

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

DAIANE PIVA ANDRADE

**DESENVOLVIMENTO DE MISTURA PARA TAPIOCA DE FÉCULA E FARINHA
DE BATATA-DOCE DE POLPA ROXA**

FRANCISCO BELTRÃO

2023

DAIANE PIVA ANDRADE

**DESENVOLVIMENTO DE MISTURA PARA TAPIOCA DE FÉCULA E FARINHA
DE BATATA-DOCE DE POLPA ROXA**

Development of mixture for starch tapioca and purple pulp sweet potato flour

Trabalho de conclusão de curso de graduação
apresentado como requisito para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia de Alimentos da
Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Orientador: Prof. Dr. Ronan Carlos Colombo

Coorientador: Prof. Dr. Luciano Lucchetta

FRANCISCO BELTRÃO

2023



Esta licença permite compartilhamento, remixes, adaptação e criação a partir do trabalho, não permitindo fins comerciais, desde que sejam atribuídos créditos aos autores.

Conteúdos elaborados por terceiros citados referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

DAIANE PIVA ANDRADE

**DESENVOLVIMENTO DE MISTURA PARA TAPIOCA DE FÉCULA E FARINHA
DE BATATA-DOCE DE POLPA ROXA**

Trabalho de conclusão de curso de graduação
apresentado como requisito para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia de Alimentos da
Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Data de aprovação: 21/06/2023

Ronan Carlos Colombo
Doutorado
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Cleusa Ines Weber
Doutorado
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Ellen Porto Pinto
Doutorado
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

FRANCISCO BELTRÃO

2023

AGRADECIMENTOS

É verdade que a vida apresenta desafios inúmeros, mas é igualmente verdade que somos capazes de superá-los com o apoio e o amor daqueles que nos rodeiam, bem como com a força espiritual que emana de Deus.

Gostaria de expressar meus sinceros agradecimentos à minha irmã gêmea, Bianca, que esteve ao meu lado em todas as etapas desse trabalho, além de oferecer seu apoio incondicional em todos os outros aspectos da minha vida. Agradeço também ao meu namorado, Guilherme, e ao nosso amado gatinho, Niga, pela presença constante e pelo carinho durante os momentos em que enfrentei crises de ansiedade e momentos de nervosismo.

Aos meus amigos e colegas, sou imensamente grata pela ajuda durante as análises e pelo apoio inabalável, mesmo quando eu desabafava sobre as adversidades da vida.

Não posso deixar de mencionar meu profundo agradecimento ao meu orientador, o estimado Prof. Dr. Ronan Carlos Colombo, por sua paciência e apoio incansáveis ao longo de todo o projeto. Expresso também minha gratidão ao meu coorientador, o Prof. Dr. Luciano Lucchetta, pela valiosa colaboração neste trabalho conjunto. Em especial, agradeço de coração à Prof. Dr. Silvane Mores, que me salvou ao auxiliar nas análises dos dados e contribuiu significativamente para a conclusão deste trabalho.

Quero registrar meu reconhecimento à minha família e a todos que contribuíram de alguma maneira para o meu sucesso. Seu apoio inestimável foi fundamental para minha jornada.

À equipe do Laboratório Multiusuário da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Francisco Beltrão, agradeço a disponibilização dos equipamentos que foram essenciais para a realização deste trabalho. E não posso deixar de mencionar a contribuição inestimável de todos os técnicos de laboratório da UTFPR, que prontamente me auxiliaram em todas as minhas necessidades.

A todos vocês, expresso minha gratidão sincera. Seu apoio, amor e dedicação tornaram possível a superação de desafios e a realização deste trabalho. Sou eternamente grata pela presença de cada um em minha vida.

RESUMO

A batata-doce (*Ipomoea batatas* L.) é uma raiz tuberosa de grande importância social e econômica no Brasil. Seu processamento é uma necessidade para que as perdas sejam reduzidas e aumente a vida útil pela sua perecibilidade. As batatas-doces de polpa roxa apresentam compostos antioxidantes e bioativos, os quais possuem ações importantes para a saúde humana. Produtos voltados para a saudabilidade fazem parte de um mercado em ascensão, assim, as batatas-doces de polpa roxa cumprem com este propósito mercadológico, devido ao seu baixo índice glicêmico e compostos bioativos. Porém, o estudo dos compostos antioxidantes pré e pós-processamento é importante. Assim, o objetivo deste trabalho foi desenvolver uma mistura para tapioca com fécula e farinha de batata-doce de polpa roxa, bem como avaliar os compostos fenólicos nos ingredientes e produto final. Além disso, objetivou-se avaliar as características de cor e textura das tapiocas após a cocção. A metodologia adotada envolveu a obtenção das féculas e farinhas das batatas-doces das cultivares 'BRS Anembé' e 'BRS Cotinga', lançadas recentemente pela Embrapa. Foram realizadas análises de rendimento das féculas e farinhas, teor de compostos fenólicos totais, análise de cor e de textura das tapiocas produzidas a partir desses ingredientes. Os resultados revelaram que a cultivar 'BRS Cotinga' apresentou maiores valores de rendimento em comparação a cultivar 'BRS Anembé'. O teor de compostos fenólicos totais foi mais elevado nas farinhas em comparação às féculas e tapiocas cozidas, sendo a cultivar 'BRS Cotinga' a que apresentou os maiores teores em todas as análises. A análise de cor revelou diferenças entre as féculas e farinhas das duas cultivares, sendo a cor das farinhas mais escura e com tonalidade avermelhada, mais próxima do eixo azul. A adição de farinha nas tapiocas também influenciou os parâmetros de cor, resultando em tapiocas mais escuras e com tom mais avermelhado. A análise de textura das tapiocas mostrou diferenças significativas entre as formulações, sendo que as tapiocas sem farinha apresentaram maior dureza, gomosidade e mastigabilidade em comparação às tapiocas com farinha. Esses resultados fornecem informações importantes sobre o rendimento das féculas e farinhas das batatas-doces de polpa roxa, bem como do teor de compostos fenólicos totais. Além disso, destacam-se a influência da adição de farinha nas tapiocas e a perda de compostos fenólicos durante o processo de cocção. Essas informações são relevantes para o desenvolvimento de novos produtos e aplicações das batatas-doces de polpa roxa, tanto para agregar valor nutricional quanto para explorar seu potencial na indústria alimentícia.

Palavras-chave: batata-doce; fenólicos; tapioca; textura.

ABSTRACT

Sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) is a tuber of great social and economic importance in Brazil. Its processing is necessary to reduce losses and extend its shelf life due to its perishability. Purple-fleshed sweet potatoes contain antioxidant and bioactive compounds that have important health benefits. Products focused on healthiness are part of a growing market, and purple-fleshed sweet potatoes fulfill this market purpose due to their low glycemic index and bioactive compounds. However, studying the antioxidant compounds pre- and post-processing is important. Therefore, the objective of this study was to develop a tapioca mixture using sweet potato starch and flour from purple-fleshed sweet potatoes, as well as to evaluate the phenolic compounds in the ingredients and final product. Additionally, the color and texture characteristics of the tapiocas after cooking were assessed. The methodology involved obtaining the starch and flour from the 'BRS Anembé' and 'BRS Cotinga' sweet potato cultivars, recently released by Embrapa. Analysis of starch and flour yields, total phenolic compounds, color, and texture of tapiocas produced from these ingredients were performed. The results revealed that the 'BRS Cotinga' cultivar showed higher yield values compared to the 'BRS Anembé' cultivar. The total phenolic compound content was higher in the flours compared to the starches and cooked tapiocas, with the 'BRS Cotinga' cultivar presenting the highest levels in all analyses. Color analysis showed differences between the starches and flours of the two cultivars, with the flours being darker and having a reddish tone closer to the blue axis. The addition of flour in tapiocas also influenced the color parameters, resulting in darker tapiocas with a redder hue. Texture analysis of the tapiocas showed significant differences between the formulations, with tapiocas without flour being harder, gummier, and chewier compared to tapiocas with flour. These results provide important information about the yield of starch and flour from purple-fleshed sweet potatoes, as well as the total phenolic compound content. Additionally, they highlight the influence of flour addition in tapiocas and the loss of phenolic compounds during the cooking process. This information is relevant for the development of new products and applications of purple-fleshed sweet potatoes, both to enhance nutritional value and explore their potential in the food industry.

Keywords: sweet potato; phenolics; tapioca; texture.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Composição de compostos bioativos em genótipos de batata-doce de polpa roxa.....	13
Tabela 2 – Teor de fenólicos totais em mg/g EAG em misturas de fécula e farinha de batatas-doces de polpa roxa, antes e após cocção.....	25
Tabela 3 – Parâmetros de luminosidade (L^*), verde/vermelho (a^*) e azul/amarelo (b^*) de féculas e farinhas de batatas-doces de polpa roxa.....	25
Tabela 4 – Parâmetros de luminosidade (L^*), verde/vermelho (a^*) e azul/amarelo (b^*) em tapiocas de mistura de fécula e farinha de batatas-doces polpa roxa.....	26
Tabela 5 – Parâmetros de perfil de textura em tapiocas de mistura de fécula e farinha de batatas-doces polpa roxa.....	27

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	7
2 OBJETIVOS	9
2.1. Objetivo geral	9
2.2 Objetivos específicos	9
3 REVISÃO DA LITERATURA	10
3.1 Batata-doce	10
3.2 Composição e aspectos nutricionais da batata-doce	10
3.2.1 Carboidratos.....	11
3.2.2 Antioxidantes.....	12
3.3 Batata-doce de polpa roxa	13
3.3.1. Batata-doce ‘BRS Anembé’	14
3.3.2 Batata-doce ‘BRS Cotinga’	14
3.4 Processamento da batata-doce	15
3.4.1 Farinha de batata-doce	16
3.4.2 Fécula de batata-doce.....	17
3.5 Mistura para tapioca	18
4 MATERIAL E MÉTODOS	19
4.1 Obtenção de farinha e fécula das batatas-doces de polpa roxa	19
4.2 Cálculos de rendimento da farinha e fécula	20
4.3 Formulação das misturas para tapioca e cocção das tapiocas	20
4.4 Obtenção dos extratos para análises espectrométricas	21
4.5 Análise de fenólicos totais	21
4.6 Cálculo proporcional de fenólicos totais	22
4.7 Análise de cor	22
4.8 Análise de textura	23
4.9 Análise estatística	23
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	24
5.1 Rendimento das féculas e farinhas das batatas-doces de polpa roxa	24
5.2 Teores de fenólicos totais	24
5.3 Análise de cor	26
5.4 Análise de textura	28
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	31
REFERÊNCIAS	32

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos grandes produtores de hortaliças no mundo, sendo que as batatas doces se enquadram em parte da produção, afetadas por níveis de desperdícios consideráveis advindos de manejos inadequados durante toda a cadeia produtiva até o seu armazenamento. O processamento dessas matrizes alimentares é uma necessidade para que as perdas sejam reduzidas e aumente a vida útil pela sua perecibilidade (VIANA *et al.*, 2019).

A batata-doce (*Ipomoea batatas* L.) é uma raiz tuberosa de grande importância social e econômica no Brasil por sua adaptação climática e capacidade de produção, maior parte de seu consumo é dado *in natura*. Considerada fonte de carboidratos, minerais, vitaminas e fibras alimentares. Além disso, as batatas-doces de polpa roxa apresentam compostos antioxidantes e bioativos, os quais possuem ações importantes para a saúde humana. Com isso, as batatas-doces de polpa roxa vêm tomando maior proporção de produção (PILON *et al.*, 2020).

O consumo de batata-doce é muito difundido entre atletas e pessoas que realizam atividades de alta intensidade, principalmente, pela necessidade de uma dieta rica em carboidratos para a reposição muscular e hepática na restauração de glicogênio. Também, o baixo índice glicêmico do complexo de carboidratos presentes na batata-doce reflete diretamente nos níveis de glicose presentes no sangue após o seu consumo, tendo um índice glicêmico cerca de 38% menor do que o pão branco (CAMPOS; CALLIARI, 2016).

Produtos voltados para a saudabilidade fazem parte de um mercado em ascensão, existe uma procura por produtos que possam agregar valor nutricional e outros compostos bioativos que tenham função no aumento da qualidade de vida.

Nesse sentido, as batatas-doces de polpa roxa cumprem com este propósito mercadológico, devido ao seu baixo índice glicêmico e compostos bioativos de interesse para a saúde humana. Porém, a necessidade do estudo dos compostos antioxidantes pré e pós-processamento é importante.

Assim, o processamento e desenvolvimento de novos produtos de batatas-doces como farinhas e féculas são estratégias para agregar valor à sua produção e à agroindústria. Além de possibilitar maior oportunidade de consumo em locais de menor adaptação de plantio, períodos de entressafras pelo aumento de vida útil e

menor perda de qualidade desses produtos processados no transporte (PILON *et al.*, 2020; VENDRAME *et al.*, 2022).

Dentre os produtos que podem ser elaborados com a batata-doce de polpa roxa, a mistura para tapioca é uma opção viável, visto que as tapiocas são de rápido preparo e podem ser consumidas de formas variadas recheada com uma gama de alimentos.

2 OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

Desenvolver uma mistura para tapioca a partir de novas cultivares de batatas-doces de polpa roxa desenvolvidas pela Embrapa: 'BRS Anembé' e 'BRS Cotinga'.

2.2 Objetivos específicos

- Realizar a extração das féculas de batatas-doces de polpa roxa das cultivares 'BRS Anembé' e 'BRS Cotinga';
- Produzir as farinhas das batatas-doces das cultivares 'BRS Anembé' e 'BRS Cotinga';
- Analisar o fator rendimento da produção de fécula e farinha das duas cultivares;
- Desenvolver as formulações das misturas de tapioca com as féculas e farinhas produzidas a partir destas cultivares;
- Avaliar os compostos fenólicos totais por meio de análises espectrométricas das farinhas, féculas e das formulações após cocção;
- Avaliar aspectos de textura por meio de texturômetro das formulações após cocção;
- Avaliar a cor por colorimetria das féculas, farinhas e formulações após cocção.

3 REVISÃO DA LITERATURA

3.1 Batata-doce

A batata-doce (*Ipomoea batatas* (L.) Lam) é uma hortaliça com origem na América Central e Sul. Apresenta atributos de rusticidade, adaptação climática e alta capacidade de produção por área. Fatores que atribuem sua importância socioeconômica no Brasil (LANDAU; VALADARES; SILVA, 2020; PILON *et al.*, 2020).

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2020) no ano de 2019 foram colhidos, no Brasil, 805,4 mil toneladas de batata-doce em 57,3 mil hectares. O cultivo está presente em todas as regiões do país com destaque de produção na região Nordeste e Sul. Cabe destacar que na região Sul, o estado do Rio Grande do Sul é o maior produtor da cultura no Brasil, com produção de 175,0 mil toneladas, que representa aproximadamente 22% da produção do país em 2019.

Culturalmente é cultivada principalmente por pequenos produtores à sua rusticidade, como resistência a pragas e adaptação a solos pobres. A batata-doce apresenta várias destinações de consumo, dentre elas a alimentação de animais ruminantes, aves e peixes; processamento para produção de farinha e amido, além de produtos industrializados como doces em pasta e cristalizados (LANDAU; VALADARES; SILVA, 2020).

A diversidade morfológica da espécie observada no Brasil é grande, diferentes variedades de cores de polpa e casca das raízes estão presentes nos cultivos, os genótipos variam de tons de branco, creme, amarelo, laranja e roxo. Originadas através de introdução de planta em diferentes locais, segregação, cruzamentos espontâneos entre genótipos cultivados e melhoramento genético (PILON *et al.*, 2020; MELO *et al.*, 2021a;).

3.2 Composição e aspectos nutricionais da batata-doce

Segundo a Tabela Brasileira de Composição de Alimentos – TACO, produzida pelo Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentos – NEPA, da Universidade de Campinas – UNICAMP. A composição centesimal da parte comestível da batata-doce crua apresenta 69,5% de umidade, 28,2% de carboidratos, 2,6% de fibra alimentar,

1,3% de proteínas, 0,9% de minerais, 0,1% de lipídeos. E o valor energético de 100 g da parte comestível da batata-doce crua é de 118 Cal (NEPA, 2011).

A matéria seca da batata-doce pode ser de 16-40%, nos quais consiste 75-90% de carboidratos com baixos teores de proteínas e gorduras. Os carboidratos são compostos de amido, açúcares, pectina, celulose e hemicelulose. O amido é o mais abundante, com variação de 13,9-29,2% na composição total da raiz, os açúcares redutores representam de 4,8-7,8%. Porém, a composição da batata-doce depende da variedade, tipo de solo e época do ano, além da mudança após a colheita por ação de enzimas amilolíticas que aumentam o teor de sólidos solúveis da raiz de acordo o tempo de armazenamento (ANTONIO *et al.*, 2011).

A principal vitamina associada batata-doce é a vitamina A, nas variedades de polpa alaranjada, principalmente por possuírem altos níveis de β -caroteno. Também, apresenta algumas vitaminas do complexo B, tiamina, riboflavina e niacina. A composição de minerais expressa para cada 100 g é de: 21 mg de cálcio, 36 mg de fósforo, 340 mg de potássio, 17 mg de magnésio, 0,18 mg de manganês, 0,4 mg de ferro, 9 mg de sódio, 0,11 mg de cobre e 0,2 mg de zinco (NEPA, 2011).

3.2.1 Carboidratos

A maior parte da matéria seca na batata-doce é composta de carboidratos, com maior constituição em amidos e açúcares simples, como sacarose, glicose, frutose e maltose; e em menor grau fibras dietéticas, como pectinas, celulose e hemicelulose que variam de 2 a 4% do peso da raiz crua. Os resíduos da extração do amido da batata-doce de algumas variedades apresentam boas fontes de fibras, de 16-36% no peso seco do bagaço do processamento (TRUONG *et al.*, 2018).

O amido que compreende 60-70% da matéria seca total é composto de 20% de amilose e 80% amilopectina. As formas dos grânulos do amido da batata-doce são poligonal, esférico, oval e redondo, com tamanhos de 0,8 - 44,7 μm . As temperaturas de pasta são de 60-76 °C, de gelatinização está entre 57 e 90 °C, apresentando 68% de solubilidade a 90 °C. Durante o ciclo de aquecimento e resfriamento do amido, a estrutura do grânulo muda para uma dispersão e no resfriamento e armazenamento para gel. As propriedades de dissolução e gelatinização são afetadas pelas características do amido. A alta capacidade de retenção de água nos grânulos é uma

propriedade importante para produção como agente de textura e espessante (ANTONIO *et al.*, 2011; TRUONG *et al.*, 2018; SANTOS *et al.*, 2019).

3.2.2 Antioxidantes

Os compostos antioxidantes presentes da batata-doce são procedentes da variedade e estão relacionados à cor da polpa. Variedades com polpas alaranjadas apresentam teores de compostos bioativos maiores em β -caroteno. Os carotenoides presentes na batata-doce em sua maioria são da isomeria totalmente *trans*, que apresenta a maior atividade de provitamina A entre o grupo dos carotenoides (TRUONG *et al.*, 2018).

As batatas-doces de polpa roxa apresentam coloração com variações de tons de vermelho-púrpura, com altos níveis de antocianinas e compostos fenólicos totais. Além disso, possui atividades antioxidantes com nível competitivo com outras frutas e hortaliças fontes de antioxidantes conhecidas como o feijão-preto, cebola roxa, frutas vermelhas, mirtilo, cerejas doces e morangos (TRUONG *et al.*, 2018).

As antocianinas são uma classe dos flavonoides que representam um grande grupo de metabólitos secundários das plantas, responsáveis pela coloração vermelha, roxa e azul em frutas, flores, hortaliças e sementes. Elas apresentam funções anti-inflamatórias, antimicrobiana, redução nos efeitos de comprometimento de memória e em doenças degenerativas (LIM *et al.*, 2013). Em estudos sobre as propriedades funcionais de batata-doce de polpa roxa, Zhang *et al.* (2009) verificaram que as antocianinas extraídas apresentaram forte atividade de eliminação de radicais, atividade antimutagênica e reduziram significativamente a pressão alta e lesão hepática em ratos.

Tabela 1 – Composição de compostos bioativos em genótipos de batata-doce de polpa roxa (continua)

Genótipos	Matéria seca (%)	Antocianinas totais (mg 100 g ⁻¹)			Fenólicos totais (mg 100 g ⁻¹)		
		<i>In natura</i>	Secagem em estufa	Secagem por liofilização	<i>In natura</i>	Secagem em estufa	Secagem por liofilização
CNPH0005	37,65	184,8	88,61	45,47	362,4	57,06	58,85
CNPH0080	30,92	154,09	60,56	31,58	269,4	57,51	48,84

Tabela 1 – Composição de compostos bioativos em genótipos de batata-doce de polpa roxa (continuação)

Genótipos	Matéria seca (%)	Antocianinas totais (mg 100 g ⁻¹)			Fenólicos totais (mg 100 g ⁻¹)		
		<i>In natura</i>	Secagem em estufa	Secagem por liofilização	<i>In natura</i>	Secagem em estufa	Secagem por liofilização
CNPH1261	32,08	154,1	57,04	22,74	258,19	54,58	55,38
CNPH1399	40,21	201,91	193,78	75,96	435,19	102,74	61,2
CNPH1402	29,52	124,82	56,17	42,77	234,64	27,18	25,18
CNPH1405	33,69	335,71	199,98	75,77	320,65	98,05	55,09

Fonte: Adaptado de Pilon *et al.* (2020)

No estudo de Pilon *et al.* (2020) foram avaliados os compostos bioativos de farinhas de batatas-doces de polpa roxa obtidos por meio de secagem por estufa e liofilização, com os resultados visto na Tabela 1. O estudo mostrou que farinha obtidas por meio de secagem por estufa de 60 a 65 °C obteve menores perdas de compostos fenólicos e coloração do que as obtidas por liofilização.

3.3 Batata-doce de polpa roxa

Entre as diferentes colorações de polpa das batatas-doces a coloração roxa tem destaque pelo seu conteúdo de compostos fenólicos associados à sua cor tais como as antocianinas. Em uma comparação com outros alimentos fontes desses compostos fenólicos principalmente frutas como uva, açaí, mirtilo, amora-preta as batatas-doces de polpa roxa são mais baratas e produzidas em maior quantidade do que frutas ricas em antocianinas (VENDRAME *et al.*, 2022).

O mercado brasileiro apresenta uma diversidade de alimentos com altos teores de compostos bioativos, porém sua acessibilidade é restrita por parte da população por aspectos econômicos e também de disponibilidade não homogênea do cultivo de alguns alimentos no território brasileiro. Frutas produzidas em regiões subtropicais como ameixas-pretas, cereja e mirtilos são cultivadas no país, mas maior parte é importada o que eleva o preço e dificulta a acessibilidade. Além das frutas existem hortaliças com essas características que são acessíveis em todo o país como a cebola roxa, repolho e beterraba. Considerando esses aspectos as batatas-doces

de polpa roxa tem grande potencial de serem uma alternativa viável pela sua disponibilidade o ano todo e maior acessibilidade (MELO *et al.*, 2020).

3.3.1. Batata-doce 'BRS Anembé'

A cultivar BRS Anembé lançada em janeiro de 2021 foi obtida através do programa de melhoramento genético que teve início em 2013 com seleção de genótipos de polpa arroxeadada realizada na Embrapa Hortaliças. O objetivo do programa foi a seleção de genótipos mais produtivos, com bom desempenho agrônômico, estabilidade em ambientes distintos e características de qualidade (MELO *et al.*, 2021).

Sua produtividade média de raízes comerciais é de 42,87 t ha⁻¹, com ciclo de colheita de 130 a 140 dias (MELO *et al.*, 2021). Os principais atributos de qualidade no desenvolvimento dessa cultivar foram o teor de sólidos solúveis obtidos de 9,55 a 15,52 °Brix, fator importante para o consumo *in natura* pela maior aceitabilidade dos consumidores por variedades com maior dulçor. A porcentagem de matéria seca apresenta variações de 29,55% a 37,65%, aspecto que possui impacto direto no rendimento do processamento industrial da raiz. Esta cultivar de batata-doce apresenta teores expressivos de compostos fenólicos e antocianinas totais, vindos dos metabólitos secundários da planta que atribui sua coloração roxa intensa (PILON *et al.*, 2020; MELO *et al.*, 2020).

A cultivar BRS Anembé tem aptidão comercial com emprego na culinária pelas suas características sensoriais, como purês, doces caseiros, pães, massas, assada e chips. No processamento industrial as características de qualidade da cultivar permite agregação de valor com a produção de farinhas, fécula, doces, palha, minimamente processadas, corantes, pó para shakes entre outros (MELO *et al.*, 2021a).

3.3.2 Batata-doce 'BRS Cotinga'

A circular técnica de lançamento da cultivar 'BRS Cotinga' foi publicada em janeiro de 2022. Desenvolvida no mesmo projeto da cultivar 'BRS Anembé', o projeto MelhorDoce: Melhoramento genético de batata-doce para regiões tropicais e subtropicais do Brasil elaborado de 2013 a 2016. Presente nas seis cultivares

selecionadas em 2017 como as mais produtivas dentre as 20 avaliadas no projeto acompanhado da 'BRS Anembé' (VENDRAME *et al.*, 2022).

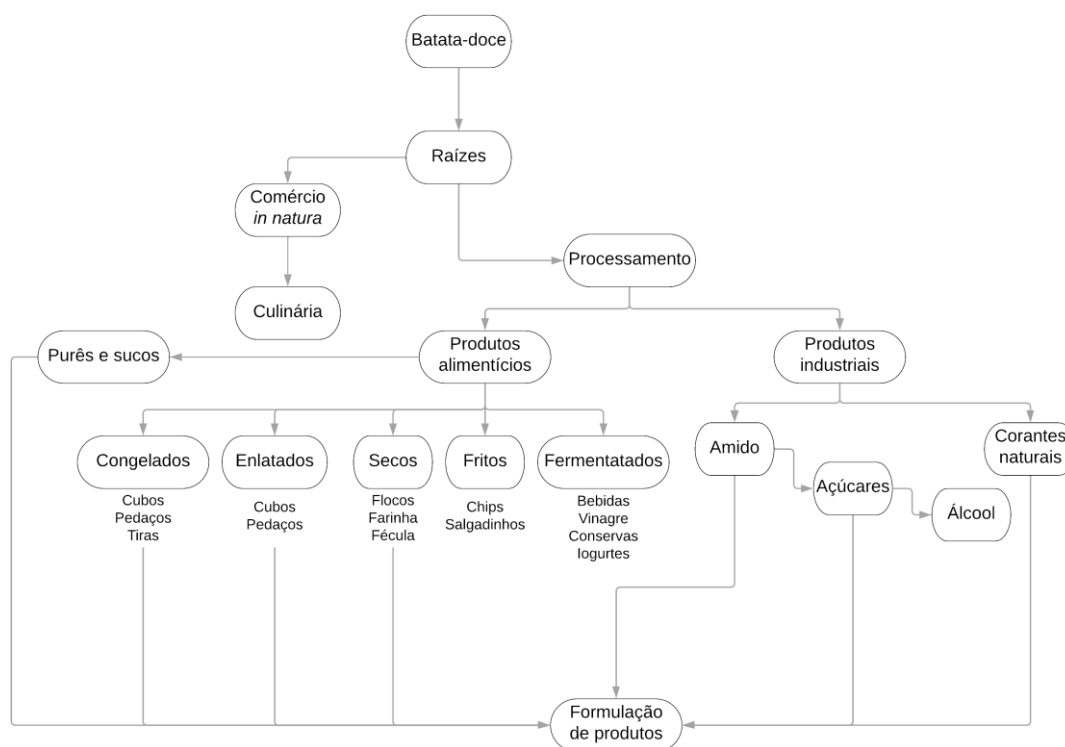
A 'BRS Cotinga' se destaca pelas suas características de adaptabilidade, alta estabilidade de sua produção em diferentes ambientes e manutenção de suas características de qualidade para fins de processamento industrial. Sua produtividade média de raízes comerciais é de 46,01 t ha⁻¹, com ciclo de produção de 138 a 150 dias. Contém atributos de qualidade com teor de sólidos solúveis de 10,45-11,40 °Brix e matéria seca de 31,99-32,08%; apresentando valores bons de doçura e aproveitamento de processamento industrial. O teor de compostos fenólicos totais é de 258,19 mg 100g⁻¹ e o teor de antocianinas totais é de 154,10 mg 100g⁻¹ (PILON *et al.*, 2020; MELO *et al.* 2020, VENDRAME *et al.*, 2022).

Assim como a cultivar 'BRS Anembé', as características de qualidade da 'BRS Cotinga' possibilitam o uso da raiz para vários produtos na culinária e na indústria. Um produto processado que se destaca para a cultivar é a produção de chips, seu desempenho foi avaliado em uma indústria de processamento de chips fritos apresentando ótimos aspectos de qualidade, textura, sabor e aparência (VENDRAME *et al.*, 2022).

3.4 Processamento da batata-doce

A batata-doce é processada na indústria por várias tecnologias, visando o seu aproveitamento como ingrediente funcional e produtos alimentícios processados. As utilizações e sistemas de processamento da batata-doce podem ser observados na Figura 1 (TRUONG *et al.*, 2018).

Figura 1 – Fluxos de utilização e processamento da batata-doce



Fonte: Adaptado de Truong et al. (2018)

O processamento industrial mais comum da raiz é a extração do amido, o qual se encontra em grande quantidade, para a produção da fécula, utilizada como ingrediente na indústria. Outro processamento com função de ingrediente na indústria é o de corantes naturais, utilizando-se a batata-doce de polpa alaranjada e de polpa roxa, com aproveitamento da coloração natural, para o enriquecimento com pigmentos naturais, os betacarotenos e antocianinas, em bebidas e outros produtos (ANTONIO *et al.*, 2011; TRUONG *et al.*, 2018).

3.4.1 Farinha de batata-doce

A farinha é uma alternativa de comercialização da batata-doce, agregando valor à produção. O desenvolvimento de farinha a partir de raízes facilitam a distribuição, resulta em produto leve, compacto de fácil armazenamento e transporte (TRUONG *et al.*, 2018). A produção de farinha aumenta a vida útil da matéria-prima, por passar por método de conservação baseado na diminuição da atividade de água, a secagem (ANTONIO *et al.*, 2011).

O processo de fabricação de farinha de batata-doce é semelhante ao processamento de tubérculos. A secagem pode ser realizada de maneira natural ou

mecanizada. A secagem ao sol da batata-doce é uma prática que ocorre a décadas, principalmente, em países com secas pronunciadas ou países com temperaturas elevadas. Porém esse método apresenta como desvantagens a ausência de controle de entrada de calor, interrupção da secagem por adventos climáticos e contaminação microbiológica e por insetos, que comprometem a qualidade do produto final (TRUONG *et al.*, 2018).

A secagem mecânica proporciona condições de desidratação controladas, como temperatura de secagem, tempo de secagem e velocidade do ar. Realizadas em secadores de gabinete, túnel ou tambor; este processo consiste no descasque, lavagem, corte, adição de agentes antiescurecimento, branqueamento para desnaturação de enzimas oxidativas, e secagem com temperaturas de 50-80 °C de 4 a 12 horas, até atingir a umidade final de 7% (TRUONG *et al.*, 2018).

A farinha pode ser utilizada em diversos produtos, seja no consumo doméstico, seja na indústria. Pode ser substituta de farinha de trigo em pães, bolos, biscoitos e demais produtos de panificação; e substitui a maltodextrina no preparo de shakes (PILON *et al.*, 2020). Também, pode ser empregada como agente de textura em sopas, macarrão, extrusados e cereais matinais (TRUONG *et al.*, 2018).

3.4.2 Fécula de batata-doce

A fécula de batata-doce é o produto resultante da extração de amido das raízes, utilizada de várias maneiras na indústria devido às suas características químicas e reológicas. Destaca-se a sua utilização na produção de macarrão, agente espessante, conversão em xarope de açúcar, produção de álcool combustível, glutamato monossódico, enzimas microbianas, ácido cítrico, ácido láctico e outros produtos químicos (TRUONG *et al.*, 2018).

O processo de extração do amido da batata-doce consiste na moagem das raízes em água e a separação do amido da polpa ocorre por lavagens em telas ou peneiras; seguida pela sedimentação do amido na água de extração, por gravidade ou centrifugação, e secagem em secadores mecânicos (TRUONG *et al.*, 2018).

A propriedade reológica que se destaca no amido de batata-doce é o de ciclo de congelamento, pois seu gel apresenta baixo índice de sinérese. Característica importante para sua utilização em produtos congelados para agente de manutenção

de textura e qualidade dos produtos durante a cadeia de distribuição desses produtos que são suscetíveis a congelamento e descongelamentos (ANTONIO *et al.*, 2011).

3.5 Mistura para tapioca

A tapioca é um alimento regional conhecido como uma das culturas alimentares típicas do Nordeste, difundido por todo o país (CAMILO, 2020). Produto amiláceo produzido do processamento da raiz de mandioca com grânulos irregulares, poliédricos ou esféricos que tenha no máximo 15% de umidade. Sua denominação de produto está prevista como um grupo de produtos derivados de raiz de mandioca, pela Instrução Normativa nº 23 de 14 de dezembro de 2005, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), a qual apresenta um subgrupo de tapioca granulada e tapioca em pérola ou sagu artificial (BRASIL, 2005).

A goma de tapioca hidratada, também associada à tapioca, não é prevista em legislações, contém teor de umidade mais elevado e é obtida pela hidratação da fécula de mandioca, para que o produto tenha capacidade de gelatinizar em temperaturas de 60 °C. Devido ao seu maior teor de umidade, este produto é adicionado de aditivos antimicrobianos, antioxidantes e estabilizantes como ácido cítrico e sorbato de potássio (FLORES *et al.*, 2007; CAMILO, 2020).

Alguns produtos enriquecidos com batata-doce para a produção de tapiocas podem ser verificados no Quadro 1. Cabe ressaltar que é comum nas embalagens a alegação de que este produto é isento de glúten.

Quadro 1 – Misturas comerciais para tapioca acrescidas de batata-doce

Marca	Descrição no rótulo	Alegações das embalagens	Ingredientes
Rocha Alimentos	Massa para tapioca com farinha de batata-doce	Zero glúten	Fécula de mandioca, farinha de batata-doce roxa, conservador INS 202 e acidulante INS 330.
Bem natural Alimentos	Goma pronta para tapioca de batata-doce com sal marinho	Não contém glúten, 100% batata-doce	Goma de batata-doce, água e sal marinho
Dr. Nardelli Nutrição Inteligente	Tapioca de batata-doce	Carboidrato de baixo índice glicêmico Sem açúcar, sem sal, sem glúten, sem gordura trans	Fécula de batata-doce hidratada, ácido cítrico e sorbato de potássio

Fonte: Adaptado de Bem Natural (2022); Dr Nardelli (2022); Rocha Alimentos (2022)

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Obtenção de farinha e fécula das batatas-doces ‘BRS Anembé’ e ‘BRS Cotinga’

Para a condução dos ensaios apresentados neste trabalho, foram utilizadas as raízes tuberosas das batatas-doces das cultivares ‘BRS Anembé’ e ‘BRS Cotinga’. As raízes foram produzidas pelo Viveiro Baldissarelli, localizado no município de Marmeleiro, PR. A colheita ocorreu aos 184 dias após o plantio das mudas em canteiros elevados, enriquecidos com material orgânico e fertilizante NPK.

As raízes tuberosas de batata-doce das duas cultivares foram trazidas para a UTFPR-FB e processados no Laboratório de Frutas e Hortaliças. Previamente ao processamento procedeu-se à higienização das raízes em água corrente, com auxílio de uma escova plástica, retirando o excesso de terra. Na sequência, os mesmos foram sanitizados em solução de água clorada 5 ppm, por 15 minutos e colocados sobre papel toalha para a secagem completa e, posterior pesagem.

Para a obtenção da farinha, adaptou-se o método proposto por Pilon *et al.* (2020). As raízes das batatas-doces foram cortadas em fatias de cerca de 1,0 cm de espessura e dispostas em estufa de secagem, sob temperatura de 60 °C, por 24h (Figura 2). Após a secagem, o material foi triturado em liquidificador e a farinha foi armazenada em sacos plásticos, protegidos da luz.

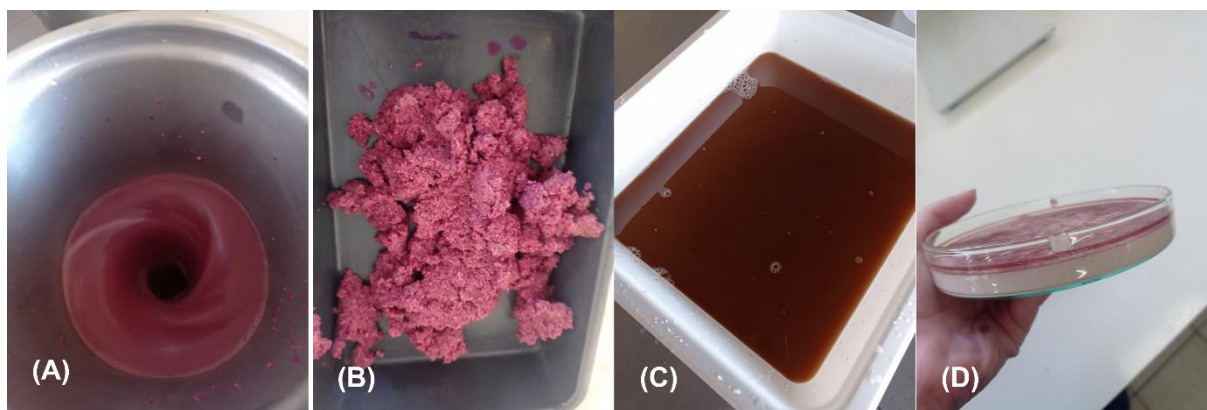
Figura 2 – Raízes das batatas-doces ‘BRS Cotinga’ (A) e ‘BRS Anembé’ (B)



Fonte: Autoria Própria (2023)

A extração do amido para obtenção da fécula foi realizada com metodologias adaptadas de Viana *et al.* (2018) e Melo (2019). Para isso, procedeu-se à desintegração das raízes em água gelada, em liquidificador industrial, com passagem da mistura em peneiras de aberturas de 0,425 mm (40 mesh) e 0,075 mm (200 mesh). A recuperação do amido se deu após a decantação do peneirado e a sua completa sedimentação. O bagaço das raízes, retido nas peneiras, passou por mais uma etapa de desintegração em água gelada, em liquidificador industrial. A mistura foi tratada como descrito anteriormente, visando a recuperação do amido residual. A fécula resultante foi exposta à secagem em estufa, a 60 °C, por 2 horas (Figura 3). A fécula foi armazenada em sacos plásticos, protegidos da luz.

Figura 3 – Extração de amido de batata-doce de polpa roxa



Legenda: (A) Desintegração da raiz em água gelada; (B) Retirada do resíduo após peneiramento; (C) Decantação do amido; (D) Amido recuperado após secagem.

Fonte: Autoria Própria (2023)

4.2 Rendimento da farinha e fécula

O rendimento de farinha e fécula foi calculado por meio da pesagem das raízes, previamente ao processamento, e pesagem da farinha e fécula, após a secagem. Os resultados foram expressos em porcentagem.

4.3 Formulação das misturas para tapioca e cocção das tapiocas

A partir das farinhas e féculas produzidas, foram realizados pré-testes de formulação de misturas, com diferentes proporções destes ingredientes. As misturas de tapioca foram submetidas à cocção e, após a observação de características como

cor e textura, definiu-se uma única mistura para a realização das análises e comparação com a tapioca produzida com 100% de fécula de batata-doce (padrão). Assim, as formulações preparadas e analisadas consistiram em: 100% de fécula da batata-doce 'BRS Anembé'; 80% de fécula + 20% de farinha da batata-doce 'BRS Anembé'; 100% de fécula da batata-doce 'BRS Cotinga'; e 80% de fécula + 20% de farinha da batata-doce 'BRS Cotinga'. As formulações foram preparadas em triplicata.

Considerando a necessidade de hidratação da fécula previamente à cocção, para que ocorra a gelatinização do amido, por meio de pré-testes, também, definiu-se a porcentagem de hidratação das formulações. Assim, as formulações foram hidratadas com 9% de água e homogeneizadas em almofariz, previamente a cocção.

Todas as amostras foram cozidas a fogo baixo, na mesma frigideira, antiaderente, com diâmetro do fundo de 12 cm. O tempo da cocção foi de 1 minuto na primeira face da tapioca e 40 segundos da segunda face.

4.4 Obtenção dos extratos para análises espectrométricas

Para a posterior realização das análises espectrométricas dos compostos antioxidantes presentes nas farinhas, féculas e tapiocas cozidas, foram preparados extratos considerando a metodologia proposta por Horvat *et al.* (2020). A solução extratora foi formulada com metanol acidificado a 0,1%, com ácido clorídrico (HCl). Os extratos foram obtidos a partir de 1 g de amostra adicionada à 10 mL de solução extratora. A mistura, foi homogeneizada em vórtex por 2 minutos e mantida em banho ultrassônico por 60 minutos; na sequência procedeu-se à centrifugação da amostra a 5000 rpm por 5 minutos. A fase líquida (extrato) foi acondicionada em tubos plásticos, protegidos da luz. À fase sólida, adicionou-se 5 mL de solução extratora, e a mistura foi submetida ao banho ultrassônico por 30 minutos e centrifugada nas mesmas condições previamente descritas. A fase líquida (extrato) foi acondicionada junto ao produto da primeira extração, homogeneizado, e armazenado para posterior análise.

4.5 Análise de compostos fenólicos totais

A quantificação de compostos fenólicos totais, nos extratos preparados previamente, foi realizada pelo método Folin-Ciocalteu adaptado de Singleton *et al.*

(1999). Para a quantificação de compostos fenólicos totais nestas amostras, preparou-se uma curva de calibração com soluções de ácido gálico entre 0 a 940 µg/mL. As soluções de ácido gálico foram lidas, em triplicata, em espectrofotômetro na absorvância de 765 nm.

Para a quantificação de compostos fenólicos totais nos extratos, foram adicionados, em tubos falcon de 15 mL revestidos de papel alumínio, 100uL de extrato, 8,6 mL de água deionizada, 300uL de solução Folin-Ciocalteu 0,9N, 1mL de carbonato de sódio 20% (m/m). Após a adição dos reagentes e agitação dos tubos em vórtex, as amostras permaneceram em ambiente protegido de luz por 60 minutos.

4.6 Cálculo proporcional de fenólicos totais

A partir dos resultados obtidos das análises dos compostos fenólicos totais das farinhas e fécula das batatas-doces ‘BRS Anembé e ‘BRS Cotinga”, os valores de médias dos resultados das análises foram utilizados para obter os valores correspondentes das formulações, por meio de cálculo proporcional da porcentagem de farinha e fécula da formulação. Com isso, foi possível estimar a proporção de compostos fenólicos mantida após a cocção, conforme Equação 1.

$$\%_{\text{manutenção}} = \text{FT}_{\text{Pós cocção}} / (\%_{\text{Farinha}} \times \text{FT}_{\text{Farinha}} + \%_{\text{Fécula}} \times \text{FT}_{\text{Fécula}}) \quad (1)$$

FT= Fenólicos totais

4.7 Análise de cor

A análise da cor foi realizada em colorímetro marca Konica Minolta, Modelo Chroma Meter CR, onde se obtém as coordenadas L*, a* e b*. Sendo L* luminosidade (0-100), a* intensidade do verde/vermelho e b* intensidade azul/amarelo utilizando método adaptado de leitura para farinhas de Pilon *et al.* (2020). As féculas, farinhas e as formulações foram analisadas com leituras em seis repetições, previamente e após a cocção.

4.8 Análise de textura

A textura das tapiocas formuladas foram analisadas em texturômetro TA-XT2i Stable Micro Systems, após o cozimento, no Laboratório Multiusuário da UTFPR, Francisco Beltrão. O teste de perfil de textura foi realizado com probe cilíndrico de 2mm (código P/2), com célula de carga de 25 kg e plataforma Heavy Duty (código HDP/90). Realizado em triplicata com 3 pontos diferentes em cada amostra com velocidade de 0,8 mm/s, com altura de deformação de 2 mm. Os parâmetros analisados foram dureza, elasticidade, coesividade, mastigabilidade e gomosidade. Para análise do parâmetro de força máxima de cisalhamento foi utilizado probe Warner Bratzler (HDP/WBV) do tipo faca em “V”, com velocidade de 2 mm/s, cada amostra foi cortada em três partes distintas.

4.9 Análise estatística

Para os parâmetros de cor, perfil de textura e força máxima de cisalhamento, procedeu-se à análise de variância das amostras em arranjo fatorial 2x2, com auxílio do software estatístico SISVAR, considerando o nível de significância de 5%. O fator 1 correspondeu às cultivares ‘BRS Anembé’ e ‘BRS Cotinga’ (A e C), e o fator 2 às formulações com adição de farinha e sem adição de farinha (CF e SF).

Em relação aos compostos fenólicos totais, de todas as amostras, e a cor dos amidos e farinhas, foram realizadas análise descritiva, considerando a média e desvio padrão.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Rendimento das féculas e farinhas das batatas-doces de polpa roxa

Em relação ao rendimento de fécula e farinha para as cultivares de batata-doce analisadas, estimou-se para a cultivar 'BRS Anembé', rendimento de 17,11% e 23,91%, respectivamente; e para a cultivar 'BRS Cotinga', rendimento de 15,22% e 27,61%, respectivamente.

O rendimento da farinha verificado para as duas cultivares, corroboram os resultados apresentados para a farinha de batata-doce oriunda de cultivares de polpa amarela e alaranjada, relatados por Rosa e Vizenci (2020), que variam entre 25% e 30%. Em adição, Pilon *et al.* (2020) relatam uma faixa de rendimento de matéria seca de 29% a 37% em genótipos de batatas-doces de polpa roxa. No entanto, esses autores ressaltam que os valores de rendimento podem variar de acordo com fatores como, o teor de umidade inicial das raízes, método de secagem utilizado e a variabilidade inerente entre cultivares.

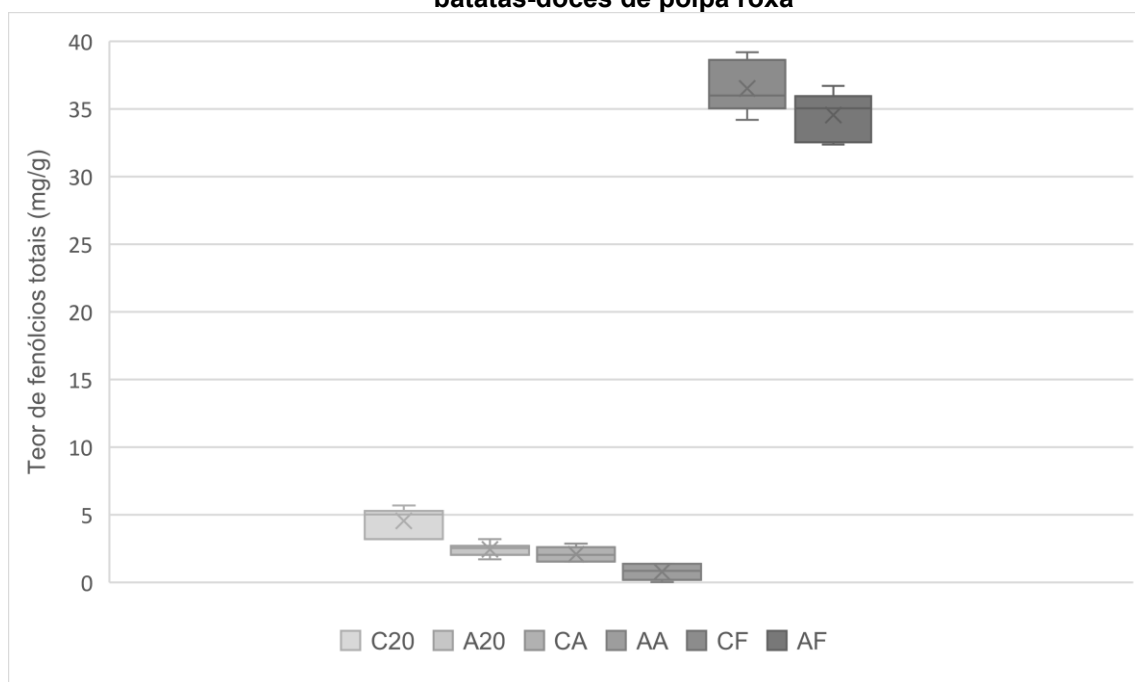
No que diz respeito à extração de amido, os valores estão de acordo com os encontrados por Almeida *et al.* (2017), que relataram rendimentos de extração de amido entre 10% e 17% para variedades de batata-doce de polpa branca, creme e amarela. Esses resultados, também, corroboram os resultados apresentados por Oliveira *et al.* (2013), que citam o rendimento de amido batata-doce de casca roxa e polpa creme, em diferentes condições de cultivo, variando de 15,4 a 17,3%.

5.2 Teores de compostos fenólicos totais

Os teores de compostos fenólicos totais foram detectados e quantificados nas farinhas, féculas e formulações de tapiocas, após cocção. Com a curva de calibração de ácido gálico calculada obteve-se um limite de quantificação (LQ) igual a 0,175 mg L⁻¹ de ácido gálico e limite de detecção de (LD) igual a 0,058 mg L⁻¹ de ácido gálico. O teor de compostos fenólicos totais, das formulações de tapioca sem adição de farinha, situou-se abaixo do limite de detecção, não podendo serem quantificadas. Fato que pode ser explicado pelo baixo teor de compostos fenólicos encontrado nas féculas de ambas as cultivares e, também, devido à perda acentuada destes compostos em decorrência do processo de cocção das tapiocas.

As farinhas de batata-doce apresentaram maior teor de compostos fenólicos em comparação às féculas e formulações de tapioca. A farinha obtida da batata-doce ‘BRS Cotinga’ apresentou em média um teor de compostos fenólicos de $36,78 \pm 2,02$ mg g⁻¹, equivalente em ácido gálico EAG, enquanto a farinha obtida da cultivar ‘BRS Anembé’ apresentou teor de compostos fenólicos de $34,44 \pm 1,89$ mg g⁻¹, equivalente em ácido gálico EAG. Além do maior teor na farinha, a batata-doce ‘BRS Cotinga’ apresentou maiores teores destes compostos na fécula ($2,09 \pm 0,58$ mg g⁻¹ EAG) e conseqüentemente, maior teor na tapioca ($4,55 \pm 1,17$ mg g⁻¹ EAG), considerando a mistura de 80% de fécula e 20% de farinha. A batata-doce ‘BRS Anembé’ apresentou teor de compostos fenólicos totais de $0,79 \pm 0,61$ mg g⁻¹ EAG na fécula e de $2,44 \pm 0,45$ mg g⁻¹ EAG na tapioca (80% de fécula e 20% de farinha).

Figura 2 – Diagrama de caixa do teor de fenólicos totais em féculas, farinhas e tapioca de batatas-doces de polpa roxa



Legenda: C20= Tapioca de fécula e farinha a 20% de ‘BRS Cotinga’; A20= Tapioca de fécula e farinha a 20% de ‘BRS Anembé’; CA= Fécula de batata-doce ‘BRS Cotinga’; AA= Fécula de batata-doce ‘BRS Anembé’; CF= Farinha de batata-doce ‘BRS Cotinga’ e AF= Farinha de batata-doce ‘BRS Anembé’.

Fonte: Autoria própria (2023)

A diferença entre os teores das duas cultivares podem ser observadas na Figura 2, com o diagrama de caixa dos teores fica visível o maior desempenho da cultivar ‘BRS Cotinga’.

A relação proporcional do teor de fenólicos totais nas misturas de tapiocas de cada cultivar antes da cocção pode ser visto na Tabela 2.

Tabela 2 – Teor de compostos fenólicos totais em mg g⁻¹ EAG em misturas de fécula e farinha de batatas-doces de polpa roxa, antes e após cocção

Compostos Fenólicos	‘BRS Anembé’	‘BRS Cotinga’
Amido (80%)	0,63	1,67
Farinha (20%)	6,91	7,36
Mistura (100%)	7,54	9,03
Mistura após cocção	2,44	4,55
Perda após cocção	5,10	4,48

Fonte: Autoria própria (2023)

Assim, comparando com os valores obtidos após a cocção a tapioca que apresentou maiores valores foi a tapioca da batata-doce ‘BRS Cotinga’, mantendo 50% de seus compostos fenólicos. Enquanto a tapioca da cultivar ‘BRS Anembé’ manteve 32% de seu teor de compostos fenólicos totais após a cocção.

5.3 Análise de cor

Os parâmetros de cor obtidos das féculas e farinhas estão descritos na Tabela 4. Considerando a interpretação de escalas, os amidos de ambas as cultivares apresentaram luminosidade maior e mais amareladas. E as farinhas apresentaram luminosidade menor, por serem mais escuras, e tom avermelhado mais próximo do eixo azul. Sendo a farinha da ‘BRS Cotinga’ a única que cruza o eixo cromático para o tom azul.

Tabela 3 – Parâmetros de luminosidade (L*), verde/vermelho (a*) e azul/amarelo (b*) de féculas e farinhas de batatas-doces de polpa roxa

Amostras	L*	a*	b*
Amido ‘BRS Anembé’	55,05 ± 1,97	4,83 ± 0,07	5,47 ± 0,08
Amido ‘BRS Cotinga’	60,60 ± 1,09	6,24 ± 0,33	6,67 ± 1,99
Farinha ‘BRS Anembé’	36,40 ± 0,47	12,70 ± 0,11	0,59 ± 0,26
Farinha ‘BRS Cotinga’	37,70 ± 0,98	12,22 ± 0,50	-0,35 ± 0,08

Médias seguidas de desvio padrão

Fonte: Autoria própria (2023)

Em relação à análise de cor das misturas de tapioca, após a cocção, verificou-se o efeito da adição de farinha às misturas por meio de análise de variância (ANAVA)

em arranjo fatorial 2x2 visando estudar as possíveis interações entre cultivares e adição de farinha de batata-doce às misturas (Tabela 4).

Tabela 4 – Parâmetros de luminosidade (L*), verde/vermelho (a*) e azul/amarelo (b*) em tapiocas formuladas com fécula e farinha de batatas-doces de polpa roxa

Luminosidade (L*)			
Fatores	‘BRS Anembé’	‘BRS Cotinga’	Média
Com Farinha	35,74 Aa	33,27 Ab	34,33
Sem Farinha	33,66 Aa	35,00 Aa	34,5
Média	34,13	34,7	
CV%	6,29		
Verde-Vermelho (a*)			
Fatores	‘BRS Anembé’	‘BRS Cotinga’	Média
Com Farinha	9,86	9,45	9,66 A
Sem Farinha	4,32	4,24	4,28 B
Média	7,09 a	6,85 b	
CV%	4,37		
Azul-Amarelo (b*)			
Fatores	‘BRS Anembé’	‘BRS Cotinga’	Média
Com Farinha	2,02 Ba	2,10 Ba	2,06
Sem Farinha	3,42 Ab	4,72 Aa	4,07
Média	2,72	3,41	
CV%	27,84		

Médias seguidas de mesma letra maiúscula (na linha) e minúscula (na coluna) não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de significância

Fonte: Autoria própria (2023)

A partir da ANAVA, verificou-se interação significativa entre os fatores cultivares e adição de farinha para o parâmetro de luminosidade (L*). A luminosidade da tapioca da cultivar ‘BRS Anembé’, acrescida de farinha, diferiu da cultivar ‘BRS Cotinga’, apresentando valor menor. Em adição, percebeu-se a ocorrência de um grande escurecimento das tapiocas sem farinha, sendo que os amidos das duas cultivares apresentaram valores de luminosidade de 55 a 60, previamente à cocção.

Analisando o parâmetro de verde-vermelho (a*) não se observou interação significativa entre as cultivares e adição de farinhas. As misturas com farinha

apresentaram valores mais positivos na escala do vermelho, enquanto nas misturas sem farinha os valores se aproximaram do eixo cromático verde.

Assim como para o parâmetro luminosidade, para o parâmetro b* verificou-se interação significativa entre os fatores; as misturas de tapioca sem adição de farinha diferiram entre si, considerando as cultivares de batata-doce, a 'BRS Cotinga' apresentou tom mais amarelado em relação à 'BRS Anembé'.

5.4 Análise de textura

Os dados de perfil de textura, sendo eles dureza, coesividade, elasticidade, gomosidade, mastigabilidade e força máxima de cisalhamento das tapiocas de fécula e farinhas das batatas-doces, após a cocção, estão descritos na Tabela 5.

Tabela 5 – Parâmetros de perfil de textura em tapiocas de mistura de fécula e farinha de batatas-doces polpa roxa

(continua)

Dureza (N)			
Fatores	'BRS Anembé'	'BRS Cotinga'	Média
Com Farinha	1,59	2,51	2,05 B
Sem Farinha	4,31	3,69	4,00 A
Média	2,95 a	3,1 a	
CV%	46,89		
Coesividade			
Fatores	'BRS Anembé'	'BRS Cotinga'	Média
Com Farinha	0,64	0,64	0,64 A
Sem Farinha	0,64	0,76	0,70 A
Média	0,64 a	0,70 a	
CV%	16,38		
Elasticidade %			
Fatores	'BRS Anembé'	'BRS Cotinga'	Média
Com Farinha	92,07	93,08	92,57 A
Sem Farinha	90,86	104,76	97,81 A
Média	91,46 a	98,92 a	
CV%	12,38		

Médias seguidas de mesma letra maiúscula (na linha) e minúscula (na coluna) não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de significância

Tabela 5 – Parâmetros de perfil de textura em tapiocas de mistura de fécula e farinha de batatas-doces polpa roxa

(continuação)

Gomosidade			
Fatores	‘BRS Anembé’	‘BRS Cotinga’	Média
Com Farinha	1,02	1,67	1,35 B
Sem Farinha	2,67	2,81	2,74 A
Média	1,85 a	2,24 a	
CV%	46,64		
Mastigabilidade			
Fatores	‘BRS Anembé’	‘BRS Cotinga’	Média
Com Farinha	0,95	1,57	1,26 B
Sem Farinha	2,42	2,95	2,69 A
Média	1,68 a	2,26 a	
CV%	49,23		
Força máxima de cisalhamento (N)			
Fatores	‘BRS Anembé’	‘BRS Cotinga’	Média
Com Farinha	49,05	108,76	78,90 B
Sem Farinha	100,63	150,5	125,56 A
Média	74,84 b	129,63 a	
CV%	35,27		

Médias seguidas de mesma letra maiúscula (na linha) e minúscula (na coluna) não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de significância

Fonte: Autoria própria (2023)

Com base nos dados apresentados na Tabela 5, verificou-se que a dureza das tapiocas não apresentou diferença significativa entre as cultivares, mas houve diferença com relação à adição de farinha. As tapiocas sem farinha, de ambas as cultivares, apresentaram uma dureza maior em comparação às tapiocas com adição de farinha. Esses resultados estão em concordância com o estudo de Alexandrino (2006), o qual menciona que a dureza das tapiocas tende a aumentar devido ao aumento da retrogradação do amido após o processo de cocção. Em seu trabalho, a tapioca de mandioca recém-preparada apresentou uma dureza de 4 a 6 N, valores mais próximos dos obtidos para as tapiocas sem a adição de farinha de batata-doce.

A coesividade das tapiocas não apresentou diferença significativa entre todos os fatores analisados. Comparando os valores com aqueles apresentados por

Alexandrino (2006), verificou-se que eles estão dentro da faixa encontrada para a tapioca de fécula de mandioca, que varia de 0,5 a 0,6.

Assim como a coesividade, o parâmetro de elasticidade das tapiocas não apresentou diferenças significativas. Os resultados encontrados neste trabalho foram semelhantes aos resultados descritos para tapioca de fécula de mandioca, após 24 horas de armazenamento, com 94% de elasticidade (ALEXANDRINO, 2006).

A gomosidade e mastigabilidade das tapiocas foram estatisticamente iguais entre as cultivares, mas apresentaram diferenças devido à adição de farinha de batata-doce. Verificou-se um maior valor de gomosidade e mastigabilidade nas tapiocas sem adição de farinha. De acordo com Alexandrino (2006), a gomosidade e mastigabilidade tendem a aumentar com uma maior concentração de amido, devido à gelatinização e formação de redes entre as moléculas de amido e a água, durante a exposição às temperaturas de cocção.

Ao analisar a força máxima de cisalhamento entre as formulações de tapioca, foi evidenciada uma clara distinção tanto entre as cultivares, quanto em relação à adição de farinhas. As tapiocas sem adição de farinhas apresentaram maior resistência ao cisalhamento, sendo a cultivar BRS Anembé a que obteve os valores mais elevados. Essa diferença de desempenho pode ser atribuída às características intrínsecas do amido. Quanto maior a hidratação e gelatinização, maior é a resistência necessária para realizar o corte. A adição de farinhas pode alterar a interação e a formação de ligações entre as moléculas de amido, resultando em uma matriz com menor resistência ao cisalhamento (ALEXANDRINO, 2006; MELO, 2019).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados alcançados neste estudo fornecem informações relevantes sobre as féculas e farinhas das batatas-doces de polpa roxa 'BRS Anembé' e 'BRS Cotinga', bem como sobre as tapiocas produzidas a partir delas e suas propriedades.

Em relação ao rendimento das féculas e farinhas, observou-se que a cultivar 'BRS Cotinga' apresentou maiores valores de rendimento em comparação a cultivar 'BRS Anembé'. Esses rendimentos estão dentro da faixa relatada em estudos anteriores para batatas-doces. No entanto, é importante destacar que os valores de rendimento podem variar de acordo com fatores como o teor de umidade inicial das raízes e o método de secagem utilizado.

Em relação aos compostos fenólicos, as farinhas apresentaram maiores teores em comparação às féculas e misturas para tapioca acrescidas de farinha, sendo a cultivar 'BRS Cotinga' a que apresentou os maiores teores. No entanto, a cocção das tapiocas resultou em perda significativa desses compostos devido à degradação pelo calor. A adição da farinha de batata-doce 'BRS Cotinga' às féculas de mandioca comerciais para a formulação de misturas de tapioca pode ser uma estratégia interessante para agregar valor ao produto, oferecendo compostos bioativos e uma nova cor.

A análise de cor revelou diferenças entre as féculas e farinhas das duas cultivares. A adição de farinha nas tapiocas também influenciou os parâmetros de cor, resultando em tapiocas mais escuras e com tom mais avermelhado.

Em relação à textura, as tapiocas sem adição de farinha foram mais duras e apresentaram melhores gomosidade e mastigabilidade em comparação às tapiocas acrescidas de farinha. Além disso, a força máxima de cisalhamento foi maior nas tapiocas sem a adição de farinha. A adição de farinha contribuiu para a maciez das tapiocas, mas as deixou mais frágeis e propensas a quebrar.

Esses resultados podem contribuir para o desenvolvimento de novos produtos e aplicações das batatas-doces de polpa roxa. No entanto, é importante destacar que mais pesquisas são necessárias para avaliar outros aspectos nutricionais e funcionais dessas cultivares de batatas-doces, bem como explorar seu potencial para a indústria de alimentos.

REFERÊNCIAS

- ANTONIO, G. C.; TAKEITI, C. Y.; OLIVEIRA, R. A.; PARK, K. J. Sweet potato: production, morphological, and physicochemical characteristics, and technological process. Fruit, vegetable and cereal. **Science and Biotechnology**, v.5, p.1-18, 2011.
- ALEXANDRINO. C. D. **Utilização dos amidos de milho e batata na elaboração de tapioca**. 2006. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2006.
- ALMEIDA, D. J.; GUISSO JIACOMELL, V.; SILVA MACHADO, I.; BARROSO LANGONI DE FREITAS, G. Quantificação e Caracterização de Amido e Proteínas de Diferentes Cultivares de Batata Doce Ipomoea batatas. **Ensaio e Ciência Biológicas Agrárias e da Saúde**, v. 21, n. 3, p. 156–160, 2017
- BEMNATURAL. Bem natural alimentos, 2022. Tapioca de Batata-doce. Disponível em: <https://www.novo.bemnaturalalimentos.com.br/tapioca-de-batata-doce/>. Acesso em: 03 de out. de 2022.
- BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M.E.; BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **Food Science and Technology**, v. 28, n. 1, p, 25-60, 1995.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 23, de 14 de dezembro de 2005: regulamento técnico de identidade e qualidade dos produtos amiláceos derivados da raiz da mandioca. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF p. 5, dezembro de 2005.
- CAMILO, R. C. **Processo de produção de goma de mandioca hidratada e aplicação de ferramentas de controle estatístico**. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Química) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2020.
- CAMPOS, V. R.; CALLIARI, C. M. Elaboração de snack de batata-doce (Ipomoea batatas). In: OLIVEIRA, A. F. D.; STORTO, L. J. **Tópicos em Ciências e Tecnologia de Alimentos: Resultados de Pesquisas Acadêmicas**. São Paulo: Editora Blucher, 2016. v. 2. p. 263-284.
- DRNARDELLINUTRIÇÃOINTELIGENTE. **Dr Nardelli**, 2022. TAPIOX 2.0 Tapioca de Batata Doce. Disponível em: <https://www.drnardelli.com.br/product-page/tapiox-2-0-tapioca-de-batata-doce>. Acesso em: 05 de out. de 2022.
- FLORES, S.; FAMÁ, L.; ROJAS, A. M.; GOYANES, S.; GERSCHENSON, L. Physical properties of tapioca-starch edible films: Influence of filmmaking and potassium sorbate. **Food Research International**, v. 40, p. 257-265, 2007.
- GIUSTI. M. M. WROLSTAD, R. E. Characterization and measurement of Anthocyanins with UV visible spectroscopy. **Current Protocols in Food Analytical Chemistry**. 2001.

HORVAT, D.; ŠIMIĆ, G.; DREZNER, G.; LALIĆ, A.; LEDENČAN, T.; TUCAK, M.; PLAVŠIĆ, H.; ANDRIĆ, L.; ZDUNIĆ, Z. Phenolic Acid Profiles and Antioxidant Activity of Major Cereal Crops. **Antioxidants**, v. 9, n. 6, p. 527, 2020.

IBGE. **Produção Agrícola Municipal**: informações sobre culturas temporárias. Rio de Janeiro: IBGE. 2020. Disponível em: <www.sidra.ibge.gov.br/bda/pesquisas/pam/default.asp>. Acesso em: 09 de Set. de 2022.

LANDAU, E. C.; VALADARES, G. M.; SILVA, G. A. Evolução da Produção de Batata-doce (*Ipomoea batatas*, Convolvulaceae). *In*: LANDAU, E. C.; SILVA, G. A. da; MOURA, L.; HIRSCH, A.; GUIMARAES, D. P. **Dinâmica da produção agropecuária e da paisagem natural no Brasil nas últimas décadas: sistemas agrícolas, paisagem natural e análise integrada do espaço rural**. Brasília, DF: Embrapa, 2020. v. 4. p. 437-462.

LIM, S.; XU, J.; KIM, J.; CHEN, T. Y.; SU, X.; STANDARD, J. CAREY, E.; GRIFFIN, J., HERNDON, B.; KATZ, B.; TOMICH, J. WANG, W. Role of anthocyanin-enriched purple-fleshed sweet potato p40 in colorectal cancer prevention. **Molecular Nutrition & Food Research**, v. 57, n. 11, p. 1908-1917, 2013.

MELO, M. S. D. B. **Mandioca, batata-doce e araruta como matérias primas para obtenção de amidos fosfatados**. 2019. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2019.

MELO, R. A. de C. e; SILVA, G. O; VENDRAME, L. P. de C.; PILON, L; GUIMARÃES, J; A.; AMARO, G. B. Evaluation of purple-fleshed sweetpotato genotypes for root yield, quality and pest resistance. **Horticultura Brasileira**, v. 38, n. 4, p. 429-444, 2020.

MELO, R. A. C.; VENDRAME, L. P. de C.; SILVA, G. O.; AMARO, G. B.; PILON, L.; GUIMARÃES, J. A.; PINHEIRO, J. B.; PEREIRA, R. B. **BRS Anembé**: nova cultivar de batata-doce de polpa roxa, rica em antioxidantes. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2021.

NEPA, **Tabela brasileira de composição de alimentos**. 4. ed. Campinas: NEPA-UNICAMP, 2011.

Oliveira, A. P. de ., Gondim, P. C., Silva, O. P. R. da ., Oliveira, A. N. P. de ., Gondim, S. C., & Silva, J. A. Produção e teor de amido da batata-doce em cultivo sob adubação com matéria orgânica. **Revista Brasileira De Engenharia Agrícola E Ambiental**, v. 17, n.8, p. 830–834, 2013.

PILON, L.; WARTHA, C. C.; ROSSETTO, L. M.; SOUZA, D. G.; MELO, R. A. C.; VENDRAME, L. P. de C. **Avaliação físico-química e compostos bioativos de farinhas de batatas-doces de polpa roxa**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2020.

ROCHAALIMENTOS. **Rocha alimentos**, 2022. Tapioca Batata Doce. Disponível em: <https://www.rochaalimentos.com.br/produtos/tapioca-batata-doce/>. Acesso em: 03 de out. de 2022.

SINGLETON, V. L.; ORTHOFER, R.; LAMUELA-RAVENTÓS, R. M. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent, *Methods in Enzymology*. **Academic Press**, v. 299, p. 152-178, 1999.

TRUONG, V. D.; AVULA, R. Y.; PECOTA, K. V. YENCHO, G. C. Sweetpotato Production, Processing, and Nutritional Quality. *In*: SIDDIQ, M.; UEBERSAX, M. A.; **Handbook of Vegetables and Vegetable Processing**. 2. ed. Wiley-Blackwell, 2018. p. 811-839.

VENDRAME, L. P. de C.; MELO, R. A. C.; SILVA, G. O.; AMARO, G. B.; PILON, L.; GUIMARÃES, J. A.; PINHEIRO, J. B.; PEREIRA, R. B. **BRS Cotinga**: nova cultivar de batata-doce de polpa roxa para processamento industrial – produtiva, com ampla adaptabilidade e rica em antioxidantes. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2022.

VIANA, K. M.; RIGUETO, C. V. T.; BORGES, R. T.; RIBEIRO, C. R. M.; GERALDI, C. A. Q.. Extração e estudo da cinética de secagem da fécula de batata-doce. **Natural Resources**, v.8, n.1, p.1-8, 2018.

ZHANG, Z. F.; FAN, S. H.; ZHENG Y.L.; LU J.; WU D. M.; SHAN Q.; HU, B. Purple sweetpotato color attenuates oxidative stress and inflammatory response induced by D-galactose in mouse liver. **Food Chem & Toxicol**. v. 47 p. 496-501, 2009.