9 a 46,6 °Brix e por Canuto *et al.* (2010) de 24 °Brix. Fatores como clima, irrigação durante o cultivo e adição de água durante o processo de fabricação de polpas podem influenciar o teor de sólidos solúveis, o que explicaria a falta de uniformidade entre os valores apresentados em diferentes estudos (Santos *et al.*, 2016).

A relação SS/AT se relaciona com a qualidade do fruto em termos de amadurecimento e sabor, evidenciando o equilíbrio entre os açúcares e os ácidos orgânicos (Chitarra e Chitarra, 2005). A polpa de tamarindo mostrou essa relação reduzida, influenciada pela elevada acidez, a qual pode ter sido influenciada também pelos diferentes locais de coleta.

As farinhas da casca e sementes de tamarindo apresentaram atividade de água baixa (Tabela 2), sendo que abaixo de 0,60 a grande maioria dos microrganismos patogênicos não se desenvolvem (Forsythe, 2013). A  $a_w$  é um fator relevante quanto a qualidade de um alimento pois influencia a velocidade de reações, oxidação de lipídeos, crescimento microbiano, degradação de compostos como clorofila, antocianinas, além de interferir diretamente na perecibilidade de um alimento (Damodaran, Parkin e Fennema, 2010).

O fruto tamarindo, em todas as suas porções, apresentou coloração amarelo-avermelhada (Figura 1) indicada pelo valor de ângulo Hue obtidos (H entre 60-70) (Tabela 3).

Com relação ao croma ( $C^*$ ), os resultados indicam que a polpa apresenta uma coloração mais opaca, em relação as outras porções. A polpa se caracteriza como a parte mais escura, e as sementes a mais clara, de acordo com os valores de  $L^*$  encontrados, onde valores mais próximos de zero se aproximam do preto. Canuto *et al.* (2010) encontrou em seus estudos valores de  $L^*$  ( $33,8 \pm 0,5$ ) e H ( $63,1 \pm 0,2$ ) em polpa de tamarindo, próximos aos do presente estudo, descrevendo a mesma coloração amarelo-avermelhada.

### 3.3. Índices de absorção em água e óleo e solubilidade em água das farinhas de casca e sementes de tamarindo

Os índices de absorção de água (IAA) e óleo (IAO) e solubilidade em água (ISA) das farinhas de cascas (FCT) e sementes de tamarindo (FST) a 28 °C foram avaliadas e seus resultados estão expressos na Tabela 4.

A farinha de sementes de tamarindo apresentou maior IAA que a farinha das cascas. O aumento da concentração de fibras e proteínas em farinhas pode elevar o índice de absorção de água. O IAA é uma propriedade que se relaciona com a disponibilidade de grupos hidrofílicos em se ligarem às moléculas de água, a capacidade de formação de gel das moléculas de amido e à propriedade higroscópica das fibras que, também, possibilita a absorção de água (Santillán-Moreno *et al.*, 2011, Filli e Nkama, 2007). A farinha de sementes, mesmo apresentando menor valor de fibras que a farinha das cascas, possui concentração de proteínas 4,5 vezes maior. Santana, Oliveira Filho e Egea (2017) encontraram em seu estudo IAA de  $1,15 \text{ g g}^{-1}$  para a farinha de trigo e  $4,85 \text{ g g}^{-1}$  para a farinha de maracujá, ou seja, as farinhas de cascas

e sementes de tamarindo possuem capacidade maior de absorver água que a farinha de trigo, principal matéria-prima em panificados. Esta propriedade é importante em alimentos que necessitam de hidratação e retenção de umidade como produtos cárneos, bolos, pães e outros produtos de panificação melhorando rendimento e textura (Porte *et al.*, 2011).

O índice de solubilidade das farinhas (ISA) se apresentou menor em FCT quando comparado à FST. A solubilidade das farinhas se relaciona com a quantidade de moléculas solúveis em água, o que pode ser verificado pela comparação entre os valores de solubilidade em água e os teores de sólidos solúveis totais das amostras (Ferreira *et al.*, 2015). Santana, Oliveira Filho e Egea (2017) apresentaram valores de ISA de  $15,33 \text{ g g}^{-1}$  para farinha de linhaça e  $10,0 \text{ g g}^{-1}$  para farinha de maracujá, valores superiores aos encontrados neste estudo. Farinhas com elevados valores de ISA podem ser empregadas em alimentos que requerem menores temperaturas para serem preparados como os alimentos instantâneos e líquidos ou como ingredientes para formulação de sopas, sobremesas e molhos (Santana, Oliveira Filho e Egea, 2017).

O IAO encontrado na FCT foi maior que na FST, no entanto, os dois apresentaram valores maiores que o valor encontrado por Tril *et al.* (2014) para o extrato do pó de tamarindo ( $1,35 \text{ g g}^{-1}$ ). A capacidade de absorver óleo de uma farinha pode estar relacionada com a presença e quantidade de grupos hidrofóbicos expostos das proteínas e da interação destes com as cadeias hidrofóbicas da gordura (Santana, Oliveira Filho e Egea, 2017). Trata-se de um parâmetro importante de qualidade pois melhora a palatabilidade do alimento, além de influenciarem também a capacidade emulsificante de um produto (Goldmeyer *et al.*, 2014). Elevados índices de absorção em óleo determinam se a farinha poderá ser empregada em produtos cárneos como

salsichas e mortadelas ou em produtos emulsionados como massas de bolos, maionese ou molhos (Porte *et al.*, 2011).

### 3.4. Propriedades térmicas

As Figuras 2, 3 e 4 ilustram as análises gráficas relativas ao DSC de polpa liofilizada, farinha das cascas e das sementes de tamarindo, respectivamente. O termograma da polpa (Figura 2), o qual apresentou 4 picos endotérmicos, foi dividido em duas partes sendo a primeira de 35 a 105 °C e a segunda parte de 105 a 155 °C para melhor visualização dos picos. O primeiro pico (Figura 2A) refere-se a gelatinização do amido presente na polpa. A temperatura inicial de gelatinização ( $T_0$ ) da polpa de tamarindo foi de  $69,98 \text{ °C} \pm 1,55$ , a de pico ( $T_p$ ) foi de  $78,66 \text{ °C} \pm 0,02$  e a final ( $T_e$ )  $86,61 \text{ °C} \pm 0,57$ . O intervalo de temperatura de gelatinização foi de  $16,63 \text{ °C}$  com entalpia de gelatinização ( $\Delta H$ ) de  $3,27 \pm 0,27 \text{ J g}^{-1}$ . Quando a água disponível é restrita, como no caso de liofilizados, a gelatinização pode ser adiada para temperaturas mais elevadas devido à fusão dos cristais de amilopectina remanescentes (Moreira, Chenlo e Arufe, 2015).

Os picos 2 ( $101,19 \text{ °C}$ ) (Figura 2A) e 3 ( $118,51 \text{ °C}$ ) (Figura 2B) sugerem picos endotérmicos relacionados a desnaturação de proteínas e a formação de complexos de amilose-lipídeos, de acordo com Santiago-Ramos *et al.*, (2018) e Sánchez-Arteaga *et al.* (2015). A polpa de tamarindo apresenta uma composição química mais complexa (proteína, relação amilose/amilopectina, minerais, etc.), indicando assim um perfil térmico mais complexo do que os relatados para sistemas isolados de amidos. A presença de dois picos em faixas próximas de temperatura pode ser devido a diferentes compostos químicos presentes (Sánchez-Arteaga *et al.*, 2015). Avaliando as propriedades térmicas de farinha de feijão de diferentes variedades, Sánchez-Arteaga *et al.* (2015) encontraram o segundo pico endotérmicos entre 85 e

$105 \text{ °C}$ , associando à presença de proteínas resistentes ao calor. O mesmo pico foi observado por Moreira, Chenlo e Arufe (2015) com transição variando entre  $94,6$  e  $122,2 \text{ °C}$  para farinhas de castanha e amido de milho.

O pico 4 (Figura 2B) sugere o pico de transição vítrea ( $T_g$ ) da polpa de tamarindo o qual apresentou um intervalo de  $T_g$ , *onset*:  $138,61 \text{ °C}$  a *endset*:  $147,55 \text{ °C}$ , e pico  $138,85 \text{ °C}$ . A  $T_g$  avalia a temperatura na qual a amostra sai de um estado amorfo de equilíbrio para um estado borrachento ou gomoso, inferindo tratamentos térmicos inferiores a temperatura de  $T_g$  no processamento de possíveis produtos à base de polpa de tamarindo liofilizada. A  $T_g$  pode ser usada como indicador de mudanças físico-químicas em longos períodos de armazenamento (Alpizar-Reyes *et al.*, 2017).

As farinhas de cascas e sementes de tamarindo (Figuras 3 e 4) apresentaram termogramas semelhantes após  $115 \text{ °C}$ , com 2 picos endotérmicos e comportamento semelhante à polpa liofilizada após essa temperatura, o que sugere a mesma avaliação dos picos, ou seja, o pico entre  $115$  e  $120 \text{ °C}$  corresponde a formação de complexos carboidrato-lipídeo e/ou desnaturação de proteínas e o pico formado aproximadamente em  $135 \text{ °C}$  correspondendo a transição vítrea da Amostra. Observa-se, ainda, um pequeno pico no termograma da FCT (Figura 3) em  $86,69 \text{ °C}$  referente à gelatinização.

O pico endotérmico da transição vítrea para FCT apresentou uma energia de  $18,52 \text{ J g}^{-1}$  e  $T_g$  de  $135,93 \text{ °C}$ . No termograma da FST (Figura 4) é possível verificar o primeiro pico com  $T_0$  de  $119,80 \text{ °C}$ ,  $T_p$  de  $119,94 \text{ °C}$  e  $T_e$  de  $120,15 \text{ °C}$ . A  $T_g$  foi observada em  $137,92 \text{ °C}$  com energia de transição de  $23,65 \text{ J g}^{-1}$ . A temperatura de fusão dos complexos de carboidratos-lipídeos geralmente é elevada, pois apresentam alta estabilidade térmica, assim quanto maior o comprimento das cadeias

do complexo maior a estabilidade física (Kawai *et al.*, 2012). Durante a varredura térmica de amostras de farinha de castanha, Ahmed e Al-Attar (2015) detectaram transições em várias temperaturas (104-106 °C, 114-120 °C e 135-142 °C), associando essas transições aos processos de desordem dos complexos de amilose-lipídeos.

#### 4. Conclusão

O fruto tamarindo apresenta qualidades físico-químicas e nutricionais aceitáveis em suas porções analisadas. As farinhas derivadas das cascas e sementes de tamarindo são ricas em fibras e apresentam propriedades tecnológicas adequadas a indústria de alimentos como, por exemplo, produtos instantâneos como sopas, e ainda em produtos que não exijam altas temperaturas. As propriedades térmicas das porções do tamarindo sugerem uma investigação mais detalhada por se tratarem de sistemas complexos.

#### 5. Referências

- Adeola, A. A., & Aworh, O. C. (2012). A comparative evaluation of the chemical properties of wild tamarind (*Tamarindus indica* L.) fruits in Nigeria. *Food*, 6(1), 49-57.
- Ahmed, J., & Al-Attar, H. (2015). Effect of drying method on rheological, thermal, and structural properties of chestnut flour doughs. *Food Hydrocolloids*, 51, 76-87.
- Alpizar-Reyes, E., Carrillo-Navas, H., Gallardo-Rivera, R., Varela-Guerrero, V., Alvarez-Ramirez, J., Pérez-Alonso, C. (2017). Functional properties and physicochemical characteristics of tamarind (*Tamarindus indica* L.) seed mucilage powder as a novel hydrocolloid. *Journal of Food Engineering*, 209, 68-75.
- Anderson, R. A., Conway, H.F., Pfeifer, V. F., Grif-Fn, L. J. (1969). Gelatinization of corn grits by roll and extrusion cook. *Cereal Science Today*, 14(1), 4-11.
- Araújo, E. M., Menezes, H. C. (2010). Study of dietary fibre in fruits and vegetables for use in oral or enteral diets. *Food Science and Technology*, 30(1), 42-47.
- AOAC – Association of Official Analytical Chemists. (2010). Official methods of Analysis. (18<sup>a</sup> ed.). Washington: DC USA.
- Batista, A. G., Esteves, E. A., Dessimoni-Pinto, N. A. V., Oliveira, L. G., Pires, S. T., Santana, R. C. (2011). Chemical composition of jatobá-do-cerrado (*Hymenaea Stigonocarpa* Mart.) flour and its effect on growth of rats. *Alimentos e Nutrição*, 22(2), 173-180.
- Bicas, J. L., Molina, G., Dionísio, A. P., Barros, F. F. C., Wagner, R., Maróstica Junior, M. R., Pastore, G. M. (2011). Volatile constituents of exotic fruits from Brazil. *Food Research Internacional*, 44(7), 1843-1855.
- Brasil, A. S., Sigarini, K. S., Pardinho, F. C., Faria, R. A. P. G., Siqueira, N. F. M. P. (2016). Evaluation of physicochemical quality of frozen fruit pulp marketed in the city of Cuiabá-MT. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 38(1), 167-175.
- Canuto, G. A. B., Xavier, A. A. O., Neves, L. C., Benassi, M. T. (2010). Physical and chemical characterization of fruit pulps from Amazonia and their correlation to free radical scavenger activity. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 32(4), 1196-1205.
- Carneiro, V. A., Gomes, H. B., Nasser, M. D., Resende, H. G. (2014). O Baru (*Dipteryx alata* Vog.) como exemplo de incremento de renda e de sustentabilidade de comunidades rurais no cerrado goiano: um relato de experiência via seminários da disciplina “Sistemas Agrários de Produção e Desenvolvimento Sustentável”. *Revista InterAtividade*, 2(2), 42-52.

- Carvalho, V. S.; Damian, C.; Asquiere, E. R. (2014). Evaluation of physical and chemical parameters of the Sapota (*Quararibea cordata* Vischer): A fruit of the Amazon Brazilian. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, Pombal, 9(2), 66-70.
- Castilho, F., Fontanari, G. G., Batistuti, J. P. (2010). Evaluation of some functional properties of lupin sweet flour (*Lupinus albus*) and faba bean flour (*Cajanus cajan* (L) Millsp) and their utilization in cooked ham production. *Food Science and Technology*, 30(1), 68-75.
- Cazarin, C. B. B., Silva, J. K. d., Colomeu, T. C., Zollner, R. d. L., Maróstica Junior, M. R. (2014). Antioxidant capacity and chemical composition of passion fruit peel (*Passiflora edulis*). *Ciência Rural*, 44(9), 1699-1704.
- Chitarra, M. I. F., Chitarra, A. B. (2005). Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio. (2nd ed). Lavras: UFLA.
- Costa, W. D., Loiola, L. C. O., Nonato, C. F. A., Andrade, C. C., Costa, J. G. M., Rodrigues, F. F. G. (2015). Physicochemical, bromatological and antibacterial analysis of *Tamarindus indica* Linn fruits. *Caderno de Cultura e Ciência*, 14(1), 86-95.
- Damodaran, S., Parkin, K. L., Fennema, O. R. (2010). Química de alimentos de Fennema. (4<sup>a</sup> ed.) Porto Alegre: Artmed.
- Favet, R., Frikart, M.-J., Potin, J. (2011). La valorisation du tamarin. Richesses et potentialités des agroressources dans les PED UE 9 – IAAS 3. *Montpellier SupAgro*.
- Ferreira, M. S. L., Santos, M. C. P., Moro, T. M. A., Basto, G. J., Andrade, R. M. S., Gonçalves, É. C. B. A. (2015). Formulation and characterization of functional foods based on fruit and vegetable residue flour. *Journal of Food Science and Technology*, 52(2), 822-830.
- Filli, K. B., Nkama, I. (2007). Hydratation properties of extruded fura from millet and legumes. *British Food Journal*, 109(1), 68-80.
- Forsythe, S. J. (2013). Microbiologia de segurança dos alimentos. (2nd ed.) Porto Alegre: Artmed.
- Goldmeyer, B., Penna, N. G., Melo, A., Rosa, C. S. (2014). Physicochemical characteristics and technological functional properties of fermented blueberry pomace and their flours. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 36(4), 980-997.
- Gonçalves, J. Q., Silva, M. A. P. d., Plácido, G. R., Caliari, M., Silva, R. M., Moura, L. C., Souza, D. G. (2016). Drying kinetics of green banana peel and pulp (*Musa acuminata*): properties physical and functional of flour. *Global Science and Technology*, 9(3), 62-72.
- Hamacek, F. R., Santos, P. R. G., Cardoso, L. d. M., Pinheiro-Sant'Ana, H. M. (2013). Nutritional composition of tamarind (*Tamarindus indica* L.) from the Cerrado of Minas Gerais, Brazil. *Fruits*, 68(5), 381-395.
- Kawai, K., Takato, S., Sasaki, T., Kajiwara, K. (2012). Complex formation, thermal properties, and in-vitro digestibility of gelatinized potato starch–fatty acid mixtures. *Food Hydrocolloids*, 27(1), 228-234.
- Khairunnuur, F. A., Zulkhairi, A., Azrina, A., Moklas, M. A. M., Khairullizam, S., Zamree, M. S., Shahidan, M. A. (2009). Nutritional composition, in vitro antioxidant activity and artemia salina l. Lethality of pulp and seed of *Tamarindus indica* L. extracts. *Malaysian Journal of Nutrition*, 15(1), 65-75.
- Lima, T. L. S., Cavalcante, C. L., Sousa, D. G., Silva, P. H. A., Sobrinho, L. G. A. (2015). Evaluation of physical and chemical composition of fruit pulp marketed in five cities in the Paraíba state-Brazil. *Revista Verde*, 10(2), 49-55.

- Machado, P. P., Hotza, D., Petter, C., Bergmann, C. P. (1997). Controle de qualidade para revestimentos cerâmicos através da análise colorimétrica de superfície vidrada monocromática. *Cerâmica Industrial*, 2(3/4) 51-5.
- Merrill, A. L., Watt, B. K. (1973). Energy value of foods: basis and derivation. DC: United States Department of Agriculture, Washington.
- Miller, G. L. (1959). Use of dinitro salicylic acid reagent for determination of reducing sugar. *Analytical Chemistry*, 31(3), 426-8.
- Mohamed, H., Mohamed, B. E., Ahmed, K. E. (2015). Physicochemical properties of tamarind (*Tamarindus indica*) seed polysaccharides. *Journal of Food Processing Technology*, 6(6), 1-5.
- Moreira, R., Chenlo, F., Arufe, S. (2015). Starch transitions of different gluten free flour doughs determined by dynamic thermal mechanical analysis and differential scanning calorimetry. *Carbohydrate Polymers*, 127, 160-7.
- Morzelle, M. C., Bachiega, P., Souza, E. C. D., Vilas Boas, E. V. D. B., & Lamounier, M. L. (2015). Chemical and physical characterization of fruits from Cerrado: curriola, gabirola and murici. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 37(1), 96-103.
- Palomares, S. G. (2009). Determination of aromatic compounds in tamarind (*Tamarindus indica* L.) by two methods of extraction. *Unacar Tecnociencia*, 3(2), 29-39.
- Paz, M., Gúllon, P., Barroso, M. F., Carvalho, A. P., Domingues, V. F., Gomes, A. M., Becker, H., Longhinotti, E., Matos, C. D. (2015). Brazilian fruit pulps as functional foods and additives: Evaluation of bioactive compounds. *Food Chemistry*, 172(1), 462-8.
- Pereira, P. C., Melo, B., Franzão, A. A., Alves, P. R. B. (2011). A cultura do tamarindeiro (*Tamarindus indica* L.). Universidade Federal de Uberlândia. In: <<http://www.fruticultura.iciag.ufu.br/tamarindo.htm>>. Acess: 07/26/2016.
- Porte, A., Silva, E. F., Almeida, V. D. S. Silva, T. X., Porte, L. H. M. (2011). Technological functional properties of papaya (*Carica papaya*) and pumpkins (*Cucurbita* sp) seed flours. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, 13(1), 91-6.
- Queiroz, E. R., Abreu, C. M. P., Santos, C. M., Simão, A. A. (2015). Chemical and phytochemical composition of flours from skin and seeds of 'Bengal' lychee (*Litchi chinensis* Sonn). *Ciência Rural*, 45(2), 329-334.
- Rao, A. S., Kumar, A. A., Ramana, M. V. (2015). Tamarind seed processing and by-products. *Agricultural Engineering International: CIGR Journal*, 17(2), 200-4.
- Rebouças, E. R., Gentil, D. F. O., Ferreira, S. A. N. (2008). Physical characterization of fruits and seeds of Costa Rican guavas produced in Manaus, Amazonas. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 30(2), 546-8.
- Rizzon, L. A., Sganzerla, V. M. A. (2007). Tartaric and malic acids in the must grapes of Bento Gonçalves-RS, Brazil. *Ciência Rural*, 37(3), 911-4.
- Rocha, S. A., Lima, G. P. P., Borguini, M. G., Ciccone, V. R., Beluta, I. (2008). Fiber and lipid in plant food from organic and conventional farming. *Revista Simbio-Logias*, 1(2), 1-9.
- Sánchez-Arteaga, H. M., Urias-Silvas, J., Espinosa-Andrews, H., García Márquez, E. (2015). Effect of chemical composition and thermal properties on the cooking quality of common beans (*Phaseolus vulgaris*). *CyTA – Journal of Food*, 13(3), 385-391.
- Santana, G. S., Oliveira Filho, J. G. d., Egea, M. B. (2017). Characteristics technological of commercial vegetable flours. *Revista de Agricultura Neotropical*, 4(2), 88-95.

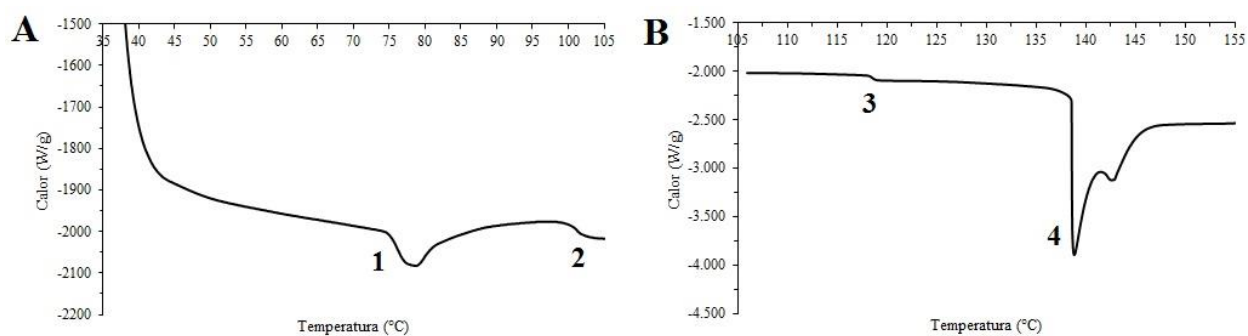
- Santiago-Ramos, D., Figueroa-Cárdenas, J. d. D., Véles-Medina, J. J., Salazar, R. (2018). Physicochemical properties of nixtamalized black bean (*Phaseolus vulgaris* L.) flours. *Food Chemistry*, 240, 456-462.
- Santillán-Moreno, A., Martínez-Bustos, F., Castaño-Tostado, E., Amaya-Llano, S. L. (2011). Physicochemical characterization of extruded blends of corn starch-whey protein concentrate-Agave tequilana fiber. *Food Process and Biotechnology*, 4(1), 797-808.
- Santos, L. F., Lehner, M. T., Freitas, A. F. F., Ries, E. F. (2015). Caturra banana flour characterization and use in dietary cookie. *Magistra*, 27(2), 145-158.
- Santos, E. H. F., Figueiredo Neto, A., Donzeli, V. P. (2016). Physical, chemical and microbiological aspects of fruit pulps marketed in Petrolina (PE) and Juazeiro (BA). *Brazilian Journal of Food Technology*, 19, 1-9.
- Silva, L. M. R. d., Figueiredo, E. A. T. d., Ricardo, N. M. P. S., Vieira, I. G. P., Figueiredo, R. W. d., Brasil, I. M., Gomes, C. L. (2014). Quantification of bioactive compounds in pulps and by-products of tropical fruits from Brazil. *Food Chemistry*, 143, 398-404.
- Sulieman, A. M. E., Alawad, S. M., Osman, M. A., Abdelmageed, E. A. (2015). Physicochemical characteristics of local varieties of tamarind (*Tamarindus indica* L), Sudan. *International Journal of Plant Research*, 5(1), 13-8.
- Tril, U., Fernández-López, J., Álvarez, J. Á. P., Viuda-Martos, M. (2014). Chemical, physicochemical, technological, antibacterial and antioxidant properties of rich-fibre powder extract obtained from tamarind (*Tamarindus indica* L.). *Industrial Crops and Products*, 55, 155-162.
- USDA – United States Department of Agriculture. (2009). USDA National Nutrient Database for Standard Reference. (22. ed.).
- Weber, F. H., Collares-Queiroz, F. P., Chang, Y. K. (2009). Physicochemical, rheological, morphological, and thermal characterization of normal, waxy, and high amylose corn starches. *Food Science and Technology*, 29(4), 748-753.
- Yahia, E. M. (2010). The contribution of fruit and vegetable consumption to human health. In: Rosa, L.A., Alvarez-Parrilla, E., Gonzalez-Aguilara, G.A. Fruit and vegetable phytochemicals: chemistry, nutritional value and stability. (pp. 3-51). Hoboken: Wiley-Blackwell.

### Agradecimentos

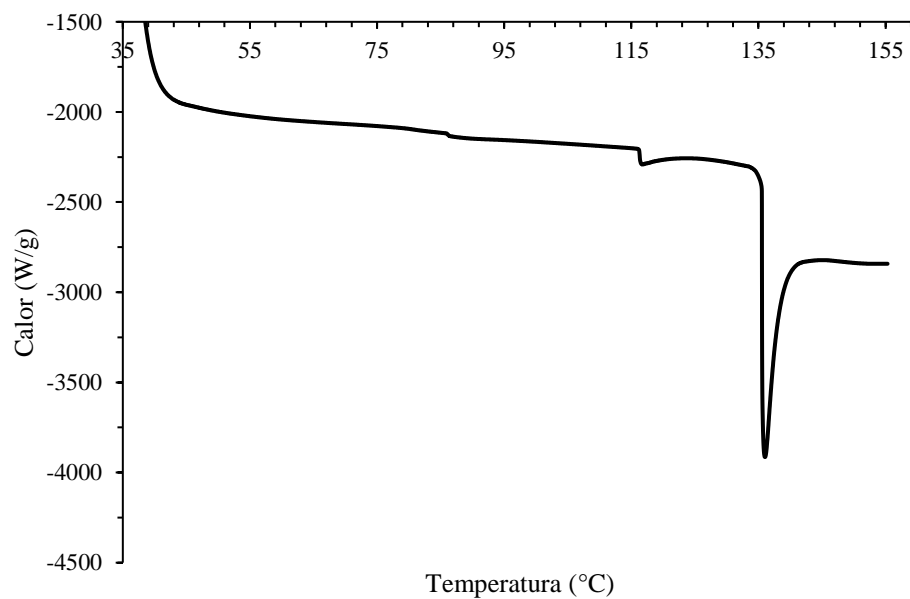
Os autores agradecem ao suporte financeiro da CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior.



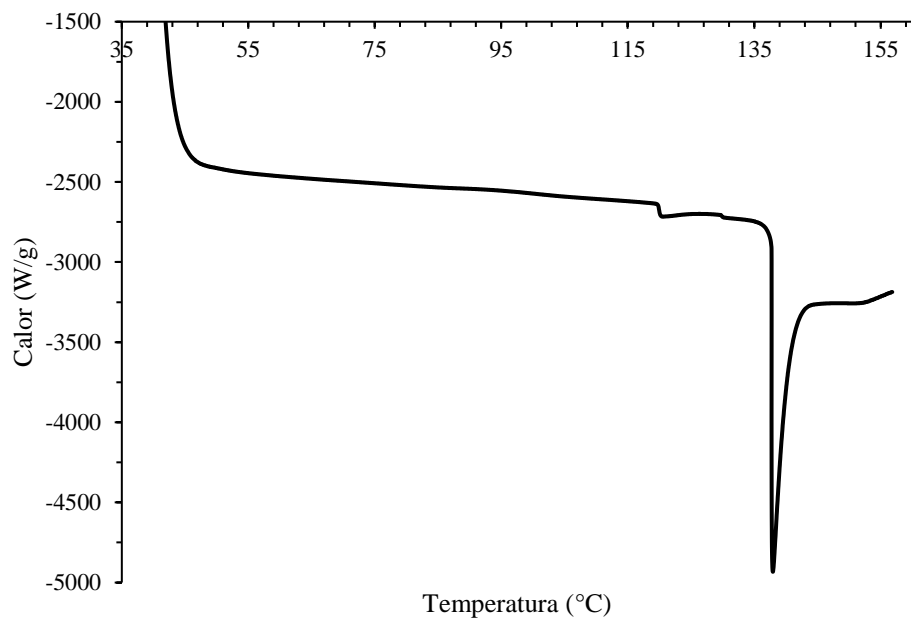
**Figura 1.** Porções do tamarindo (*Tamarindus indica* L.): (A) Polpa, (B) Farinhas das cascas, (C) Farinhas das sementes.



**Figura 2.** DSC da polpa liofilizada de tamarindo. (A) DSC na faixa de temperatura de 35 a 105 °C, (B) DSC na faixa de temperatura de 105 a 155 °C.



**Figura 3.** DSC da Farinha de casca de tamarindo (FCT).



**Figura 4.** DSC da Farinha de semente de tamarindo (FST).

**Tabela 1.** Média e desvio padrão da composição proximal ( $\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$ ), açúcares totais e redutores ( $\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$ ) e valor energético total ( $\text{kcal } 100 \text{ g}^{-1}$ ) das frações polpa “in natura”, farinha de cascas e farinha de sementes de tamarindo.

Composição proximal	Tamarindo ( <i>Tamarindus indica</i> L.)		
	Polpa	Farinha das cascas	Farinha das sementes
Umidade	31,22 ± 0,009a	5,96 ± 0,001c	10,20 ± 0,002b
Cinzas	2,96 ± 0,004b	3,76 ± 0,000a	2,22 ± 0,002c
Lipídeos	0,99 ± 0,00b	0,54 ± 0,000c	1,77 ± 0,001a
Proteínas	4,12 ± 0,153b	3,22 ± 0,141c	14,56 ± 0,35a
Carboidratos	60,71c	86,62a	71,25b
Fibra alimentar total	5,19c	70,33a	53,89b
Açúcares totais solúveis	23,84 ± 0,50a	10,22 ± 0,82c	12,66 ± 1,59b
Açúcares redutores	0,25 ± 0,03c	5,60 ± 0,07b	8,21 ± 0,09a
Valor energético total	268,23c	364,22a	359,17b

\*Médias seguidas da mesma letra, na mesma linha, não diferiram significativamente entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

**Tabela 2.** Média e desvio padrão das características químicas (pH, SS - sólidos solúveis, AT - acidez titulável, Relação entre SS e AT e  $a_w$  - atividade de água à 25 °C) da polpa, farinhas de cascas e farinha de sementes de tamarindo.

Características	Tamarindo ( <i>Tamarindus indica</i> L.)		
	Polpa	Farinha das cascas	Farinha das sementes
pH	3,02 ± 0,01c	4,19 ± 0,02b	5,81 ± 0,03a
SS (°Brix)	7,0 ± 0,1a	0,1 ± 0,1c	1,0 ± 0,1b
AT (g de ácido tartárico $100 \text{ g}^{-1}$ )	29,82 ± 0,24a	6,53 ± 0,23b	4,26 ± 0,12c
Relação SS/AT	0,23 ± 0,001a	0,02 ± 0,001b	0,23 ± 0,006a
$a_w$	0,615 ± 0,01a	0,319 ± 0,001c	0,415 ± 0,002b

\*Médias seguidas da mesma letra, na mesma linha, não diferiram significativamente entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

**Tabela 3.** Média e desvio padrão das coordenadas de cor L\*, a\*, b\*, C\* e H (graus) de polpa, farinha de casca e farinha de semente de tamarindo.

Porção do tamarindo	Parâmetros de cor				
	L*	a*	b*	C*	H
Polpa	37,54 ± 0,35c	2,56 ± 0,44c	9,26 ± 0,52c	9,60c	74,56a
Farinha da casca	54,24 ± 1,04b	11,35 ± 0,3a	24,22 ± 0,58a	26,75a	64,88c
Farinha da semente	64,14 ± 2,07a	7,13 ± 0,39b	16,12 ± 0,37b	17,63b	66,13b

\*Médias seguidas da mesma letra, na mesma coluna, não diferiram significativamente entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. a\* e b\* representam as coordenadas de cromaticidade (C\*). As coordenadas de cor foram convertidas em ângulo de cor,  $H = \tan^{-1}b/a$ , indicando o ângulo Hue (H) da amostra (0° ou 360° = vermelho, 90° = amarelo, 180° = verde, 270° = azul).

**Tabela 4.** Média e desvio padrão dos índices de absorção de água (IAA), solubilidade em água (ISA) e absorção de óleo (IAO) das farinhas de casca (FCT) e semente de tamarindo (FST).

Parâmetros	Tamarindo ( <i>Tamarindus indica</i> L.)	
	FCT	FST
IAA ( $\text{g } \text{g}^{-1}$ )	2,43 ± 0,06	4,17 ± 0,04
ISA ( $\text{g } \text{g}^{-1}$ )	5,19 ± 0,06	8,19 ± 0,27
IAO ( $\text{mL } \text{g}^{-1}$ )	2,06 ± 0,03	1,90 ± 0,02

## CAPÍTULO 3

**POTENCIAL ANTIOXIDANTE, COMPOSTOS FENÓLICOS, TOXICIDADE E FATORES ANTINUTRICIONAIS DO TAMARINDO (*Tamarindus indica* L.) DO CERRADO DE GOIÁS, BRASIL****Karen Carvalho Ferreira<sup>1\*</sup>, Márcio Caliar<sup>1</sup>, Manoel Soares Soares Júnior<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás, Campus Samambaia, Rodovia Goiânia/Nova Veneza, Km 0, 74690-900, Goiânia, Goiás, Brazil.*

*Corresponding author: \*karencarvalho1@hotmail.com*

---

**História do artigo:**

Completo pelo editor

**Palavras-chave:**

*Artemia salina, cascas de tamarindo, inibidor de tripsina, nitratos, sementes de tamarindo, taninos.*

**RESUMO**

No Brasil há uma grande diversidade de espécies vegetais pouco exploradas e o bioma Cerrado possui grande parte dessa biodiversidade. Como alimento de origem vegetal, o tamarindo pode possuir capacidades antioxidantes e antinutricionais. O conteúdo de compostos fenólicos e antinutricionais são influenciados por diversos fatores como a variedade e condições climáticas, sendo que os resíduos dos frutos (pele, cascas e sementes) podem conter maior teor de compostos fitoquímicos do que a polpa. Dessa forma, o objetivo do trabalho foi avaliar a presença de compostos fenólicos, atividade antioxidante, toxicidade e fatores antinutricionais da polpa e das farinhas de cascas e sementes de tamarindo. Todas as porções do fruto analisadas apresentaram alta capacidade antioxidante, não diferindo significativamente entre si. O extrato metanólico foi mais eficiente na extração dos compostos fenólicos das três porções do tamarindo, sendo o maior teor encontrado nas sementes. A casca apresentou baixa toxicidade frente a *Artemia salina*, no entanto, não é considerada tóxica. As sementes e a polpa não apresentaram toxicidade a partir deste ensaio. Com relação ao fator antinutricional inibidor de tripsina, somente a polpa não apresentou presença, e a casca e sementes apresentaram quantidades semelhantes. A polpa de tamarindo apresentou o maior teor de nitratos, seguido das sementes e as cascas com menor teor. Em relação ao teor de taninos, as sementes de tamarindo apresentaram a maior quantidade desses compostos. Conclui-se que o tamarindo é um fruto com potencial capacidade antioxidante e teor de compostos fenólicos consideráveis, apresentando nas cascas baixa toxicidade frente a *Artemia salina*, porém valores consideráveis de fatores antinutricionais.

---

## 1. Introdução

O Tamarindeiro, cujo nome científico é *Tamarindus indica* L., pertence à família *Leguminosae* e tem origem na África Equatorial, de onde se dispersou para regiões tropicais e subtropicais. Apesar de não ser nativo da região Nordeste brasileira, o tamarindeiro é considerado planta frutífera típica da região (Santos-Serejo, Barbosa e Luna, 2009). Seu fruto, chamado de tamarindo, se destaca por apresentar excelentes qualidades nutricionais (Favet, Frikart e Potin, 2011). Os subprodutos do fruto, como cascas e sementes, resíduos das indústrias de polpa principalmente, também demonstram ter propriedades nutricionais e medicinais (Rao, Kumar e Ramana, 2015).

Na medicina popular, é atribuída ao tamarindo várias propriedades curativas como laxantes, antimicrobianos, prevenção de cálculos renais, infecções urinárias, entre outros (Caluwé, Halamová e Damme, 2010; Havinga *et al.*, 2010). Alguns compostos bioativos que se destacam e foram identificados na fruta do tamarindo como os carotenóides e os compostos fenólicos contribuem para efeitos positivos na saúde humana. Como alimento de origem vegetal, o tamarindo possui estas propriedades antioxidantes (Páez-Peñuñuri *et al.*, 2015) e pode possuir propriedades antinutricionais.

No Brasil, há uma grande diversidade de frutos e vegetais e a inserção de produtos derivados no mercado é constante. O Cerrado, bioma predominante no estado de Goiás, rico em biodiversidade, representa um amplo potencial de exploração de frutos pouco conhecidos (Siqueira *et al.*, 2013). Os vegetais e alimentos derivados geralmente são caracterizados pela presença de antioxidantes. Os antioxidantes participam da minimização do dano oxidativo causado por espécies reativas de oxigênio (ERO), prevenindo ou reduzindo o risco de doenças cardiovasculares, neurodegenerativas e relacionadas ao envelhecimento, incluindo vários tipos de câncer (Hamdani e Wani, 2017). Os compostos fenólicos derivados de produtos vegetais são reconhecidos por

possuírem atividade antioxidante que atuam como auxiliares no funcionamento do sistema imune e o potencial antioxidante do plasma sanguíneo levando a uma menor incidência de doenças crônicas e degenerativas (Habermann *et al.*, 2016).

Da mesma forma, outros fitoquímicos presentes em produtos vegetais possuem efeitos antinutricionais, seja devido a algum papel fisiológico negativo ou porque limitam a biodisponibilidade de alguns nutrientes essenciais (Hamdani e Wani, 2017). Os antinutricionais são compostos presentes em plantas que interferem na digestibilidade, absorção e utilização de nutrientes essenciais em seres humanos e animais. Muitas plantas e seus frutos contêm fatores antinutricionais que, além de interferir nos processos metabólicos de biodisponibilidade dos nutrientes, podem causar irritações e lesões nos aparelhos digestivos (Mohammed e Yakasai, 2017; Nikmaram *et al.*, 2017). O conhecimento da presença desses fatores antinutricionais, que possam afetar o valor nutricional de frutas e hortaliças, além de métodos eficazes na inativação destes, é de grande importância no intuito de oferecer conhecimento à sociedade na busca por alimentos saudáveis (Benevides *et al.*, 2011; Damiani *et al.*, 2013).

O conteúdo de compostos fenólicos e antinutricionais são influenciados por fatores genéticos, variedade e condições climáticas. Alguns frutos podem conter maior teor de compostos fitoquímicos nos resíduos (pele, cascas e sementes) do que na polpa (Daiuto *et al.*, 2014). Dessa forma, o objetivo do trabalho foi avaliar a presença de compostos fenólicos, atividade antioxidante, toxicidade e fatores antinutricionais da polpa e das farinhas de cascas e sementes de tamarindo.

## 2. Material e métodos

### 2.1. Obtenção dos frutos, extração da polpa e preparo das farinhas

Os frutos foram coletados, em áreas de Cerrado, nas cidades de Rio Verde (latitude

18°01'09,8"S, longitude 50°40'17,7"W) e Ceres (latitude 15°18'23,7"S, longitude 49°36'02,6"W), estado de Goiás, Brasil, nos meses de agosto e setembro de 2017. Em seguida transportados ao LABDARSA – Laboratório de Aproveitamento de Resíduos Agroindustriais, da Escola de Agronomia da UFG – Universidade Federal de Goiás. Foram realizadas a seleção quanto à avarias e presença de insetos e separação manualmente em cascas, polpa e sementes. As cascas e sementes foram sanitizadas em solução de hipoclorito de sódio 200 ppm, secas em estufa de circulação de ar a 40 °C por 16 horas, trituradas e moídas em moinho de rotor tipo ciclone (Tecnal, TE65I/2, Piracicaba, Brasil) e a polpa mantida *in natura*, sem tratamento, somente separada das sementes. As farinhas e a polpa foram condicionadas em sacos de polietileno de alta densidade (PEAD) e armazenadas a – 18 °C até a realização das análises. Uma parte da polpa foi liofilizada em liofilizador (Liotop, L101, São Carlos, Brasil) para a realização das análises dos fatores antinutricionais.

## 2.2. Compostos bioativos

A determinação da capacidade antioxidante foi realizada pelo método do DPPH (Brandwilliams, Cuvelier e Berset, 1995), sendo medida a % de descoloração a 517 nm (Equação 1), em extratos aquoso e etanólico com concentração de 10%.

$$\% \text{ DPPH} = \left( 1 - \left( \frac{\text{ABS da amostra} - \text{ABS branco da amostra}}{\text{ABS branco ensaio DPPH}} \right) \right) * 100 \quad (\text{Eq.1})$$

O teor de compostos fenólicos totais (CFT) foi determinado pelo método de Folin-Ciocalteu, em espectrofotômetro (Ultrospec, 2.000 UV/Visível, Cambridge, Inglaterra) a 750 nm, utilizando o reagente Folin-Ciocalteu, e os dados foram expressos em mg Eq. AG (equivalente de ácido gálico) por 100 gramas de amostra (Waterhouse, 2002). Foram avaliados três solventes distintos para extração a frio de compostos fenólicos: água, etanol 95% e metanol.

## 2.3. Ensaio de toxicidade com *Artemia salina*

O ensaio de toxicidade sobre *Artemia salina* foi realizado por meio da adaptação da metodologia de Meyer *et al.* (1982). Preparou-se solução com sal marinho na concentração de 35 g L<sup>-1</sup>. O pH foi ajustado entre 8,0 e 9,0, por meio de solução 0,1 mol L<sup>-1</sup> de NaOH. Esta solução foi utilizada para eclosão dos ovos de *Artemia salina* e no preparo das demais diluições. Os ovos foram colocados para eclodir na solução salina por 48 horas, com aeração constante a 25 °C. Dez (10) larvas de *Artemia salina* foram transferidas para tubos contendo a solução salina e amostras a serem testadas, nas seguintes concentrações do extrato aquoso: 0, 2, 4, 6, 8 % e extrato bruto da polpa, farinha da casca e das sementes de tamarindo. O ensaio foi realizado em triplicata de amostras, sendo a contagem dos animais mortos e vivos realizada após 24 horas.

## 2.4. Fatores antinutricionais

Amostras de polpa, cascas e sementes de tamarindo foram analisadas quanto aos seguintes fatores antinutricionais e/ou tóxicos: atividade do inibidor de tripsina, teores de taninos e nitratos. As análises foram realizadas no Laboratório de Pós-Colheita, Departamento de Ciências dos Alimentos, da Universidade Federal de Lavras.

A atividade de inibidor de tripsina foi determinada por método espectrofotométrico descrito por Kunitz (1947) e Kakade *et al.* (1974). Adicionou-se 50 mL de solução de NaOH 0,01N a 1g de amostra seca e desengordurada, e colocou-se em agitador magnético por 1 hora. Soluções BAPA (Benzoil-DL-arginina-p-nitroanilida) e de ácido acético foram adicionadas deixando reagir por 10 minutos. A solução foi, então, filtrada e realizada leitura a 410 nm em espectrofotômetro (Ultrospec, 2.000 UV/Visível, Cambridge, Inglaterra). Os resultados foram expressos em função das UTI – unidades de tripsina inibidas (UTI/mg de amostra), na qual uma unidade de tripsina (UT) é definida como um aumento de 0,01 unidade de absorbância a 410 nm por 10 mL da mistura de reações. A determinação do

teor de taninos foi realizada de acordo com o método colorimétrico de Folin-Denis, conforme AOAC (2010). A intensidade de cor azul produzida na redução do reagente de Folin-Denis por taninos foi medida em espectrofotômetro a 760 nm. Os resultados foram expressos em porcentagem e cada amostra foi analisada em triplicata. A determinação do teor de nitratos foi realizada por método colorimétrico conforme Cataldo *et al.* (1975). Neste método, um complexo é formado pela nitração do ácido salicílico sob condições altamente ácidas e lida em espectrofotômetro à 410 nm em soluções básicas (pH>12). A absorvância é diretamente proporcional a quantidade de nitrato presente.

## 2.5. Análises estatísticas

As análises estatísticas das médias em triplicata (n=3) e desvio padrão foram realizadas com o auxílio do *Statistica* (Statsoft, Statistica 7.0, Tusla, EUA), por meio de análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey a 5% de significância.

## 3. Resultados e discussões

### 3.1. Capacidade antioxidante e compostos fenólicos

Na Tabela 1, são apresentados os resultados da capacidade antioxidante e teor de compostos fenólicos totais das porções do tamarindo em diferentes extratos. Todas as porções do fruto analisadas apresentaram alta capacidade antioxidante, não diferindo significativamente entre si.

O extrato metanólico foi mais eficiente na extração dos compostos fenólicos das três porções do tamarindo. Razali *et al.* (2012) analisaram as partes folhas, sementes, veias e cascas do fruto *Tamarindus indica* L., e puderam verificar que o metanol foi o melhor solvente na extração dos compostos fenólicos, seguido do acetato de etila e hexano. A extração dos compostos fenólicos de uma amostra pode ser significativamente afetada pela relação amostra:solvente, pela concentração e tipo de solvente utilizado, além do tempo de extração, sendo esse conteúdo relacionado às diferentes

polaridades e afinidades dos fenólicos presentes com o solvente de extração (Caldas *et al.*, 2018; Singh *et al.*, 2016), o que explica a diferença do teor de compostos fenólicos entre os três solventes de extração.

A farinha de sementes de tamarindo apresentou a maior concentração de compostos fenólicos nos extratos etanólico e metanólico. Razali *et al.* (2015), avaliando sementes de tamarindo da região da Malásia, encontraram capacidade antioxidante de 50,23  $\mu\text{g/mL}$  e teor de compostos fenólicos em extrato metanólico de 271,23  $\text{mg EGA g}^{-1}$ , resultados bastante divergentes ao presente estudo. Luzia e Jorge (2011), por outro lado, apresentaram teor de compostos fenólicos semelhante (49,30  $\text{mg EGA g}^{-1}$ ) e menor capacidade antioxidante (75,93%) em sementes de tamarindo do Sudeste brasileiro. Alguns autores avaliaram as sementes de tamarindo separando cascas (ou testa) e cotilédone (interior) e perceberam maior capacidade antioxidante no cotilédone, no entanto, ambas as partes possuem essa capacidade (Amalorpavam e Ebenezer, 2014; Sandesh, Velu e Singh, 2014), confirmando que a farinha da semente inteira de tamarindo possui alta capacidade antioxidante.

Schiassi *et al.* (2018) analisando compostos fenólicos em frutos do Cerrado brasileiro, em extratos metanólicos, obtiveram resultados para frutos como araçá (*Psidium guineense* Swartz) (0,89  $\text{mg EGA g}^{-1}$ ), buriti (*Mauritia flexuosa* L.) (1,10  $\text{mg EGA g}^{-1}$ ) e mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes) (0,46  $\text{mg EGA g}^{-1}$ ), todos inferiores aos encontrados na polpa de tamarindo. Da mesma forma, Silva *et al.* (2014) apresentaram valores de 9,23  $\text{mg EAG g}^{-1}$  de compostos fenólicos para polpa de tamarindo seca do estado do Ceará, Brasil. Outro estudo de Yean-Soon e Barlow (2004) determinaram valor de 3,9  $\text{mg EAG g}^{-1}$  para polpa de tamarindo, inferiores aos relatados por Silva *et al.* (2014), porém superior ao presente trabalho.

Phetdee *et al.* (2012) relataram que o conteúdo de compostos fenólicos na casca de tamarindo é de 85,6  $\text{mg ECat g}^{-1}$  de amostra fresca (ECat, equivalentes de catequina). Aguilar-Ávila *et al.* (2012) utilizaram um

processo de extrusão para extrair os compostos fenólicos da casca de tamarindo e obtiveram valores de 56,81 mg EAG g<sup>-1</sup>. Apesar de serem processos de extração diferentes, confirmam a presença de compostos fenólicos na casca de tamarindo, e seus benefícios.

O teor de compostos bioativos em diferentes partes das frutas tropicais exóticas depende do composto avaliado. Ayala-Zavala *et al.* (2011) explicam que, geralmente, a vitamina C é distribuída de forma uniforme nas frutas, os carotenóides ocorrem principalmente na superfície dos tecidos, como o pericarpo externo e a casca, enquanto os compostos fenólicos estão localizados preferencialmente em cascas e sementes e, em menor grau, na polpa, fato observado no tamarindo analisado. Outros autores confirmaram a maior presença de compostos fenólicos nas cascas e sementes de diferentes frutos, com relação a polpa (Morais *et al.*, 2015; Silva *et al.*, 2014).

A presença de compostos bioativos, com atividade antioxidante, agrega valor às cascas e sementes, consideradas resíduos, devido ao potencial de aplicações ou desenvolvimento de novos produtos, seja em indústrias alimentares, farmacêuticas ou cosméticas (Caldas *et al.*, 2018). Para Almeida *et al.* (2011), outros compostos, como os carotenóides, que não foram medidos neste trabalho, podem estar presentes nos extratos e contribuir para o potencial antioxidante das amostras. Silva *et al.* (2014) mostraram a presença de antocianinas, flavonóides,  $\beta$ -caroteno e licopeno em polpa de tamarindo, indicando que a alta capacidade antioxidante desse fruto está relacionada à vários compostos, o que sugere futuros estudos com tamarindos do Cerrado de Goiás.

### 3.2. Toxicidade com *Artemia salina*

O ensaio de toxicidade com *Artemia salina* é considerado uma ferramenta útil na avaliação preliminar da toxicidade, por se tratar de um método rápido, simples, reprodutível e econômico. Alguns compostos químicos biologicamente ativos, em particular agentes citotóxicos, são tóxicos para a *Artemia salina* e a morte deste

organismo quando exposto a concentrações variáveis destes compostos constitui a base de um teste de toxicidade (Khairunnuur *et al.*, 2009).

Os ensaios de toxicidade realizados com extratos de polpa e farinha das sementes de tamarindo apresentaram taxas de mortalidade próxima a zero (0), ou seja, não são tóxicas para o animal *Artemia salina*. Khairunnuur *et al.* (2009) obtiveram mesmos resultados em ensaios com extratos de polpa e semente de tamarindo, indicando a não toxicidade dos mesmos.

O extrato da farinha das cascas de tamarindo foi testado nas concentrações de 0, 2, 4, 6, 8 e 10 %. A análise gráfica do ensaio testado (Figura 1) atribuiu para a casca de tamarindo, DL50 = 10,67 %, esse valor é utilizado para estimar a concentração de extrato responsável por matar 50% das artemias, ou seja, é a dose letal do extrato para 50% da população.

O extrato da farinha de casca de tamarindo não apresentou toxicidade frente a *Artemia salina*, uma vez que a DL50 > 0,1%, sendo que, segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), são consideradas tóxicas substâncias que apresentam valores de DL50 abaixo de 0,1% em *Artemia salina* (Meyer *et al.*, 1982). Nguta e Mbaria (2013) avaliaram cascas de tamarindo do Kenia e mostraram que o extrato aquoso de casca de tamarindo apresentou uma sobrevivência de 20% das *Artemias salina*, indicando fraca toxicidade. A toxicidade encontrada, mesmo que relativamente baixa, também pode estar relacionada com a presença de taninos e outros compostos fenólicos que, segundo Batista *et al.* (2016) podem ter atividade citotóxica e antibacteriana.

### 3.3. Fatores antinutricionais

Com relação ao fator antinutricional inibidor de tripsina, somente a polpa não apresentou presença, e as farinhas das cascas e sementes apresentaram quantidades semelhantes (Tabela 2). A polpa de tamarindo mostrou o maior teor de nitratos, seguido das sementes e as cascas com menor teor. Em relação ao teor de taninos, a farinha das

sementes de tamarindo apresentou a maior quantidade desses compostos. O conhecimento dos fatores antinutricionais do tamarindo é de grande importância pois segundo Adeola e Aworh (2012), os valores nutricionais dos frutos podem ser limitados pela presença de certos componentes antinutricionais.

Os inibidores de tripsina nas sementes e cascas de tamarindo são considerados como uma limitação para a exploração destes produtos, pois de acordo com Nikmaram *et al.* (2017) estes fatores antinutricionais interferem na digestão de proteínas, atrapalhando o metabolismo de utilização de aminoácidos e enxofre. Analisando teor de inibidor de tripsina em farinhas de grão-de-bico e de feijão de corda, ambos da família *Leguminosae*, Sreerama *et al.* (2012) obtiveram resultados similares aos encontrados nas farinhas de cascas e sementes de tamarindo, sugerindo tratamento térmico para redução desses fatores. Estudos feitos com diferentes variedades de feijão (*Lablab purpureus*), da família *Fabaceae* que o tamarindo, mostraram ter valores de atividade inibitória de tripsina variando de 11,5 a 13,1 UTI/ mg (Kilonzi, Makokha e Kenji, 2017), valores esses superiores aos encontrados nas cascas e sementes de tamarindo deste estudo. Em outro estudo com lentilhas, Rathod e Annapure (2016) mostraram atividade inibitória de tripsina de 2,823 UTI/ mg e redução de 98% com a aplicação de tratamento térmico.

Os tratamentos térmicos empregados são eficientes, na maioria dos casos, para a remoção ou diminuição de inibidores de tripsina, e dependem da temperatura, do tempo de duração e do teor de umidade das amostras (Vagadia, Vanga e Raghavan, 2017). Sugere-se, então, o emprego de tratamentos térmicos, seja no processamento das farinhas de cascas e sementes de tamarindo, seja no desenvolvimento de um produto final aplicando tais farinhas, para que o consumo seja feito de forma segura quanto à presença de inibidores de tripsina.

Os taninos, comumente referidos como ácido tânico, são amplamente distribuídos em todos os materiais vegetais e caracterizados

pela adstringência (Hamdani e Wani 2017; Mohammed e Yakasai, 2017). A grande quantidade de taninos nas sementes inteiras de tamarindo torna-as inadequadas para consumo humano direto, pois de acordo com Mohammed e Yakasai (2017), a ingestão de alimentos contendo altos teores de taninos podem causar efeitos colaterais como constipação e distúrbios gastrointestinais. Analisando leguminosas, Kumar, Lal e Semwal (2016) encontraram 0,39 g 100g<sup>-1</sup> de taninos para feijão (*L. purpureus*) e Yang, Hsu e Yang (2014) encontraram para a soja amarela (*Glycine max*) e soja preta (*Glycine max L. Merr.*) 9,91 e 11,34 mg 100g<sup>-1</sup>, respectivamente. Todos resultados inferiores ao encontrado nas cascas e sementes de tamarindo do cerrado de Goiás.

No entanto, os taninos são compostos solúveis em água, podendo ser reduzidos ou eliminados por tratamentos térmicos, imersão ou cozimento, de forma a aumentar a digestibilidade das proteínas, o que seria recomendado de forma a reduzindo os níveis de taninos nas sementes e cascas de tamarindo (Caluwe, Halamová e Van Damme, 2010; Mohammed e Yakasai, 2017). El-Siddig *et al.* (2006) sugeriram que a maior parte dos taninos se encontram na casca da semente, parte escura do grão, recomendando a separação antes do processamento. No entanto, apesar de serem nutricionalmente indesejáveis, vários estudos relataram as propriedades terapêuticas e antioxidantes dos taninos condensados e confirmaram seu papel na prevenção de alguns distúrbios crônicos (Carvalho *et al.*, 2018; Figueroa-Espinoza *et al.*, 2015).

Avaliando polpas de tamarindo de 19 cidades da Nigéria, Adeola e Aworh (2012) encontraram teor de taninos variando de 0,02 a 0,52 g 100g<sup>-1</sup>, valores inferiores ao encontrado na polpa de tamarindo do Cerrado de Goiás, e concluíram que as diferenças de características físicas e químicas entre alimentos de uma mesma espécie pode ser explicada por fatores como a prática agrônômica (tipo de plantio, de solo, de localização geográfica), a combinação de fatores climáticos (luz solar, temperatura, presença de chuva) entre outros fatores.

Com relação aos nitratos, a polpa de tamarindo se destaca em comparação às demais partes do fruto com o maior teor encontrado, sendo o menor teor encontrado nas cascas. Bahadoran *et al.* (2016) avaliaram o teor de nitratos em diversos tipos de frutas, grãos e vegetais comumente consumidos como maçã (0,10 g/kg), banana (0,44 g/kg), laranja (0,132 g/kg), arroz (0,243 g/kg), lentilhas (0,113 g/kg), amêndoas (0,285 g/kg), no entanto, alguns vegetais se destacaram com valores maiores como rabanete (6,26 g/kg), beterraba (4,95 g/kg) e estragão (4,24 g/kg), porém todos inferiores ao teor encontrado no tamarindo.

Vários fatores influenciam a absorção de nitratos e seu acúmulo em tecidos vegetais, como fatores genéticos, condições ambientais (temperatura, irradiação solar, etc.) e práticas agrícolas, fazendo com que o teor de nitrato dentro das diferentes partes das plantas seja variável (Razgallah *et al.*, 2015), o que foi observado nas diferentes partes do tamarindo do Cerrado de Goiás. De acordo com Gomes e Barizon (2014), em decorrência da extensa área agrícola na região Centro-Oeste, onde a prática de culturas, como soja e milho, é bastante difundida, o risco contaminação do solo por fertilizantes e/ou agrotóxicos, assim como das águas subterrâneas e superficiais, é eminente e a grande quantidade de nitratos nos tamarindos avaliados, principalmente na polpa, pode ser devido ao local de coleta dos frutos, sendo fazendas em regiões de intensa prática agrícola.

O comitê de Agricultura e Alimentação da Organização Mundial de Saúde estabeleceu para nitratos um limite de IDA (Ingestão diária aceitável) de 3,7 mg kg<sup>-1</sup> de massa corpórea. (WHO, 2003), o que sugere que uma pessoa de 60 kg poderia ingerir aproximadamente 10 g de polpa de tamarindo por dia, estando dentro dos limites seguros. Alguns compostos antioxidantes, principalmente vitamina C, se presentes em conjunto com o nitrato ingerido, inibem a formação endógena de compostos nitrosos como as nitrosaminas, tornando como alternativa a ingestão de alimentos fontes de vitamina C em conjunto com o tamarindo, de

forma a inibir o alto teor de nitratos presentes (Dellavalle *et al.*, 2014).

A contaminação de alimentos por nitratos é uma preocupação importante para a saúde dos consumidores (Khalil e Hassan, 2015), pois os mesmos são facilmente convertidos em nitritos, os quais reagem com aminas, amidas e outros precursores formando as nitrosaminas, que são agentes carcinogênicos e mutagênicos potenciais. O excesso de nitritos ainda é capaz de se unir irreversivelmente à hemoglobina originando a metahemoglobina, que, então, se torna menos eficaz em transportar o oxigênio para todo o corpo (Mditshwa *et al.*, 2017; Khalil e Hassan, 2015). O uso contínuo de fertilizantes em áreas de atividade agrícola intensiva na região Centro-Oeste, mostra a necessidade de estudos específicos, direcionados para a avaliação do teor de nitratos de origem agrícola nos alimentos, tanto em culturas padronizadas quanto em plantações dispersas, como é o caso dos tamarindeiros encontrados na região (Gomes e Barizon, 2014).

O teor dos fatores antinutricionais analisados neste estudo podem diferir de acordo com a espécie, cultivar, condições climáticas, solos, estações e germinação das sementes (Kilonzi, Makokhz e Kenji, 2017). Para melhorar a qualidade nutricional da polpa e farinhas de cascas e sementes recomenda-se a aplicação de pré-tratamentos convencionais, tais como tratamento térmico, aplicação enzimática, imersão, entre outros, de forma a reduzir ou eliminar esses compostos, garantindo uma alimentação segura e nutritiva. No entanto, o controle dos tratamentos deve ser eficiente pois altas temperaturas por um longo tempo podem causar alterações físico-químicas indesejáveis em outros nutrientes (Nikmaram *et al.*, 2017).

#### 4. Conclusão

O tamarindo é um fruto que apresenta, integralmente, capacidade antioxidante e teor de compostos fenólicos consideráveis. A melhor extração de compostos fenólicos se deu com o uso do metanol. A capacidade antioxidante do tamarindo em suas partes separadas, pode estar relacionada a diferentes

compostos, sugerindo novos estudos. A casca de tamarindo apresenta baixa toxicidade frente à *Artemia salina*, no entanto, não é considerada um produto tóxico. A farinha de sementes de tamarindo apresenta alto teor de taninos, sendo necessário o uso de tratamentos térmicos antes do processamento e consumo. A polpa de tamarindo se apresenta como fonte de nitratos sendo o consumo moderado é seguro.

## 5. Referências

- Adeola, A. A., & Aworh, O. C. (2012). A comparative evaluation of the chemical properties of wild tamarind (*Tamarindus indica* L.) fruits in Nigeria. *Food*, 6(1), 49-57.
- Almeida, M. M. B., Sousa, P. H. M., Arriaga, Â. M. C., Prado, G. M., Magalhães, C. E. C., Maia, G. A., Lemos, T. L. G. (2011). Bioactive compounds and antioxidant activity of fresh exotic fruits from northeastern Brazil. *Food Research International*, 44(7), 2155-9.
- Amalorpavam, J., Ebenezer, G. A. I. (2014). Comparative antioxidant activity evaluation of *Tamarindus indica* seed coat and cotyledon. *International Journal of Chemical and Pharmaceutical Analysis*, 2(1), 54-7.
- AOAC – Association of Official Analytical Chemists. (2010). Official methods of Analysis. (18<sup>a</sup> ed.). Washington: DC USA.
- Aguilar-Ávila, D. S., Martínez-Flores, H. E., Reynoso-Camacho, R., Chávez-Moreno, C. K., Morales-Sanchez, E., Ponce-Saavedra, J. (2012). Efecto del proceso de extrusión sobre los compuestos fenólicos, taninos y flavonoides presentes en la cáscara de tamarindo (*Tamarindus indica* L.). II Simposium en Biotecnología Alimentaria y Ambiental. Morelia, Michoacan.
- Ayala-Zavala, J. F., Vega-Vega, V., Rosas-Domínguez, C., Palafox-Carlos, H., Villa-Rodríguez, J. A., Siddiqui, M. W., Dávila-Aviña, J. E., González-Aguilar, G. A. (2011). Agro-industrial potential of exotic fruit byproducts as a source of food additives. *Food Research International*, 44(7), 1866-1874.
- Bahadoran, Z., Mirmiran, P., Jeddi, S., Azizi, F., Ghasemi, A., Hadaegh, F. (2016). Nitrate and nitrite content of vegetables, fruits, grains, legumes, dairy products, meats and processed meats. *Journal of Food Composition and Analysis*, 51, 93-105.
- Batista, K. A., Reis, L. G. V., Garcia, L. F., Fernandes, K. F., Rodriguez, A. G. (2016). Thermal inactivation studies on toxic seeds from fruits of the Brazilian Central Plain. *Food Science and Technology*, 36(4), 577-582.
- Benevides, C. M. J., Souza, M. V., Souza, R. D. B., Lopes, M. V. (2011). Antinutritional factors in foods: a review. *Segurança Alimentar e Nutricional*, 18(2), 67-79.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., Berset, C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT – Food Science and Technology*, 28(1), 25-30.
- Caldas, T. W., Mazza, K. E. L., Teles, A. S. C., Mattos, G. N., Brígida, A. I. S., Conte-Junior, C. A., Borguini, R. G., Godoy, R. L. O., Cabral, L. M. C., Tonon, R. V. (2018). Phenolic compounds recovery from grape skin using conventional and non-conventional extraction methods. *Industrial Crops and Products*, 111, 86-91.
- Caluwé, E. D., Halamová, K., Damme, P. V. (2010). *Tamarindus indica* L. – A review of traditional uses, phytochemistry and pharmacology. *Afrika focus*, 23(1), 53-83.
- Carvalho, R. S., Carollo, C. A., Magalhães, J. C., Palumbo, J. M. C., Boaretto, A. G., Nunes E Sá, I. C., Ferraz, A. C., Lima, W. G., Siqueira, J. M., Ferreira, J. M. S. (2018). Antibacterial and antifungal activities of phenolic compound-enriched ethyl acetate fraction from *Cochlospermum regium* (Mart. Et. Schr.) Pilger roots: Mechanisms of action and synergism with tannin and gallic acid. *South African Journal of Botany*, 114, 181-7.
- Cataldo, D. A., Haroon, M.; Schrader, L. E., Youngs, V. L. (1975). Rapid colorimetric

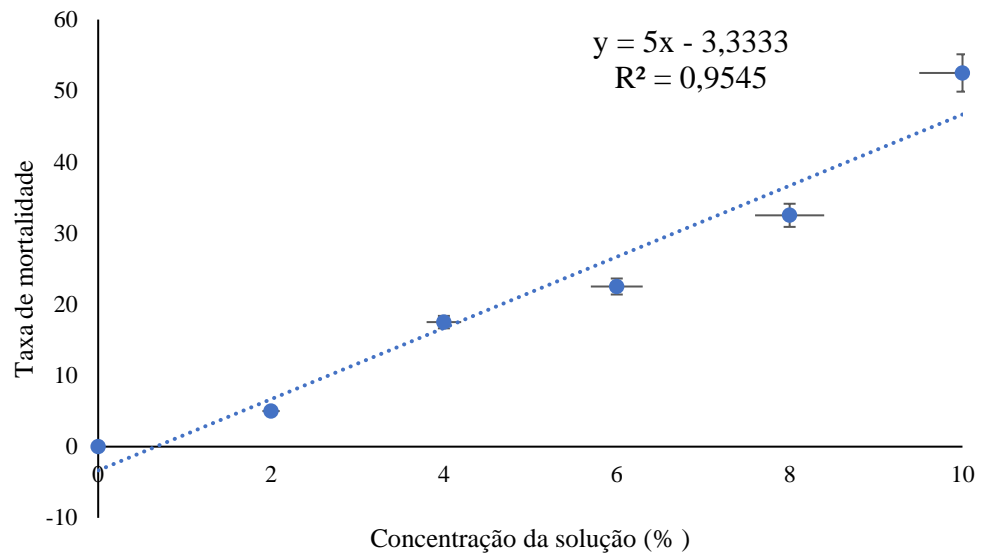
- determination of nitrate in plant tissue by nitration of salicylic acid. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 6(1), 71-80.
- Damiani, C., Almeida, T. L., Costa, N. V., Medeiros, N. X., Silva, A. G. M., Silva, F. A., Lage, M. E., Becker, F. S. (2013). Fatty acids profile and anti-nutritional factors of raw and roasted *Caryocarpus brasiliense* almonds. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 43(1), 71-8.
- Daiuto, É., R., Tremocoldi, M., A., Alencar, S., M., Vieites, R., L. (2014). Chemical composition and antioxidant activity of the pulp, peel and by products of avocado 'Hass'. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 36 (2), 417-24.
- Phillip Herbest Mi Dellavalle, C. T., Xiao, Q., Yang, G., Shu, X. O., Aschebrook-Kilfoy, B., Zheng, W., Li, H. L., Ji, B.-T., Rothman, N., Chow, W.-H., Gao, Y.-T., Ward, M. H. (2014). Dietary nitrate and nitrite intake and risk of colorectal cancer in the Shanghai Women's Health Study. *International Journal of Cancer*, 134(12), 2917-2926.
- El-Siddig, K., Gunasena, H. P. M., Prasa, B. A., Pushpakumara, D. K. N. G., Ramana, K. V. R., Vijayanand. P., Williams, J. T. (2006). Tamarind – *Tamarindus indica* L. Fruits for the future. Southampton Centre for Underutilized Crops: Southampton, UK.
- Favet, R., Frikart, M.-J., Potin, J. (2011). La valorisation du tamarin. Richesses et potentialités des agroressources dans les PED UE 9 – IAAS 3. *Montpellier SupAgro*.
- Figuroa-Espinoza, M. C., Zafimahova, A., Alvarado, P. G. M., Dubreucq, E., Poncet-Legrand, C. (2015). Grape seed and apple tannins: Emulsifying and antioxidant properties. *Food Chemistry*, 178, 38-44.
- Gomes, M. A. F. & Barizon, R. R. M. (2014). Panorama da contaminação ambiental por agrotóxicos e nitrato de origem agrícola no Brasil: cenário 1992/2011. Documentos / Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente.
- Habermann, E., Imatomi, M., Pontes, F. C., Gualtieri, S. C. J. (2016). Antioxidant activity and phenol content of extracts of bark, stems, and young and mature leaves from *Blepharocalyx salicifolius* (Kunth) O. Berg. *Brazilian Journal of Biology*, 76(4), 898-904.
- Hamdani, A. M., Wani, I. A. (2017). Guar and Locust bean gum: Composition, total phenolic content, antioxidant and antinutritional characterisation. *Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre*, 11, 53-9.
- Havinga, R. M., Hartl, A., Putscher, J., Prehler, S., Buchmann, C., Vogl, C. R. (2010). *Tamarindus indica* L. (Fabaceae): Patterns of use in traditional African medicine. *Journal of Ethnopharmacology*, 127(3), 573-588.
- Kakade, M. L., Rackis, J. J., Mcghee, J. E., Puski, G. (1974). Determination of trypsin inhibitor activity of soy products: A collaborative analysis of an improved procedure. *Cereal Chemistry*, 51(3), 376-382.
- Khalil, H. A., Hassan, S. M. (2015). Ascorbic acid,  $\beta$ -carotene, total phenolic compound and microbiological quality of organic and conventional citrus and strawberry grown in Egypt. *African Journal of Biotechnology*, 14(4), 272-7.
- Khairunnuur, F. A., Zulkhairi, A., Azrina, A., Moklas, M. A. M., Khairullizam, S., Zamree, M. S., Shahidan, M. A. (2009). Nutritional composition, in vitro antioxidant activity and artemia salina l. Lethality of pulp and seed of *Tamarindus indica* L. extracts. *Malaysian Journal of Nutrition*, 15(1), 65-75.
- Kilonzi, S. M., Makokha, A. O., Kenji, G. M. (2017). Physical characteristics, proximate composition and anti-nutritional factors in grains of lablab bean (*Lablab purpureus*) genotypes from Kenya. *Journal of Applied Biosciences*, 114, 11289-11298.
- Kumar, A., Lal, A., Semwal, A. D. (2016). Effect of microwave drying on nutritional and antinutritional factors of Dolichos Lablab beans. *International Journal of Science, Engineering and Technology*, 4(5), 711-5.

- Kunitz, M. (1947). Crystalline soybean trypsin inhibitor, II. General properties. *The Journal of General Physiology*, 30(4), 291-310.
- Luzia, D. M. M., Jorge, N. (2011). Antioxidant activity, fatty acid profile and tocopherols of *Tamarindus indica* L. seeds. *Food Science and Technology*, 31(2), 497-501.
- Mditshwaa, A., Magwaza, L. S., Tesfay, S. Z., Mbili, N. (2017). Postharvest quality and composition of organically and conventionally produced fruits: A review. *Scientia Horticulturae*, 216, 148–159.
- Meyer, B. N., Ferrigni, N. R., Putnan, J. E., Jacobsen, L. B., Nichols, D. E., McLaughlin, J. L. (1982). Brine shrimp: A convenient general bioassay for active plant constituents. *Journal of Medical Plant Research*, 45(1), 31-34.
- Mohammed, K. G., Yakasai, H. I. (2017). *Tamarindus indica* an appraisal on its uses in traditional medicine and its antinutritional components - Mini review. *Chronicles of Pharmaceutical Science*, 1(4), 199-203.
- Morais, D. R., Rotta, E. M., Sargi, S. C., Schmidt, E. M., Bonafe, E. G., Eberlin, M. N., Sawaya, A. C. H. F., Visentainer, J. V. (2015). Antioxidant activity, phenolics and UPLC–ESI(–)–MS of extracts from different tropical fruits parts and processed peels. *Food Research International*, 77(3), 392-9.
- Nikmaram, N., Leong, S. Y., Koubaa, M., Zhu, Z., Barba, F. J., Greiner, R., Oey, I., Roohinejad, S. (2017). Effect of extrusion on the anti-nutritional factors of food products: An overview. *Food Control*, 79, 62-73.
- Nguta, J. M., Mbaria, J. M. (2013). Brine shrimp toxicity and antimalarial activity of some plants traditionally used in treatment of malaria in Msambweni district of Kenya. *Journal of Ethnopharmacology*, 148(3), 988-992.
- Páez-Peñuñuri, M. E., Mercado-Mercado G., Blancas-Benitez, F. J., Villegas-Gozález, R. B., Sáyo-Ayerdi, S. G. (2016). Bioactive compounds and health properties of tamarind (*Tamarindus indica* L). *Revista de Ciencias Biológicas y de la Salud*, XVIII(1), 10-21.
- Phetdee, K., Rattanamanee, K., Teaktong, T., Viyoch, J. (2012). Tamarind seed coat extract reduces melanin production via tyrosinase in melanocyte. *Journal of Biological Sciences*, 12(4), 239-245.
- Rao, A. S., Kumar, A. A., Ramana, M. V. (2015). Tamarind seed processing and by-products. *Agricultural Engineering International: CIGR Journal*, 17(2), 200-4.
- Rathod, R. P., Annapure, U. S. (2016). Effect of extrusion process on antinutritional factors and protein and starch digestibility of lentil splits. *LWT - Food Science and Technology*, 66, 114-123.
- Razali, N., Mat-Junit, S., Abdul-Muthalib, A. F., Subramaniam, S., Abdul-Aziz, A. (2012). Effects of various solvents on the extraction of antioxidant phenolics from the leaves, seeds, veins and skins of *Tamarindus indica* L. *Food Chemistry*, 131(2), 441-8.
- Razali, N., Junit, S. M., Ariffin, A., Ramli, N. S., Aziz, A. A. (2015). Polyphenols from the extract and fraction of *T. indica* seeds protected HepG2 cells against oxidative stress. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 15(438), 1-16.
- Razgallah, N., Chikh-Rouhou, H., Boughattas, I., M'hamdi, M. (2016). Nitrate contents in some vegetables in Tunisia. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 62(4), 473-483.
- Sandesh, P., Velu, V., Singh, R. P. (2014). Antioxidant activities of tamarind (*Tamarindus Indica*) seed coat extracts using in vitro and in vivo models. *Journal of Food Science and Technology*, 51(9), 1965-1973.
- Santos-Serejo, J. A. d., Barbosa, A. M. M., Luna, J. V. U. (2009). Tamarindo. In Santos Serejo, J. A. d., Dantas, J. L. L., Sampaio, C. V., Coelho, Y. S. (Ed). *Fruticultura Tropical: espécies regionais e exóticas*. (pp. 437-455), Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica.
- Schiassi, M. C. E. V., Souza, V. R. D., Lago, A. M. T., Campos, L. G., Queiroz, F. (2018). Fruits from the Brazilian Cerrado

- region: Physico-chemical characterization, bioactive compounds, antioxidant activities, and sensory evaluation. *Food Chemistry*, 245, 305-311.
- Silva, L. M. R. d., Figueiredo, E. A. T. d., Ricardo, N. M. P. S., Vieira, I. G. P., Figueiredo, R. W. d., Brasil, I. M., Gomes, C. L. (2014). Quantification of bioactive compounds in pulps and by-products of tropical fruits from Brazil. *Food Chemistry*, 143, 398-404.
- Singh, J. P., Kaur, A., Singh, N., Nim, L., Shevkani, K., Kaur, H., Arora, D. S. (2016). In vitro antioxidant and antimicrobial properties of jambolan (*Syzygium cumini*) fruit polyphenols. *LWT - Food Science and Technology*, 65, 1025-1030.
- Siqueira, E. M. A., Rosa, F. R., Fustinoni, A. M., Sant'Ana, L. P., Arruda, S. F. (2013). Brazilian savanna fruits contain higher bioactive compounds content and higher antioxidant activity relative to the conventional red delicious apple. *Plos One*, 8(8), 1-7.
- Sreerama, Y. N., Sashikala, V. B., Pratape, V. M., Singh, V. (2012). Nutrients and antinutrients in cowpea and horse gram flours in comparison to chickpea flour: Evaluation of their flour functionality. *Food Chemistry*, 131(2), 462-8.
- Vagadia, B. H., Vanga, S. K., Raghavan, V. (2017). Inactivation methods of soybean trypsin inhibitor – A review. *Trends in Food Science & Technology*, 64, 115-125.
- Waterhouse, A. L. (2002). Polyphenolics: Determination of total phenolics. In: Erolstad, R. E. *Current Protocols in Food Analytical Chemistry*. (pp. 111-8), New York: John Wiley & Sons.
- WHO - World Health Organization. (2003). Nitrate and nitrite – intake assessment. In: *Safety evaluation of certain food additives (Food additives Series 50)*. Geneva: WHO. In: <http://www.inchem.org/documents/jecfa/jecmono/v50je07.htm>. Access: 12/06/2017.
- Yang, H.-W., Hsu, C.-K., Yang, Y.-F. (2014). Effect of thermal treatments on anti-nutritional factors and antioxidant capabilities in yellow soybeans and green-cotyledon small black soybeans. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 94(9), 1794-1801.
- Yean-Soon, Y., Barlow, P. J. (2004). Antioxidant activity and phenolic content of selected fruit seeds. *Food Chemistry*, 88(3), 411-417.

### Agradecimentos

Os autores agradecem ao suporte financeiro da CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior.



**Figura 1.** Taxa de mortalidade de *Artemia salina* em função da concentração do extrato aquoso da farinha de casca de tamarindo.

**Tabela 1.** Média e desvio padrão da capacidade antioxidante e teor de compostos fenólicos totais em diferentes extratos da polpa, farinha das cascas e sementes de tamarindo

	Tamarindo ( <i>Tamarindus indica</i> L.)		
	Polpa	Farinha de cascas	Farinha das sementes
Capacidade antioxidante (%)	91,63 ± 0,01a	91,81 ± 0,51a	93,17 ± 0,20a
Compostos fenólicos totais (mg EGA g <sup>-1</sup> )			
Extrato aquoso	1,61 ± 0,02b	4,11 ± 0,07a	1,48 ± 0,01b
Extrato etanólico	0,56 ± 0,09c	3,47 ± 0,27b	30,11 ± 1,31a
Extrato metanólico	1,77 ± 0,06c	7,40 ± 0,18b	40,36 ± 2,24a

\*Médias seguidas da mesma letra, na mesma linha, não diferiram significativamente entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

**Tabela 2.** Média e desvio padrão dos fatores antinutricionais: inibidor de tripsina (UTI\*/mg), taninos (g 100g<sup>-1</sup>) e nitratos (g kg<sup>-1</sup>) do tamarindo

Fator antinutricional	Tamarindo ( <i>Tamarindus indica</i> L.)		
	Polpa	Farinha das cascas	Farinha das sementes
Inibidor de tripsina	ND	6,56 ± 0,10	6,19 ± 0,16
Taninos	0,78 ± 0,01	3,30 ± 0,07	15,56 ± 0,11
Nitratos	22,36 ± 0,49	3,16 ± 0,19	7,95 ± 0,18

## CAPÍTULO 4

### DESENVOLVIMENTO DE DRAGEADOS SALGADOS COM APLICAÇÃO DE COPRODUTOS DE TAMARINDO (*Tamarindus indica* L.)

Karen Carvalho Ferreira<sup>1\*</sup>, Márcio Caliari<sup>1</sup>, Manoel Soares Soares Júnior<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás, Campus Samambaia, Rodovia Goiânia/Nova Veneza, Km 0, 74690-900, Goiânia, Goiás, Brazil.*

*Corresponding author: \*karencarvalho1@hotmail.com*

---

#### História do artigo:

Completo pelo editor

#### Palavras-chave:

*análise sensorial, casca de tamarindo, coprodutos, drágeas, semente de tamarindo*

#### RESUMO

O tamarindo é uma leguminosa fonte de proteína, carboidratos, minerais e vitaminas. Cada parte do fruto (polpa, casca, sementes) apresenta valor nutricional e importância econômica. O aproveitamento dos coprodutos de um fruto na elaboração de novos produtos representa uma alternativa tecnológica ao descarte de cascas e sementes desse fruto. As drágeas ou produtos revestidos estão se tornando cada vez mais importantes na indústria de petiscos, possibilitando a diversificação de produtos. Dessa forma, o objetivo do trabalho foi desenvolver formulações de drageados salgados, utilizando amendoim como centro e farinhas da casca e da semente de tamarindo como cobertura, além de avaliar a qualidade nutricional e sensorial de preferência e aceitabilidade dos drageados produzidos. Foi utilizado delineamento de mistura com seis formulações de drageados, onde o mais próximo do comercial em relação à dureza foi selecionado para as análises sensorial e proximal. Os drageados de amendoim com aplicação de farinhas de casca e semente de tamarindo apresentaram dureza instrumental próxima à do drageado de amendoim comercial e baixa atividade de água. Se mostrou fonte de lipídeos e proteínas e, conseqüentemente, apresentou alto valor energético. A adição das farinhas de casca e semente de tamarindo influenciaram o conteúdo de fibras, sendo este mais elevado que no drageado comercial. O drageado selecionado obteve boa aceitação, com exceção do atributo aparência e, de acordo com os provadores, provavelmente comprariam o novo produto.

---

## 1. Introdução

*Tamarindus indica* L. (tamarindo), da família *Leguminosae*, é encontrado em regiões tropicais e subtropicais do mundo. Bastante utilizado na medicina popular, seus frutos são a parte mais valiosa, com ótimos níveis de proteína (2-3 g 100g<sup>-1</sup>) e carboidratos (41,1-61,4 g 100g<sup>-1</sup>), além de serem boa fonte de minerais e vitaminas (Azman *et al.*, 2012). Cada parte do fruto (polpa, casca, sementes) não só apresenta valor nutricional, como também possui importância econômica, principalmente em seus países de origem. Os frutos foram comprovados com alto conteúdo fenólico e, conseqüentemente, alta atividade antioxidante, o que indica efeitos positivos sobre várias doenças, tanto na prevenção como na redução de sintomas (Mohammed; Yakasai, 2017).

O aproveitamento de todas as partes de um fruto na elaboração de novos produtos representa uma alternativa tecnológica que pode ser aplicada tanto no ambiente industrial como residencial. Além de contribuir com benefícios à saúde, o uso de todo o tecido da planta pode trazer benefícios econômicos, levando a uma maior diversidade de produtos, e um impacto favorável sobre o meio ambiente (Soares, 2015; Peschel *et al.*, 2006). Geralmente, as indústrias que processam o tamarindo, principalmente indústrias de polpas de frutas, descartam suas cascas e sementes. As partes descartadas, em boa parte, são direcionadas para alimentação animal, porém possuem bons valores nutricionais, fácil disponibilidade, baixo custo e deixam de ter uma utilização efetiva (Rao, Kumar e Ramana, 2015). A diversificação de novos produtos à base dos coprodutos desse fruto é uma alternativa ao descarte de cascas e sementes, como também uma oportunidade de valorizar técnicas como o drageamento agregando valor econômico para a fruta (Archana e Laxman, 2015; Cardoso *et al.*, 2012).

O drageamento é definido como o engrossamento controlado de um centro por meio da aplicação de sucessivas camadas de

cobertura dentro de drageadeiras em movimento. Considerada uma das técnicas de confeitaria mais antigas, permite uma grande variedade de aplicações de centros e coberturas (Pereira, 2010a). Castanhas, sementes, frutas desidratadas envolvidas em chocolate, ou amendoins torrados cobertos com caldas condimentadas, se transformaram em clássicos e estão cada vez mais populares, além de serem combinações que possuem alto valor nutricional (Pereira, 2010b).

As drageas ou produtos revestidos estão se tornando cada vez mais importantes na indústria de petiscos, doces e chocolate. As razões para isso são, entre outras, que o consumidor quer sempre novas ideias de produtos e, sobretudo, uma combinação de diferentes texturas e sabores. Uma grande variedade de produtos revestidos está no mercado e entre as vantagens da técnica de drageamento, a possibilidade de diversificar uma linha de produtos sem arcar com grandes investimentos está entre elas (Geschwindner e Drouven, 2009).

Considerando a necessidade de estimular o consumo e aproveitamento maior dos coprodutos do tamarindo, cascas e sementes, além de promover o conhecimento sobre a técnica de drageamento utilizando coprodutos na formulação, o objetivo deste estudo foi desenvolver formulações de drageados salgados, utilizando farinhas da casca e da semente de tamarindo, além de avaliar a qualidade nutricional e sensorial de preferência e aceitabilidade dos drageados produzidos.

## 2. Material e métodos

### 2.1. Matérias-primas

Os frutos de tamarindo foram coletados nos municípios de Rio Verde e Ceres, estado de Goiás, Brasil, em áreas de cerrado nativo. Em seguida transportados ao LABDARSA – Laboratório de Aproveitamento de Resíduos Agroindustriais, da Escola de Agronomia da UFG – Universidade Federal de Goiás, selecionados quanto à avarias e presença de insetos e separados manualmente em cascas, polpa e sementes. As cascas e sementes foram

sanitizadas em solução de hipoclorito de sódio 200 ppm, secas em estufa de circulação de ar a 40 °C por 16 horas, trituradas e moídas em moinho de rotor tipo ciclone (Tecnal, TE65I/2, Piracicaba, Brasil). As farinhas de casca de tamarindo (FCT) e de semente de tamarindo (FST) foram condicionadas em sacos de polietileno de alta densidade (PEAD) e armazenadas a - 18 °C até a realização das análises. Os demais ingredientes utilizados nas formulações dos drageados foram adquiridos em comércio local, sendo: amendoim (Produtos Paulista, Aparecida de Goiânia, Brasil), farinha de trigo (FT) (Cristal®, Aparecida de Goiânia, Brasil), amido de milho (Maisena®, São Paulo, Brasil), açúcar (Cristal®, Aparecida de Goiânia, Brasil), sal (Cisne®, Cabo Frio, Brasil), molho de soja tipo shoyo (Kitano, São Bernardo do Campo, Brasil), gordura vegetal hidrogenada (Bunge Alimentos, Jaguaré, Brasil), bicarbonato de sódio (Junco, Uberlândia, Brasil) e glutamato monossódico (Aji-no-moto®, São Paulo, Brasil).

## 2.2. Processamento dos drageados

O processo de produção de drageados salgados com aplicação das farinhas de casca e semente de tamarindo foram realizadas de acordo com Morais (2012). O centro utilizado para produção dos drageados foi amendoim cru adquirido no comércio de Goiânia – GO. A selagem dos centros foi realizada com 70 g 100g<sup>-1</sup> de mistura das farinhas (FCT, FST, FT) de acordo com delineamento de misturas e quantidade fixa de 30 g 100g<sup>-1</sup> de amido de milho. Para que a mistura de farinhas e amido de milho aderisse adequadamente ao centro, foi utilizada uma calda, preparada a base de sacarose (Cristal®, Aparecida de Goiânia, Brasil). O preparo da calda de sacarose para cada 1000 g de amendoim foi feito com 60 g 100 g<sup>-1</sup> de açúcar cristal, 3 g 100 g<sup>-1</sup> de sal, 0,9 g 100 g<sup>-1</sup> de bicarbonato de sódio e 40 mL água. Foram realizadas quatro aplicações de calda e mistura de farinhas e amido de milho sucessivamente. Em seguida, os drageados foram colocados em formas de alumínio e levados ao forno a gás (Tecnal, TE-394/4, Piracicaba, Brasil) à 250 °C por 15 minutos.

A condimentação foi realizada imediatamente após o forneamento através da aplicação de calda de condimentação composta de 64 mL 100 g<sup>-1</sup> de molho de soja, 27 mL 100 g<sup>-1</sup> de água, 4,5 g 100 g<sup>-1</sup> de açúcar, 2 g 100 g<sup>-1</sup> de gordura vegetal hidrogenada, 1,5 g 100 g<sup>-1</sup> de glutamato monossódico e 1,5 g 100 g<sup>-1</sup> de sal, para cada 1000 g de amendoim, a qual permaneceu sob aquecimento (80 a 90 °C) até fervura. Por último, os drageados foram levados novamente ao forno por 4 minutos à 250 °C para secagem da calda de condimentação.

Foi utilizado delineamento de misturas com o auxílio do software Statistica (Statsoft, Statistica 7.0, Tusla, EUA) para elaboração das formulações dos drageados, com seis (6) misturas de farinhas de aplicação e três repetições no ponto central. Os ingredientes foram: farinha de casca de tamarindo (FCT), farinha de semente de tamarindo (FST) e farinha de trigo (FT) (Tabela 1). Foi adicionado 30% de amido de milho (valor fixo) na mistura de farinhas, para isto os teores de FCT, FST e FT do delineamento de mistura foram convertidos para 70 g 100 g<sup>-1</sup> em todas as formulações.

Os níveis dos ingredientes foram estabelecidos em testes preliminares e a partir das especificações detalhadas, determinaram-se os pseudocomponentes, conforme equação 1. Estes valores foram utilizados para melhorar a visualização dos efeitos das variáveis independentes (teor de ingredientes) sobre a variável dependente (dureza instrumental dos drageados) (Tabela 2).

$$X_i = \frac{c_i - a_i}{1 - \sum_{i=1}^q a_i} \quad (\text{Equação 1})$$

Na qual,

$$0 \leq a_i \leq c_i$$

$\sum_{i=1}^q a_i < 1$ , ou seja, a soma de todos estes

componentes deve ser menor que 1, sendo este valor a soma dos mínimos;  $i = 1, 2, 3, \dots, q$ ;

$q$  = número de componentes da mistura;

$x_i$  = teor do componente, em termos de pseudocomponente;

$c_i$  = proporção real do componente;  
 $a_i$  = limite mínimo não-nulos da concentração do componente.

Assim, os ingredientes em estudo foram expressos em pseudocomponentes, utilizando a equação 2 para FCT, equação 3 para FST e equação 4 para FT.

$$X_{FCT} = \frac{C_{FCT} - 0,05}{1 - 0,7} \quad (\text{Equação 2})$$

$$X_{FST} = \frac{C_{FST} - 0,05}{1 - 0,7} \quad (\text{Equação 3})$$

$$X_{FT} = \frac{C_{FT} - 0,6}{1 - 0,7} \quad (\text{Equação 4})$$

No qual,

X = teor do componente, em termos de pseudocomponente;

C = proporção real do componente.

O planejamento experimental para definição das formulações com dureza similar ao produto comercial e com os teores de cada ingrediente em valores reais e em pseudocomponentes estão apresentados na Tabela 2. Introduziram-se mais duas repetições do tratamento 6 para cálculo do erro experimental.

### 2.3. Dureza instrumental

Os drageados elaborados conforme delineamento experimental (Tabela 2) foram avaliados quanto a dureza instrumental (textura) e comparados ao amendoim japonês vendido comercialmente, de modo a selecionar a formulação que mais se aproxima do produto comercial. A dureza instrumental foi medida em Texturômetro TA-XT (Texture Analyser, TA-XT Plus, Surrey, Inglaterra), com velocidade de pré-teste de  $1,0 \text{ mm s}^{-1}$ , de teste de  $0,5 \text{ mm s}^{-1}$ , e pós-teste de  $0,5 \text{ mm s}^{-1}$ , probe cilíndrica de compressão P20 e altura média da probe da amostra de 3 mm, sob temperatura de  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ , em dez repetições.

### 2.4. Atividade de água, análises microbiológicas e sensorial do drageado selecionado

A determinação da atividade de água ( $a_w$ ) foi obtida em AquaLab digital (Series 3 TE,

Pullman, Washington, USA). As análises microbiológicas de contagem de coliformes a  $45 \text{ }^\circ\text{C}$  e *Salmonella* sp. foram realizadas no Centro de Pesquisa em Alimentos – CPA/UFG, segundo os parâmetros estabelecidos pela resolução RDC nº 12 de 02 de janeiro de 2001, para alimentos sólidos prontos para consumo (petiscos) (Brasil, 2001). Para obtenção da nota sensorial para aceitação dos drageados, em relação aos atributos cor, sabor, odor, textura e avaliação global, utilizou-se escala hedônica de nove pontos (9 - gostei extremamente, 5 - nem gostei nem desgostei e 1 - desgostei muitíssimo) e questionamento sobre intenção de compra sendo a escala indo de 5 (certamente compraria) a 1 (certamente não compraria). Foi pré-estabelecido que o produto fosse considerado aceito quando pontuasse score médio maior do que 5 (cinco) de acordo com ABNT (1998). Cinquenta (50) provadores adultos de ambos os sexos foram recrutados de acordo com o interesse em participar da pesquisa. Este projeto de pesquisa foi aprovado pelo Comitê de Ética da UFG, sob protocolo CAAE nº: 69112717.9.0000.5083.

### 2.5. Composição proximal e Valor energético total do drageado selecionado

Os teores de umidade, cinzas, proteínas, lipídeos, e fibra alimentar total do drageado selecionado foram determinados conforme as recomendações da AOAC (2010). A umidade foi determinada por secagem em estufa com circulação de ar a  $105 \text{ }^\circ\text{C}$ , até peso constante; as cinzas por pesagem após incineração em mufla a  $550 \text{ }^\circ\text{C}$ ; o teor de nitrogênio pelo método de Kjeldahl, considerando-se 5,75 como fator de conversão para o cálculo de proteína bruta; o teor de lipídeos totais por extração a quente, utilizando éter de petróleo P.A., pelo método de Soxhlet. As fibras alimentares foram obtidas por método enzimico-gravimétrico e o teor de carboidratos totais por diferença. Todas as análises foram realizadas em triplicata.

O valor energético total foi definido seguindo os valores de conversão de Atwater, onde se multiplica o conteúdo de carboidratos

disponíveis e proteínas por quatro (4) e o de lipídeos por nove (9), os produtos somados constituíram o valor energético total (Merrill e Watt, 1973).

### 3.Resultados e discussão

Os drageados produzidos a partir do delineamento experimental com 6 formulações e 3 repetições no ponto central foram avaliados quanto à dureza instrumental e comparados nesse quesito com o drageado salgado de amendoim comercial. Os resultados estão apresentados na Tabela 3.

A partir dos resultados obtidos e do teor dos ingredientes em pseudocomponentes, gerou-se o gráfico de superfície de resposta (Figura 1) com o auxílio do software Statistica (Statsoft, Statistica 7.0, Tusla, EUA), onde foram definidos os pontos dentro do limite de dureza mais próxima do drageado comercial. Foram identificados 3 pontos dentro do nível de máximos do delineamento (Tabela 4), sendo escolhido o ponto A, com menor concentração de FT, de forma a utilizar a maior quantidade das farinhas em estudo (FCT e FST).

O drageado salgado de amendoim com aplicação de farinha de casca e semente de tamarindo formulado a partir das concentrações obtidas no ponto A, foi avaliado quanto a dureza, para validação do delineamento, e atividade de água. A dureza instrumental encontrada foi  $9,75 \pm 4,61$ , valor inferior ao encontrado no drageado comercial ( $12,25 \pm 10,4$  N), no entanto mais próximo que os resultados das demais formulações (Tabela 3). A diferença dos resultados pode estar ligada a diversos fatores, como matérias-primas utilizadas, processo de fabricação, o qual foi realizado em planta laboratorial utilizando drageadeira com baixa capacidade de produção em relação aos equipamentos industriais e umidade relativa do ar. A falta de uniformidade no tamanho dos grãos de amendoim utilizados gerou resultados com alto desvio padrão e diferença entre os tratamentos. Fadini *et al.* (2006b) avaliaram drageados de macadâmia e verificaram que o número de cargas de cobertura ideal para o produto foi de 5 a 11

cargas, o que sugere outro fator de influência na dureza do drageado produzido, pois a partir da quarta carga, as farinhas de casca e semente de tamarindo não apresentam mais poder satisfatório de aderência.

Brito (2008) avaliou drageados de amendoim com adição de farinhas de trigo e de arroz e verificou que a farinha de trigo aumenta a dureza do drageado, além disso a variável farinha de trigo:amido indicou que quanto maior a proporção de farinha em relação ao amido, maior a dureza do produto. Isso pode ser verificado no presente estudo, pois o drageado selecionado continha menor quantidade de farinha de trigo e apresentou menor dureza em relação as demais formulações. Provavelmente isto ocorre pela maior capacidade de absorção de água sob temperatura ambiente e incorporação de ar do amido em relação à farinha, que segundo Brito (2008) resulta em vaporização da água na etapa de forneamento, que aumentam a fragilidade da estrutura e diminuem a dureza.

A atividade de água para o drageado salgado de amendoim foi de  $0,495 \pm 0,01$ , indicando um produto estável quanto à contaminação microbiana. Fadini *et al.* (2006a) encontraram atividade de água de  $0,445 \pm 0,006$  para drageado salgado de macadâmia e verificaram que quanto menor a atividade de água desses produtos, maior será a crocância. As análises microbiológicas dos drageados (Tabela 5) demonstraram que os mesmos estavam de acordo com os padrões microbiológicos estabelecidos pela Resolução RDC n° 12 de janeiro de 2001 (Brasil, 2001), nos quais obteve-se para coliformes a  $45^\circ\text{C}$  contagem menor que  $10\text{ UFC g}^{-1}$  e para *Salmonella* spp. ausência em 25 g, indicando um produto estável microbiologicamente e seguro para consumo. A atividade de água também influencia na estabilidade microbiológica do produto pois  $a_w$  igual a 0,6 é considerada o limite para o desenvolvimento de microrganismo. Além disso este fator pode contribuir para aumentar a vida de prateleira do produto, prolongando seu prazo de validade (Chisté *et al.*, 2007).

O teste de aceitação sensorial do produto selecionado foi realizado por uma população de faixa etária média de 23 anos, perfil

justificado devido à pesquisa ter sido realizada em uma instituição de ensino superior. Quanto ao sexo, 60 % dos provadores eram do sexo feminino. O drageado de amendoim com aplicação de farinha de casca e sementes de tamarindo foi aceito pelos provadores, com escores médios dos atributos sensoriais sabor, odor e textura maiores que seis (Tabela 6), com exceção do atributo aparência, que recebeu nota média menor que cinco. A nota média para sabor e odor (6,76 e 7,18, respectivamente) do drageado ficou entre "gostei ligeiramente" e "gostei moderadamente", para textura (6,13) ficou entre "gostei moderadamente e gostei muito", enquanto a aparência recebeu nota média entre "nem gostei/nem desgostei" e "desgostei ligeiramente" (4,98).

O fato da nota média da aparência não ter sido mais expressiva pode estar relacionada com o processo de drageamento, o qual foi realizado em planta laboratorial, sem condições industriais que garantem padronização de produção, além da diferença de formatos dos amendoins utilizados, adquiridos comercialmente, o que não garantiu uma uniformidade do produto. Outro fato importante, pode estar relacionado a cor do produto, pois as farinhas de coprodutos de tamarindo conferiram ao drageado uma coloração mais escura (Figura 2). Tais problemas são de fácil solução em plantas industriais.

A intenção de compra do drageado de amendoim com aplicação de farinhas de casca e sementes de tamarindo selecionado ficou entre "provavelmente compraria" e "talvez comprasse/talvez não comprasse", com nota média de  $3,38 \pm 0,9$ , sendo que 42,22 % dos provadores "provavelmente comprariam". Segundo Castelo, Fontanari e Batistuti (2010), a aceitação de um novo produto é válida quando o índice de aceitação é de no mínimo 70%, o que não foi possível verificar neste estudo, no entanto, também depende de outros fatores como preço, qualidade nutricional, disponibilidade e marketing. Avaliando aceitação de drageados de soja com aplicação de farinha de aveia, Prieto e Bortotti (2017) obtiveram resultados satisfatórios acima de 70% de aceitação e

scores  $> 7,0$  para todos os parâmetros analisados na análise sensorial, indicando a aceitação de novos produtos drageados.

A composição centesimal do drageado salgado de amendoim selecionado está apresentada na Tabela 7. O drageado selecionado apresentou baixo teor de umidade, caracterizando-se como um produto seco. Souza *et al.* (2011) encontraram em seu estudo valor de umidade de 3,53% para o amendoim. A etapa de forneamento do processo de produção dos drageados pode justificar a menor umidade em relação ao grão de amendoim cru. O drageado de amendoim com coprodutos de amendoim apresentou teor de umidade menor quando comparado com drageados de frutas como drageado de abacaxi (13,82%) avaliados por Germer *et al.* (2017). O conteúdo de umidade de um alimento é um fator crítico que influencia a taxa de numerosas reações físicas e químicas, como reação de Maillard, oxidação lipídica, dano de microestrutura, dentre outras, relacionados a outras propriedades químicas e de textura (Shi *et al.*, 2018).

Fadini *et al.* (2006a) analisando drageados salgados de macadâmia encontraram valores de umidade  $2,5 \pm 0,1$  g  $100\text{g}^{-1}$  e cinzas  $3,0 \pm 0,1$  g  $100\text{g}^{-1}$ , próximos aos do presente estudo, por se tratar de amêndoas comestíveis semelhantes. Em outro estudo com diferentes tipos de amendoim industrializados Batista (2014) obteve para o amendoim japonês tradicional valores de 3,00% de umidade, 3,85% de cinzas, 10,77% de lipídeos, 33,7% de proteínas e 48,68% de carboidratos, próximos aos do drageado com aplicação de coprodutos de tamarindo exceto lipídeos e proteínas. O drageado salgado de amendoim apresentou altos teores de lipídeos e proteínas, característicos do grão do amendoim, que apresenta elevado teor de lipídeos (40-55%) destacando-se, principalmente, pela presença dos ácidos graxos insaturados oleico e linoleico e de vitamina E (Araújo *et al.*, 2014; Han, Bourgeois e Lacroix, 2009). Segundo Rodrigues *et al.* (2011), o conteúdo lipídico do amendoim, pode variar (37 a 49%) de acordo com o genótipo e as condições

climáticas de cultivo, além do tipo de processamento. Tanto o teor de lipídeos quanto de proteínas foi maior que o informado no rótulo do drageado comercial, indicando que as farinhas de coprodutos de tamarindo podem ter contribuído para essa diferença, assim como o genótipo do amendoim utilizado.

Com relação à fibra alimentar total, observou-se grande diferença entre o drageado formulado com farinhas de coprodutos de tamarindo e o drageado comercial. Tal valor já era esperado, pois as farinhas de casca e semente de tamarindo são ricas em fibras, 70,33% e 53,89% respectivamente, o que explica o maior valor encontrado para o drageado experimental. Em virtude do alto teor de lipídeos e de proteínas, o drageado também apresentou alto valor energético. Apesar do seu alto valor calórico, o consumo desse produto pode atuar com efeito de controle de peso, quando o seu consumo for aliado a uma dieta adequada, pois pode fornecer saciedade, por ser rico em fibras e proteínas. Para Chang, Sreedharan e Schneider (2013), a baixa absorção de energia e aumento do gasto de energia após o consumo de amendoim e seus derivados não contribuem significativamente com o aumento do peso corporal.

#### 4. Conclusão

Os drageados salgados de amendoim com aplicação de farinhas de casca e semente de tamarindo apresentaram dureza instrumental próxima à do drageado de amendoim comercial, baixa atividade de água, altos teores de lipídeos e proteínas e, conseqüentemente, alto valor energético. A aplicação de farinhas de casca e semente de tamarindo como cobertura de drageados influenciaram o conteúdo de fibras do produto, sendo este mais elevado que no drageado comercial. O drageado selecionado no experimento obteve boa aceitação sensorial, com exceção do atributo aparência e, de acordo com os provadores, provavelmente comprariam o novo produto. Os resultados sugerem uma nova alternativa, tanto para a formulação de um novo produto

do setor de petiscos quando para o aproveitamento de resíduos gerados do beneficiamento de frutos como o tamarindo.

#### 5. Referências

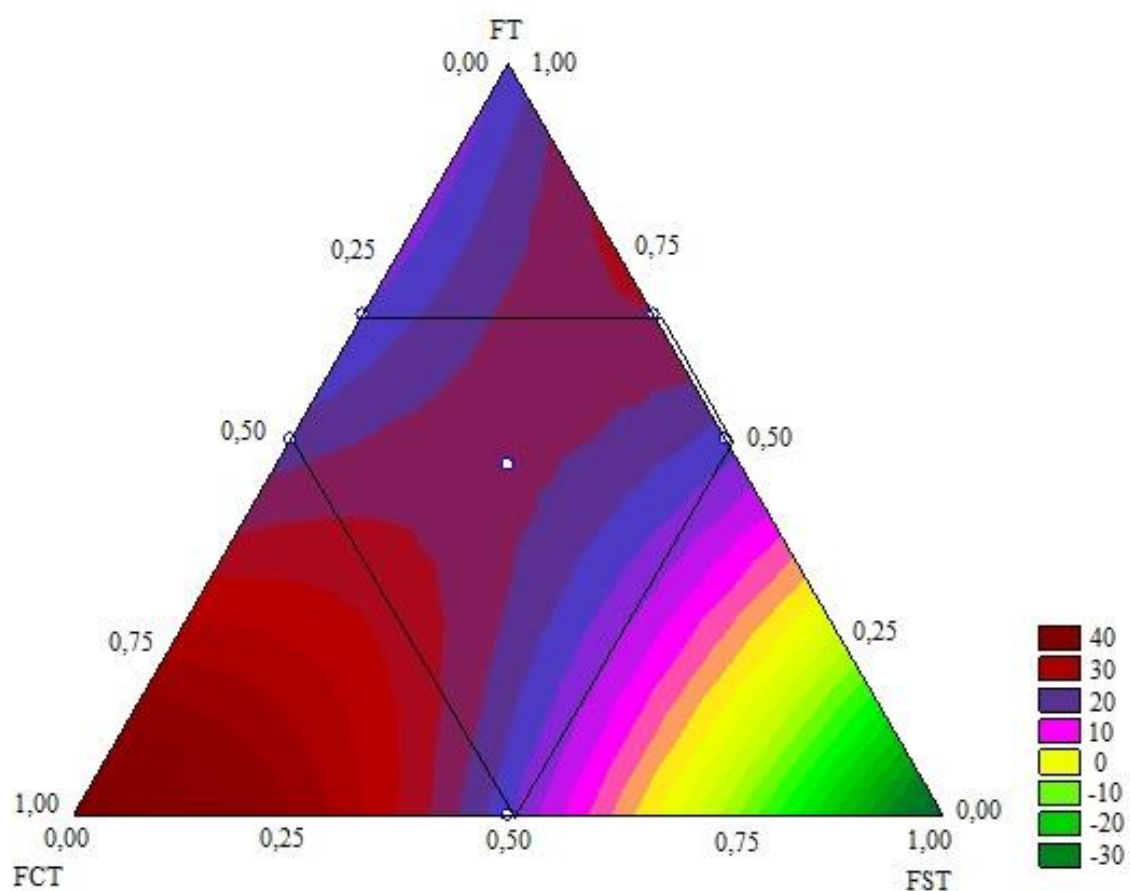
- ABNT - Associação Brasileira De Normas Técnicas. (1998). NBR 14141: Escalas Utilizadas em Análise Sensorial de Alimentos e Bebidas. Rio de Janeiro: ABNT.
- AOAC – Association of Official Analytical Chemists. (2010). Official methods of Analysis. (18<sup>a</sup> ed.). Washington: DC USA.
- Araújo, J. M., Alves, J. C., Peixoto, T. K. O. N., Medeiros, A. F., Machado, R. J. A., Serquiz, A. C., Neves, R. A. M., Santos, E. A., Uchôa, A. F., Moraes, A. H. A. (2014). Determination of antitryptic activity in proteins from peanut products isolated by affinity chromatography. *Química Nova*, 37(10), 1618-1623.
- Archana, P., Laxman, K. (2015). Studies on preparation and storage of tamarind squash. *Journal of Spices and Aromatic Crops*, 24(1), 37-42.
- Azman, K. F., Amom, Z., Azlan, A., Esa, N. M., Ali, R. M., Shah, Z. M., Kadir, K. K. A. (2012). Antiobesity effect of *Tamarindus indica* L. pulp aqueous extract in high-fat diet-induced obese rats. *Journal of Natural Medicines*, 66(2), 333-342.
- Brasil. (2001). Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001. Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, Seção I, p. 45-53.
- Brito, V. O. (2008). Análise das propriedades mecânicas e sonoras durante o desenvolvimento de uma cobertura para amendoim crocante. 93p. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos), Universidade Estadual de Londrina.
- Cardoso, L. M., Batista, A. G., Hamacek, F. R., Dias, P. A., Rosa, B. C., Dessimoni, P. V., Dessimoni-Pinto, N. A. V. (2012). Quality of pulp and jellies of tamarind

- from the brazilian cerrado. *Alimentos e Nutrição*, 23(3), 355-360.
- Castilho, F., Fontanari, G. G., Batistuti, J. P. (2010). Evaluation of some functional properties of lupin sweet flour (*Lupinus albus*) and faba bean flour (*Cajanus cajan* (L) Millsp) and their utilization in cooked ham production. *Food Science and Technology*, 30(1), 68-75.
- Chang, A. S., Sreedharan, A., Schneider, K. R. (2013). Peanut and peanut products: A food safety perspective. *Food Control*, 32(1), 296-303.
- Chisté, R. C., Cohen, K. O., Mathias, E. A., Ramoa Junior, A. G. A. (2007). Study of physical-chemical and microbiological properties when processing cassava flour from the water group. *Food Science and Technology*, 27(2), 265-269.
- Fadini, A. L., Silva, P. M. P., Jardim, D. C. P., Vissoto, F. Z., Queiroz, M. B., Batista, G. (2006a). Moisture sorption isotherms and a stability study of panned Macadamia. *Brazilian Journal of Food Technology*, 9(2), 83-88.
- Fadini, A. L., Nakamura, P., Queiroz, M. B., Cardozo, G. M. B. Q. (2006b). Study of the variables affecting the gumming of the Macadamia nuts: gumming solution concentration, revolving pan rotation speed and number of applications. *Brazilian Journal of Food Technology*, 9(1), 69-75.
- Freitas, J. B., Naves, M. M. V. (2010). Chemical composition of nuts and edible seeds and their relation to nutrition and health. *Revista de Nutrição*, 23(2), 269-279.
- Germer, S. P. M., Luz, G. M., Silva, L. B., Silva, M. G., Morgano, M. A., Silveira, N. F. A. (2017). Fruit dragée formulated with reused solution from pineapple osmotic dehydration. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 52(9), 806-813.
- Geschwindner, G., Drouven, H. (2009). Manufacturing processes: chocolate panning and inclusions. In Talbot, G. (Ed). *Technology of coated and filled chocolate, confectionery and bakery products*. (pp. 397-412) Cornwall, UK.
- Han, J., Bourgeois, S., Lacroix, M. (2009). Protein-based coatings on peanut to minimise oil migration. *Food Chemistry*, 115, 462-468.
- Merrill, A. L., Watt, B. K. (1973). *Energy value of foods: basis and derivation*. DC: United States Department of Agriculture, Washington.
- Morais, A. A. B. T. (2012). Processo de fabricação de amendoim drageado salgado. *Resposta técnica*. Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais – CETEC (pp. 1-4).
- Mohammed, K. G., Yakasai, H. I. (2017). *Tamarindus indica* an appraisal on its uses in traditional medicine and its antinutritional componentes - Mini review". *Chronicles of Pharmaceutical Science*, 1(4), 199-203.
- Pereira, E. A. (2010a). Alimentos Drageados. *O & G Alimentos e Tecnologia*, 28 - 32.
- Pereira, E. A. (2010b). Tecnologia de Fabricação de Drageados de Chocolate. *O&G Alimentos e Tecnologia*, 22 - 24.
- Peschel, W., Sa'nchez-Rabaneda, F., Diekmann, W., Plescher, A., Gartzzi'a, I., Jime'nez, D., Lamuela-Ravento's, R., Buxaderas, S., Codina, C. (2006). An industrial approach in the search of natural antioxidants from vegetable and fruit wastes. *Food Chemistry*, 97(1), 137-150.
- Prieto, J. M. B. M., Bortotti, T. G. (2017). Análises físico-química, microbiológica e sensorial de drageados de soja (*Glycine max* (L.)) com cobertura crocante, salgada e sem glúten. (37p.). Monografia (Graduação em Tecnologia de Alimentos), Universidade Tecnológica Federal do Paraná.
- Rao, A. S., Kumar, A. A., Ramana, M. V. (2015). Tamarind seed processing and by-products. *Agricultural Engineering International: CIGR Journal*, 17(2), 200-4.
- Rodrigues, A. C., Ströher, G. L., Freitas, A. R., Visentainer, J. V., Oliveira, C. C., Souza, N. E. (2011). The effect of genotype and roasting on the fatty acid composition of peanuts. *Food Research International*, 44(1), 187-192.

- Shi, X., Dean, L. O., Davis, J. P., Sandeep, K. P., Sanders, T. H. (2018). The effects of different dry roast parameters on peanut quality using an industrial belt-type roaster simulator. *Food Chemistry*, 240, 974-9.
- Soares, J. C. (2015). Aproveitamento alimentar de jambolão. (pp. 211). Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal de Goiás.
- Sousa, A. G. O., Fernandes, D. C., Alves, A. M., Freitas, J. B., Naves, M. M. V. (2011). Nutritional quality and protein value of exotic almonds and nut from the Brazilian Savanna compared to peanut. *Food Research International*, 44 (7), 2319-2325.

### **Agradecimentos**

Os autores agradecem ao suporte financeiro da CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior.



**Figura 1.** Superfície de resposta da dureza dos drageados experimentais.



**Figura 2.** (A) Drageado salgado de amendoim comercial; (B) Drageado salgado de amendoim com aplicação de farinha de casca e sementes de tamarindo. Fonte: arquivo pessoal.

**Tabela 1.** Concentrações mínimas e máximas estabelecidas para farinha de casca de tamarindo (FCT), farinha de semente de tamarindo (FST) e farinha de trigo (FT) nas formulações dos drageados.

Componente	Mínimo (% m/m)	Máximo (% m/m)
FCT	5	20
FST	5	20
FT	60	80

**Tabela 2.** Planejamento experimental para estudo do efeito da farinha de casca de tamarindo (FCT), farinha de semente de tamarindo (FST) e farinha de trigo (FT) na propriedade de textura dos drageados experimentais. Valores em concentrações reais ( $\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$ ) e pseudocomponentes.

Tratamento	Proporção dos ingredientes na mistura ternária					
	Concentrações reais			Concentrações de pseudocomponentes		
	FCT (c1)	FST (c2)	FT (c3)	FCT (X1)	FST (X2)	FT (X3)
T1	0,05	0,15	0,80	0	0,33	0,67
T2	0,15	0,05	0,80	0,33	0	0,67
T3	0,20	0,05	0,75	0,50	0	0,50
T4	0,05	0,20	0,75	0	0,50	0,50
T5	0,20	0,20	0,60	0,50	0,50	0
T6 (A)	0,13	0,13	0,74	0,27	0,27	0,46
T6 (B)	0,13	0,13	0,74	0,27	0,27	0,46
T6 (C)	0,13	0,13	0,74	0,27	0,27	0,46

A, B e C são repetições do mesmo tratamento (ponto central);  $X1 + X2 + X3 = 1$  ou 100%

**Tabela 3.** Valores de dureza instrumental (textura) dos drageados formulados e comercial.

Tratamento	Dureza instrumental (N)
Comercial	$12,25 \pm 10,4$
T1	$16,51 \pm 8,69$
T2	$15,55 \pm 5,88$
T3	$22,43 \pm 9,70$
T4	$18,47 \pm 10,6$
T5	$15,12 \pm 10,93$
T6 (A)	$20,4 \pm 8,96$
T6 (B)	$19,18 \pm 11,64$
T6 (C)	$21,72 \pm 9,17$

A, B e C são repetições do mesmo tratamento (ponto central).

**Tabela 4.** Proporções dos ingredientes da mistura ternária obtidos a partir de delineamento experimental, nos pontos A, B e C, para drageado experimental mais próximo ao comercial.

Pontos estabelecidos	Proporção dos ingredientes na mistura ternária					
	Concentrações de pseudocomponentes			Concentrações reais		
	FCT (x1)	FST (x2)	FT (x3)	FCT (c1)	FST (c2)	FT (c3)
A	0,397	0,512	0,091	0,169	0,204	0,627
B	0,131	0,515	0,350	0,089	0,205	0,706
C	0,274	0,482	0,248	0,132	0,195	0,673

**Tabela 5.** Risco Microbiológico – Valores encontrados no drageado salgado de amendoim com aplicação de farinhas de casca e sementes de tamarindo e padrões microbiológicos estabelecidos pela Anvisa para alimentos sólidos prontos para consumo (petiscos).

Microrganismo	Contagem	Limites permitidos
Coliformes termotolerantes a 45°C g <sup>-1</sup>	< 10 UFC g <sup>-1</sup>	5 x 10 UFC g <sup>-1</sup>
<i>Salmonella</i> spp	Ausência em 25 g	Ausência em 25 g

\*UFC: Unidades formadoras de colônia; Laudo: Amostra de acordo aos padrões estabelecidos pelo item “14 b” da Resolução - RDC n. 12 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária do Ministério da Saúde de 02 de janeiro de 2001.

**Tabela 6.** Notas médias para sabor, odor, textura e aparência obtidas no teste de aceitação sensorial do drageado de amendoim com aplicação de farinhas de casca e sementes de tamarindo

Atributo	Nota média	Desvio padrão	CV (%)
Sabor	6,76	1,82	26,99
Odor	7,18	1,27	17,64
Textura	6,13	1,74	28,37
Aparência	4,98	2,15	43,15

**Tabela 7.** Composição proximal e valor energético total da formulação selecionada do drageado salgado de amendoim com farinha de casca e sementes de tamarindo selecionado

Componente	Drageado selecionado	Drageado comercial*
Umidade (g 100g <sup>-1</sup> )	2,94 ± 0,00	NI
Cinzas (g 100g <sup>-1</sup> )	3,54 ± 0,00	NI
Lipídeos (g 100g <sup>-1</sup> )	27,22 ± 0,01	24,8
Proteínas (g 100g <sup>-1</sup> )	24,08 ± 1,13	18,4
Carboidratos (g 100g <sup>-1</sup> )	42,22	44
Fibra alimentar total (g 100g <sup>-1</sup> )	20,96	6,4
Valor energético total (kcal 100g <sup>-1</sup> )	510,18	468

\*Valores referentes à Informação nutricional da embalagem do produto; NI: não informado

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

- O tamarindo apresenta excelentes qualidades físico-químicas e nutricionais em todas suas porções, sendo as farinhas de seus coprodutos cascas e sementes ricas em fibras e com propriedades tecnológicas adequadas a indústria de alimentos.
- O fruto como um todo mostrou capacidade antioxidante e boa fonte de compostos fenólicos, no entanto, a capacidade antioxidante pode estar relacionada a outros compostos não estudados, sugerindo futuros estudos.
- A baixa toxicidade da casca de tamarindo frente à *Artemia salina*, não oferece risco a saúde do consumidor, assim como os teores de fatores antinutricionais encontrados no fruto e seus coprodutos, desde que consumidos dentro do limite de ingestão diária.
- A aplicação de farinhas de casca e sementes de tamarindo como cobertura de drageados salgados foram bem aceitos através de análise sensorial, sugerindo uma alternativa ao descarte desses produtos.

## ANEXOS

**Anexo 1.** Normas para submissão de artigos.

CARPATHIAN JOURNAL OF FOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY - ISSN-L 2066-6845

### GUIA PARA AUTORES

Carpathian Journal of Food Science and Technology sem custo para processamento de artigos / submissão de artigos / publicação de artigos.

#### SUBMISSÃO DE MANUSCRITOS

Os Autores recebem a submissão de artigos originais relevantes para a ciência e tecnologia no campo de alimentos. A submissão de um artigo implica que o trabalho descrito não tenha sido publicado anteriormente (exceto sob a forma de um resumo ou como parte de uma palestra ou tese acadêmica publicada), que não está em consideração para publicação em outro lugar, que a sua publicação é aprovada por todos os autores e tácita ou explicitamente pelas autoridades responsáveis onde o trabalho foi realizado e que, se aceito, não será publicado em outro lugar da mesma forma, em inglês ou em qualquer outro idioma, inclusive eletronicamente sem o consentimento por escrito do titular dos direitos autorais. Os editores não são responsáveis por qualquer plágio. Os autores são responsáveis pela obtenção da autorização do titular dos direitos autorais para reproduzir quaisquer números para os direitos autorais. O editor não dá nenhuma garantia expressa ou implícita ou faz qualquer declaração de que o conteúdo será completo ou preciso ou atualizado. A editora não será responsável por quaisquer perdas, ações, reivindicações, processos, demanda, custos ou danos ou qualquer que seja o motivo causado decorrente, direta ou indiretamente, em conexão com ou decorrente do uso deste material. **Todos os autores precisam concordar com as regras do antiplágio e assinarem de acordo na página de rosto. Todos os manuscritos serão checados para plágio com o programa Turnitin.**

#### Submissão do manuscrito

- Prepare o manuscrito de acordo com o documento do Modelo.
- O manuscrito deve ser enviado por e-mail no endereço: [giurgiulescul@yahoo.com](mailto:giurgiulescul@yahoo.com)
- Toda a correspondência, incluindo a decisão do editor e solicitação de revisões, será enviada por e-mail. Após o processo de revisão, o manuscrito será finalmente julgado por um dos editores que têm o direito de aceitar ou rejeitar um documento.
- Nos casos em que o manuscrito é enviado de volta ao autor correspondente para revisão, ele deve ser reenviado dentro de 30 dias, caso contrário, será assumido como sendo retirado.
- As verificações serão enviadas ao autor correspondente e devem ser devolvidas no prazo de 72 horas após a recepção, por e-mail. As correções devem ser restritas apenas aos erros de configurações.

#### Preparação do manuscrito

- **Por favor** organize seu manuscrito de acordo com o documento do Modelo.

- **Comprimento do papel:** geralmente os papéis não devem exceder 20 páginas (formato A4), incluindo tabelas e ilustrações. Para os documentos de revisão, o comprimento não deve exceder 12 páginas (formato A4).
- **O idioma** de publicação é o inglês.
- **Estrutura do artigo:** siga esta ordem ao digitar manuscritos: Título, Autores, Afiliações, Resumo, Palavras-chave, Texto principal, Referências, Agradecimentos, Legendas de figuras e, em seguida, Tabelas.
- A introdução deve dar uma base essencial, mas nenhuma subposição; os objetivos devem ser claramente definidos;
- Materiais e métodos com suficientes detalhes experimentais completos (quando possível por referência) para permitir a repetição;
- Os resultados e discussões devem ser apresentados de forma concisa usando tabelas e / ou figuras bem desenhadas; os mesmos dados não podem ser usados em ambos; devem ser dados estatísticos adequados.
- Figuras e tabelas devem estar em páginas separadas após a lista de referência e não devem ser incorporadas no texto principal.
- As conclusões devem ser concisas;
- As referências no texto devem ser identificadas pelo nome do primeiro autor e ano de publicação em colchetes redondos. A lista de referências deve ser organizada em ordem alfabética. Não use a abreviatura padrão do nome de uma revista.

#### **Exemplos:**

#### **Referência a uma publicação de revista:**

But Adela, Anca Peter (2014). The preservative activity of citric acid coated on the summer salami during storage under refrigeration. *Carpathian Journal of Food Science and Technology*, 6 (1), 4-11.

#### **Referência de um livro:**

Strunk, W., & White, E. B. (1979). *The elements of style*. (3rd ed.). New York: Macmillan, (Chapter 4).

#### **Referência a um capítulo em um livro editado:**

Lundberg, W.O. (1997). General deterioration reactions. In M. E. Stansby (Ed.), *Fish oils: Their chemistry, technology, stability, nutritional properties and uses*. (pp. 141–147), Westport, Conn: Avi Publishing Co..

## **Página de rosto**

**Cada manuscrito enviado para publicação no *Carpathian Journal of Food Science and Technology* precisa anexar uma página de rosto. Sem página de rosto, o manuscrito será rejeitado do processo de publicação.**

#### **Conteúdo da página de rosto:**

1. Título do manuscrito, número de páginas, número de linhas, número de números, números de tabelas.
2. Assinatura de todos os autores envolvidos no manuscrito ou parte do manuscrito.
3. Agradecimentos, mencione se existe.
4. O nível de submissão, por favor, mencione se esta é a primeira submissão, ou o manuscrito foi enviado para outras revistas. Se o manuscrito estava em revisão em outra revista, forneça o nome da revista e o endereço de e-mail do editor.

5. Por favor, sugira 3 revisores para o seu manuscrito do domínio da área de pesquisa.

**6. Por favor, concorde com as regras antiplágio. Assine e mencione isso.**

7. Envie-nos em documentos diferentes, prefira o documento da Microsoft: Página de rosto, Manuscrito (apenas texto) com autores, Manuscrito (apenas texto) sem autores, Tabelas, Figuras, Observações especiais (se houver).

8. Referências, respeite as normas do jornal, insira hiperlink para conectar o referente com o artigo citado.

But Adela, Anca Peter (2014). The preservative activity of citric acid coated on the summer salami during storage under refrigeration. *Carpathian Journal of Food Science and Technology*, 6 (1), 4-11.

Use este formato, complete cada ponto e salve em formato pdf, depois envie para o endereço [giurgulescul@yahoo.com](mailto:giurgulescul@yahoo.com)

**Anexo 2.** Modelo de manuscrito para submissão.

CARPATHIAN JOURNAL OF FOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY - ISSN-L 2066-6845

## TITLE (TNR 14 BOLD CAPITALIZE)

Authors (TNR 12 Bold)<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Authors address and affiliation (TNR 11 Italic)

Corresponding author: \*email address (only one address accepted) TNR 11 Italic

---

### Article history:

Complete by editor

### Keywords:

TNR 10 Italic, maxim 5

Keywords model, first letter

capitalizes:

Alpha;

Beta;

Gama;

Delta.

---

### ABSTRACT

(TNR 10 Normal)

**No more than 250 words**

## 1. Introduction (TNR 12 Bold, No indent)

(Body text TNR 12, normal, indent first line 0.66 cm, line spacing Single)

The content of yoghurt, which is produced with lactic acid fermentation using *Streptococcus thermophilus* and *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* and has a rich content in terms of carbohydrates, protein, fat, vitamins, calcium and phosphate, show similarities with milk, however, differences occur due to fermentation (Shahani *et al.*, 1979; Caglar *et al.*, 1999). The positive effects of yoghurt-like fermented dairy products on human health have been determined. Yoghurt, which is suitable for lactose intolerant individuals, is also easy to digest (Dewit, 2010; Pochart and Desjeux, 1988).

## 2. Materials and methods (TNR 12 Bold, No indent)

### 2.1. Materials

#### 2.2.1. Samples

Body text TNR 12 normal, indent first line 0.66 cm, line spacing Single)

Milk used in this study was obtained from Ege University Menemen Research and

Application Farms. Beneo (Mannheim, Germany) Nutriz, rice bran formula was obtained from Artisan Gida San. Tic. Ltd. Sti. For the preparation of rice milk, 13.6 g of rice bran was diluted in 100 mL of water. MYE 96-98 starter culture for yoghurt production containing *S. thermophilus* and *L. bulgaricus* was obtained from Maysa Gida San. Tic. A. S. In addition to the yoghurt culture, *Lactobacillus gasseri* ATCC 4963 and *Bifidobacterium longum* DSM Lafti B22 strains were used. Filling and packaging were done with packages obtained from Ege University Faculty of Agriculture Menemen Farms and Ege University Faculty of Agriculture Department of Dairy Technology.

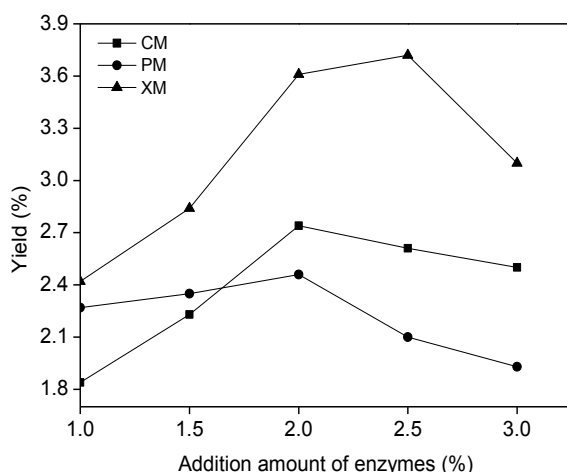
## 3. Results and discussions (TNR 12 Bold, No indent)

### 3.1. Physical Properties of Probiotic Yoghurt Samples

#### 3.1.1. Syneresis

(Body text TNR 12 normal, indent first line 0.66 cm, line spacing Single)

The average syneresis values of probiotic yoghurt samples were given in Table 1. On the 30<sup>th</sup> minute of the measurements, the highest syneresis rate was determined in P2 sample on the 1<sup>st</sup> day (18.50 mL), while the lowest syneresis rate was in K sample (12 mL) on the 14<sup>th</sup> and 21<sup>st</sup> days. As a result of the analysis of variance, the difference between the storage days were significant ( $p < 0.05$ ). In the samples containing rice milk, the syneresis rate was lower in P3, compared to the two other samples. Among all the results, difference between P1 sample and K sample was not significant ( $p > 0.05$ ). On the 60<sup>th</sup> minute of the measurements, the highest syneresis rate was in P2 sample on the 1<sup>st</sup> day (17 mL) while the lowest syneresis rate was seen in K sample (13 mL) on the 21<sup>st</sup> day. As a result of the analysis of variance, the difference between the samples according to days were be significant ( $p < 0.05$ ). On the sample groups P1, P2, P3 differences were associated with rice milk proportions. The difference between K and P1 on the 1<sup>st</sup> day was not significant ( $p > 0.05$ ), whereas on the 7<sup>th</sup>, 14<sup>th</sup> and 21<sup>st</sup> days, the differences between K sample and samples containing rice milk were significant ( $p < 0.05$ ).



**Figure 2.** Title TNR 12 Normal

**Table 2.** Title TNR 12 Normal

Number	Most distribution probability	Annual demand	The best better	The lowest operating costs
1	0.2315	7021	36	30236
2	0.2854	7362	39.2	30124
3	0.3625	7125	39.1	29026
4	0.3654	7141	40.2	28144
5	0.4125	7512	41.3	28652
6	0.4521	7162	41.5	28365
7	0.4123	7142	41.6	27145
8	0.5124	7210	44.2	26302
9	0.5212	7125	44.3	26119

#### 4. Conclusions (TNR 12 Bold, No indent)

(Body text TNR 12 normal, indent first line 0.66 cm, line spacing Single)

The echelon inventory levels of food cold chain logistics can be infinite in theory, but in the actual supply chain, the fact is that, the fewer the levels are, the better the situation is. Therefore, to provide convenience for study and description of the problem of multi-echelon inventory control model, the paper takes the three-echelon inventory composed of the cold storages at the place of production, the central place and marketing places as the study object to conduct overall optimization and control for the cold chain logistics, involving discussion of cold storage capacity scale and the optimal purchasing quantity of the multi-echelon cold chain logistics and distribution of purchasing quantity to the cold storages in the production place.

#### 5. References (TNR 12 Bold, No indent)

(TNR 12, First Line Hanging 0.66 cm, line spacing Single)

**Please respect the system below !!!**

Baty, J.J., Hwang, H., Ding, Z. (2007). The effect of a carbohydrate and protein supplement on resistance exercise performance, hormonal response, and muscle damage. *The Research Journal of the NSCA*, 21(2), 321-9.

Kristin, D., Morgan, L., Fangny, D., Sara, R., Caleb, W., Mallory, M., Andrew-White, L. W. T., Colin, D. W. (2010).

Acute glycemic and blood lipid response to the ingestion of a candy bar-like protein supplement compared to its candy bar counterpart. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 7(1),1.

### **Acknowledgment**

TNR 12 Normal first line ident 0.66 cm

Paper size: Letter W:21.59/ H:27.94 cm

Top 1.52 cm

Bottom 1.52 cm

Left 2.54 cm

Right 1.52 cm

Gutter 0

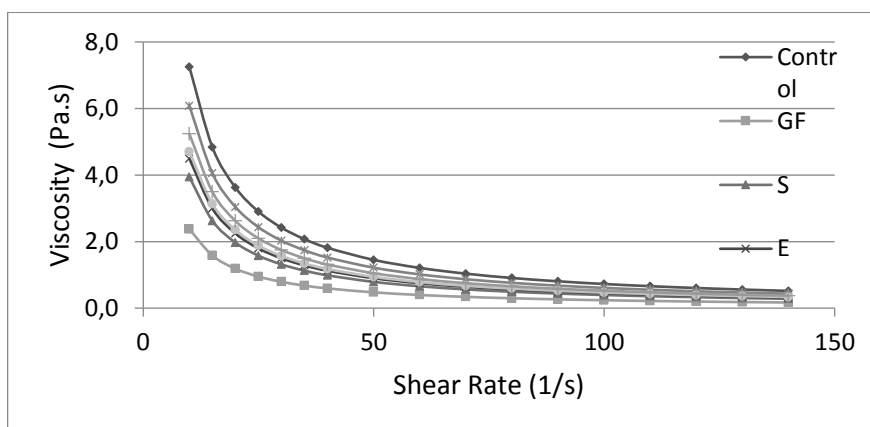
Gutter position left

Format doc or docx both are accepted.

**Please respect exactly sections and numbers:** 1. Introduction; 2. Materials and methods; 3. Results and discussions; 4. Conclusions; 5. References; Acknowledgment.

**Table 1.** Title TNR 12 Normal, Center, All borders

	Sample	Storage Period (day)			
		1	7	14	21
Viscosity (Pa.s)	<b>K</b>	3.52±0.33 <sup>aXY</sup>	3.29±0.03 <sup>aY</sup>	4.32±0.61 <sup>aX</sup>	3.79±0.14 <sup>aXY</sup>
	<b>P1</b>	3.22±0.13 <sup>a</sup>	3.22±0.11 <sup>a</sup>	3.20±0.05 <sup>b</sup>	3.36±0.31 <sup>a</sup>
	<b>P2</b>	1.09±0.08 <sup>bX</sup>	1.43±0.24 <sup>bXY</sup>	1.53±0.08 <sup>cY</sup>	1.63±0.13 <sup>bY</sup>
	<b>P3</b>	0.85±0.03 <sup>b</sup>	0.83±0.09 <sup>c</sup>	0.82±0.15 <sup>c</sup>	0.89±0.25 <sup>c</sup>

**Figure 1.** Title TNR 12 Normal, Center.

**Anexo 3.** Ficha aplicada na Análise sensorial.

**TESTE DE ACEITAÇÃO**

---

**Nome (Opcional):** \_\_\_\_\_ **Data:** \_\_\_\_\_  
**Idade:** \_\_\_\_\_  
**Sexo:** Masculino ( )  
 Feminino ( )

---

**1. Prove a amostra e avalie de um modo geral, o quanto você gostou ou desgostou, utilizando a escala abaixo:**

Amostra n°. \_\_\_\_\_

9 - Gostei muitíssimo	Sabor _____
8 - Gostei muito	Textura _____
7 - Gostei moderadamente	Aroma _____
6 - Gostei ligeiramente	Aparência _____
5 - Nem gostei/nem desgostei	
4 - Desgostei ligeiramente	
3 - Desgostei moderadamente	
2 - Desgostei muito	
1 - Desgostei muitíssimo	

**2. Se você encontrasse essa amostra à venda, você:**

- ( ) Certamente compraria
- ( ) Provavelmente compraria
- ( ) Talvez comprasse/Talvez não comprasse
- ( ) Possivelmente não compraria
- ( ) Certamente não compraria

#### **Anexo 4.** Termo de Comprometimento Livre e Esclarecido

##### **TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO - TCLE**

Você/Sr./Sra. está sendo convidado(a) a participar, como voluntário(a), da pesquisa intitulada “Caracterização integral de frutos tamarindo (*Tamarindus indica* L.) do Cerrado de Goiás, Brasil e aplicação em produtos drageados”. Meu nome é Karen Carvalho Ferreira, sou a pesquisadora responsável e minha área de atuação é Ciência e Tecnologia de Alimentos. Após receber os esclarecimentos e as informações a seguir, se você aceitar fazer parte do estudo, assine ao final deste documento, que está impresso em duas vias, sendo que uma delas é sua e a outra pertence à pesquisadora responsável. Esclareço que em caso de recusa na participação você não será penalizado(a) de forma alguma. Mas se aceitar participar, as dúvidas *sobre a pesquisa* poderão ser esclarecidas pelo pesquisador responsável, via e-mail (karencarvalho1@hotmail.com) e, inclusive, sob forma de ligação a cobrar, através do seguinte contato telefônico: (64)99206-7186. Ao persistirem as dúvidas *sobre os seus direitos* como participante desta pesquisa, você também poderá fazer contato com o **Comitê de Ética em Pesquisa** da Universidade Federal de Goiás, pelo telefone (62)3521-1215.

#### **1. Informações Importantes sobre a Pesquisa:**

No Brasil, o valor comercial do tamarindo ainda é de pequena expressão, mas vem apresentando tendência de crescimento graças ao interesse por seu potencial agroindustrial. Em virtude das condições climáticas favoráveis para o cultivo e ao, relativamente, baixo custo de implantação e manutenção do pomar, essa cultura apresenta-se como promissora para uma possível expansão do mercado frutícola do país. Sendo assim, devido à pouca atenção dada aos frutos do tamarindeiro, suas propriedades tecnológicas e a escassez de informações científicas sobre produtos processados, principalmente drageados, o estudo “Caracterização integral de frutos tamarindo (*Tamarindus indica* L.) do Cerrado de Goiás, Brasil e aplicação em produtos drageados” tem como objetivo caracterizar o tamarindo e desenvolver tecnologia de drageamento, além de avaliar a qualidade nutricional dos drageados produzidos.

Se o (a) senhor (a) aceitar participar, irá avaliar os produtos quanto a aparência, textura, sabor, aroma e intenção de compra, para tanto preencherá uma ficha de avaliação do produto tomando cerca de 10 min. A ficha e os dados coletados serão de uso exclusivo nesta

pesquisa e de acesso limitado aos pesquisadores e ficarão arquivados na EA/UFG por cinco anos e após serão incinerados.

A pesquisa não lhe trará danos morais, ou psicológicos. Os produtos contêm glúten. Os riscos que podem estar associados a essa análise são os de alergia a qualquer um de seus ingredientes, inclusive ao glúten: farinha de trigo, farinha de coprodutos de tamarindo, amido de milho, açúcar, molho de soja. Caso algum provador apresente reação adversa comprovada ao produto oferecido na presente pesquisa este será encaminhado para atendimento médico. Pessoas portadoras de doença celíaca (alergia ao glúten) não poderão participar da pesquisa.

Ao participar desta pesquisa o(a) senhor(a) colaborará para o melhor conhecimento dos atributos sensoriais deste novo produto. O(a) senhor(a) não terá nenhuma despesa para participar da pesquisa bem como nada será pago por sua participação. O(a) senhor(a) tem liberdade de recusar a participar da pesquisa em qualquer momento sem qualquer prejuízo. Os resultados da pesquisa serão tornados públicos, sejam eles favoráveis ou não.

#### CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO DA PESSOA COMO SUJEITO

Eu, ....., inscrito(a) sob o RG/ CPF....., abaixo assinado, concordo em participar do estudo intitulado “Caracterização integral de frutos tamarindo (*Tamarindus indica* L.) do Cerrado de Goiás, Brasil e aplicação em produtos drageados”. Informo ter mais de 18 anos de idade e destaco que minha participação nesta pesquisa é de caráter voluntário. Fui devidamente informado(a) e esclarecido(a) pelo pesquisador(a) responsável Karen Carvalho Ferreira, sobre a pesquisa, os procedimentos e métodos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes de minha participação no estudo. Foi-me garantido que posso retirar meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade. Declaro, portanto, que concordo com a minha participação no projeto de pesquisa acima descrito.

Goiânia, ..... de ..... de .....

\_\_\_\_\_  
Assinatura por extenso do(a) participante

\_\_\_\_\_  
Assinatura por extenso do(a) pesquisador(a) responsável

