

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
CAMPUS DO SERTÃO
BACHARELADO EM AGROINDÚSTRIA**

GLEICIANE DOS SANTOS SILVA

**ESTUDO COMPARATIVO DE FARINHAS DE BATATA-DOCE
OBTIDAS A PARTIR DAS VARIEDADES TRADICIONAL E
BIOFORTIFICADA**

**Nossa Senhora da Glória
Fevereiro de 2024**

GLEICIANE DOS SANTOS SILVA

**ESTUDO COMPARATIVO DE FARINHAS DE BATATA-DOCE
OBTIDAS A PARTIR DAS VARIEDADES TRADICIONAL E
BIOFORTIFICADA**

Trabalho de Conclusão de Curso
submetido ao Curso de Agroindústria
da Universidade Federal de Sergipe,
como requisito parcial para obtenção
do grau de Bacharel em
Agroindústria.

Orientador: Francisca Pereira de
Moraes

**Nossa Senhora da Glória
Fevereiro de 2024**

GLEICIANE DOS SANTOS SILVA

**ESTUDO COMPARATIVO DE FARINHAS DE BATATA-DOCE
OBTIDAS A PARTIR DAS VARIEDADES TRADICIONAL E
BIOFORTIFICADA**

Trabalho de Conclusão de Curso
submetido ao Curso de Agroindústria
da Universidade Federal de Sergipe,
como requisito parcial para obtenção
do grau de Bacharel em
Agroindústria. Defendida em 22 de
fevereiro de 2024 e avaliada pela
seguinte banca examinadora:

Prof. Francisca Pereira de Moraes - Doutora - (UFS-
Campus do Sertão – SE) – Orientadora

Prof. Jane Delane Reis Pimentel Souza - Doutora -
(UFS- Campus do Sertão – SE)

Prof. Alisson Marcel Souza de Oliveira - Doutor -
(UFS-Campus do Sertão – SE)

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter me dado saúde e discernimento, para ter chegado até aqui e com ele irei, mais longe. Agradeço à minha orientadora Doutora Francisca Pereira de Moraes por toda paciência e ensinamento a mim transmitido durante o período do projeto de PIBIC e TCC.

Gratidão a todos os meus professores do Departamento de Educação pelo conhecimento passado durante o primeiro ciclo, em especial ao professor Alisson Marcel Souza de Oliveira, por toda ajuda durante o período de PIBIC e TCC. Aos professores do Departamento de Agroindústria por sempre procurarem a melhor forma de passar seus conhecimentos, sempre estavam à disposição para tirar as dúvidas.

Agradeço a toda minha família por todo apoio, principalmente a minha mãe Maria dos Prazeres B. Santos, meu Pai Sebastião Fernandes da Silva, aos meus irmãos Anaclecio da Silva, Tatiane da Silva Santos, Aldevan dos Santos Silva, Alberon Sebastião da Silva e minha cunhada Joana Vieira da Silva, grata a todos por ajuda e incentivo.

Agradeço aos técnicos Gerson e Rafaela por sempre me ajudar no laboratório com seus conhecimentos, foi de grande importância para minha vida acadêmica. Gratidão aos meus amigos da universidade que desejo levar para a vida, quantos os outros fora da universidade obrigada por todo apoio.

Agradeço a Secretaria de Estado da Assistência Social e Cidadania – Seasc por ter realizado a doação da batata-doce biofortificada BRS Amélia, a doação foi de suma importância para a execução do trabalho.

RESUMO

A batata-doce (*Ipomoea batatas* L.) é uma tuberosa com grande produção no Brasil e no mundo, sua principal forma de consumo é cozida ou desidratada, na forma de farinha e *chips*. Diante disso, o objetivo do trabalho foi realizar a desidratação das batatas-doces (Nova Italiana e a biofortificada BRS Amélia) para obter farinhas, e realizar um estudo comparativo das mesmas. A Nova Italiana foi obtida no mercado local do município de Nossa Senhora da Glória, Sergipe, enquanto que a biofortificada BRS Amélia foi adquirida através de doação da Secretaria de Estado da Assistência Social e Cidadania – Seasc. Para obtenção da farinha, as batatas foram desidratadas em estufa a 60 °C. Foram realizadas as análises físico-químicas (umidade, acidez total titulável, pH e cinzas) das farinhas obtidas, além do rendimento e parâmetros de cor. Avaliou-se também as propriedades tecnológicas (índice de absorção em água (IAA), índice de absorção em leite (IAL), índice de absorção em óleo (IAO), índice de solubilidade em água (ISA) e higroscopicidade) e os compostos bioativos (vitamina C e carotenoides). A farinha da batata-doce biofortificada BRS Amélia (Farinha Biofortificada – FB) obteve maior rendimento (19,23%) que a da batata Nova Italiana (Farinha Nova Italiana – FNI, 16,68%). A umidade da FB (4,93%) foi menor que a da FNI (6,61%), enquanto que o teor de cinzas da FNI (1,90%) foi maior que da FB (1,54%). A acidez da FB (3,48%) foi menor que a da FNI (6,92%), e o pH foi menor na FNI (6,20). Não houve diferença estatística ($p > 0,05$) nas análises de IAA, IAL e ISA para as duas farinhas. O IAO da FNI (1,81 g/g) foi relativamente superior à da FB (1,77 g/g). De acordo com a higroscopicidade, as farinhas foram consideradas ligeiramente higroscópicas (FNI – 10,72% e FB – 11,11%). Para os parâmetros de cor houve diferença estatística ($p > 0,05$) entre a Luminosidade (L) das farinhas produzidas, enquanto que a FB apresentou tendência ao vermelho e amarelo (7,93 e 32,17, para a^* e b^* , respectivamente). Ambas as farinhas apresentaram alto teor de vitamina C (87,58 mg/100 g e 87,61 mg/100 g, para FNI e FB, respectivamente), porém a FB contém maior teor de carotenoides totais (19,37 µg/g). Os resultados encontrados mostram que é possível obter farinha a partir das batatas-doces utilizadas e as farinhas produzidas apresentam potencial para serem utilizadas como ingredientes em diferentes matrizes alimentares.

Palavras-chave: *Ipomoea batatas* L; Secagem; Vitamina C; Ingrediente alimentar.

ABSTRACT

Sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) is a tuberous plant with large production in Brazil and around the world. Its main form of consumption is cooked or dehydrated, in the form of flour and chips. Therefore, the objective of the work was to dehydrate sweet potatoes (New Italian and the biofortified BRS Amelia) to obtain flour, and to characterize them. The sweet potato New Italian was obtained from the local market in the city of Nossa Senhora da Glória, Sergipe, while the biofortified BRS Amélia was acquired through a donation from the state Secretariat for Social Assistance and Citizenship – SSAC. To obtain the flour, the potatoes were dehydrated in an oven at 60 °C. Physicochemical analyzes (moisture, total titratable acidity, pH and ash) of the flours obtained were carried out, in addition to the yield and color parameters. The technological properties (water absorption index (WAI), milk absorption index (MAI), oil absorption index (OAI), water solubility index (WSI) and hygroscopicity) and bioactive compounds were also evaluated (Vitamin C and carotenoids). The flour from biofortified sweet potato BRS Amelia (Biofortified Flour, BF) obtained a higher yield (19.23%) than that from New Italian flour (Flour New Italian Flour, NIF, 16.68%). The moisture content of BF (4.93%) was lower than NIF (6.61%), while the ash content of NIF (1.90%) was higher than that of BF (1.54%). The acidity of BF (3.48%) was lower than that of NIF (6.92%), and the pH was lower in NIF (6.20). There was no statistical difference ($p > 0.05$) in the WAI, MAI and WSI analyzes for the two flours. The OAI of NIF (1.81 g/g) was relatively higher than that of BF (1.77 g/g). According to hygroscopicity, the flours were considered slightly hygroscopic (NIF – 10.72% and BF – 11.11%). For the color parameters was statistical difference ($p < 0.05$) between the Luminosity (L) of the flours produced, while BF showed a tendency towards red and yellow (7.93 and 32.17, for a^* and b^* , respectively). Both flours had a high vitamin C content (87.58 mg/100 g and 87.61 mg/100 g, for NIF and BF, respectively), but BF contains a higher level of total carotenoids (19.37 $\mu\text{g/g}$). The results found show that it is possible to obtain flour from the sweet potatoes used and the flours produced have the potential to be used as ingredients in different food matrices.

Keywords: *Ipomoea batatas* L; Drying; Vitamin C; Food ingredient

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Variedades de batata-doce com cor de polpa e casca variável. -----	13
Figura 2. Cultivares de batata-doce de diferentes cores de polpa em função do teor de carotenoides e antocianinas. -----	16
Figura 3. Fluxograma de utilização e processamento da batata-doce.-----	17
Figura 4. Variedades de batata-doce utilizadas para obtenção das farinhas. ----	22
Figura 5. Fluxograma do processamento de obtenção da farinha de batata-doce. -----	23

Figura 6. Farinhas obtidas a partir das variedades de batata-doce Nova Italiana (A) e biofortificada BRS Amélia (B).-----	23
Figura 7. Caracterização das farinhas de batata-doce. -----	24

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Composição da batata-doce crua e cozida.	16
Tabela 2. Dados de rendimento e físico-químicos das farinhas de batata-doce das variedades, Nova Italiana e biofortificada BRS Amélia.....	29
Tabela 3. Propriedades tecnológicas das farinhas de batata-doce das variedades Nova Italiana e biofortificada BRS Amélia.....	30
Tabela 4. Parâmetros de cor (L, a* e b *) das farinhas de batata-doce das variedades Nova Italiana e biofortificada BRS Amélia.....	32
Tabela 5. Compostos bioativos das farinhas de batata-doce das variedades Nova Italiana e biofortificada BRS Amélia.	32

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

TACO – Tabela Brasileira de Composição de Alimentos

Kcal – Quilocaloria

kJ – Quilojoules

NA – Não aplicável

RDC – Resolução da Diretoria Colegiada

ppm – Partes por milhão

pH – Potencial hidrogeniônico

IAA – Índice de absorção em água

IAL – Índice de absorção em leite

rpm – Rotação por minuto

FNI – Farinha Nova Italiana

FB – Farinha Biofortificada

IAO – Índice de absorção em óleo

ISA – Índice de solubilidade em água

UR – Umidade Relativa

IAL – Instituto Adolfo Lutz

ANOVA – Análise da Variância

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	11
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	13
2.1. A cultura da batata-doce.....	13
2.1.1. Batata-doce e o estado de Sergipe	14
2.2. Composição da batata-doce.....	15
2.3. Utilização e processamento da batata-doce.....	17
2.3.1. O processo de desidratação.....	18
2.3.1.1. Desidratação em estufa	18
2.3.2. A farinha de batata-doce.....	19
3. OBJETIVOS	21
3.1 Objetivo geral	21
3.2 Objetivos específicos.....	21
4. MATERIAL E MÉTODOS	22
4.1. Localização e período da pesquisa	22
4.2. Matéria-prima.....	22
4.3. Obtenção da farinha de batata-doce	22
4.4. Rendimento e Análises físico-químicas	24
4.4.1. Cálculo do rendimento.....	24
4.4.2. Acidez total titulável.....	24
4.4.3. Determinação de umidade.....	25
4.4.4. Determinação de cinzas	25
4.4.5. Determinação do pH	25
4.5. Propriedades tecnológicas e parâmetros de cor.....	25
4.5.1. Índice de absorção em água (IAA) e Índice de absorção em leite (IAL).....	25
4.5.2. Índice de absorção em óleo (IAO).....	26
4.5.3. Índice de solubilidade em água (ISA).....	26
4.5.4. Higroscopicidade	27

4.5.6. Parâmetros de Cor.....	27
4.6. Compostos bioativos	27
4.6.1. Vitamina C.....	27
4.6.2. Carotenoides totais.....	28
4.7. Análise estatística.....	28
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	29
5.1. Rendimento e Análises físico-químicas	29
5.2. Propriedades tecnológicas e parâmetros de cor.....	30
5.3. Dados dos compostos bioativos	32
6. CONCLUSÃO.....	34
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	35

1. INTRODUÇÃO

A batata-doce (*Ipomoea batatas L.*) pertencente à família *Convolvulaceae*, é uma raiz tuberosa tropical que apresenta grande relevância na economia mundial (FERNANDES et al., 2021; FILGUEIRA, 2008). Em cavernas do Peru, por volta de 8 a 10 mil anos atrás, foi realizado o registro mais antigo da batata-doce. Existe um grande debate entre os cientistas sobre sua origem, porém a hipótese que mais se admite é que tenha sido na América Central e do Sul (FERNANDES et al., 2021). Ela é cultivada no mundo inteiro, especialmente nos países em crescimento como na África subsaariana, parte da Ásia e ilhas do Pacífico (GALERIANI et al., 2020).

A produção mundial da batata-doce no ano de 2020 chegou a 89 milhões de toneladas, em aproximadamente sete milhões de hectares (FAO, 2021). O continente asiático é responsável pela produção de 62,6% desse total, sendo a China o maior representante dessa produção com 49 milhões de toneladas (BASÍLIO et al., 2022).

O Brasil ocupou a 16ª posição entre os maiores cultivadores de batata-doce no ano de 2017, com 805,4 mil toneladas, tendo sua produtividade no valor de 886,6 milhões de reais. A região Nordeste está entre os principais produtores de batata-doce do Brasil com 317,3 mil toneladas, dentre eles está o estado de Sergipe que produziu 51.551 mil toneladas, sendo os municípios de Moita Bonita e Itabaiana os maiores produtores, produzindo juntos 43,0 mil toneladas (IBGE, 2020). A cultura apresenta cenário favorável no país, tendo em vista que o seu plantio é praticado em todo o território. Além do mais, é uma cultura que demonstra facilidade e adaptação de cultivo. Outras vantagens são sua boa resistência a seca e um baixo valor de produção, o que permite que a agricultura familiar seja responsável pela maior produção (GALERIANI et al., 2020).

A batata-doce contém várias utilidades de uso tais como alimentação humana, animal e produção de etanol (NEUNFELD, 2019). As formas mais comuns de consumo da batata-doce na culinária são cozidas na água ou vapor, desidratada na forma de farinha e *chips*. O incentivo ao consumo da batata-doce está relacionado por ela ser fonte de energia e ser funcional, por conter macro e micronutrientes importantes (carboidratos, betacaroteno e minerais como cálcio, ferro, fósforo e potássio). O seu *dulçor* possibilita melhor aceitação da matéria-prima e dos seus derivados (DIAS et al., 2018; TRUONG et al., 2018).

Vários métodos de secagem e desidratação podem ser utilizados para elaboração de derivados de batata-doce, dentre eles uso de microondas, secagem a vácuo, atomização, liofilização, secagem em estufa e secagem solar (OLATUNDE et al., 2015).

A secagem convencional por estufa é um processo relativamente barato e que possibilita a produção do produto desidratado, como a farinha de batata-doce (CASTRO-MENDOZA et al., 2022; FRANCO et al., 2018).

A farinha de batata-doce é um derivado rico em amido com baixo teor de umidade e alto teor de fibras, rica em compostos bioativos (FRANCO et al., 2018; WANG; NIE; ZHU, 2016). Os compostos bioativos presentes na farinha de batata-doce têm efeito antidiabético, antimicrobiano, anti obesidade e anticâncer (ALAM, 2021; JU; MU; SUN, 2017; WANG; NIE; ZHU, 2016).

O interesse do estudo em elaborar a farinha de batata-doce é encontrar um produto com as melhores características nutritivas e condições de produção, dados esses obtidos através de análises físico-químicas e tecnológicas, sendo a principal finalidade reforçar a valorização dessa matéria-prima encontrada e apreciada em abundância no país utilizando um método de secagem de baixo custo. A produção da farinha de batata-doce terá grande relevância para Sergipe, visto que o estado apresenta boa produção e comercialização das raízes basicamente só na forma *in natura*, logo com um projeto que visa agregar valor para a cultura produzindo farinha de batata-doce, dará mais visibilidade para essa matéria-prima e para o estado. Outro ponto a ser reforçado é que a farinha da batata-doce não contém glúten em sua composição, portanto é alternativa na alimentação de pessoas celíacas ou que busquem uma alimentação mais saudável.

2. REVISÃO DE LITERATURA

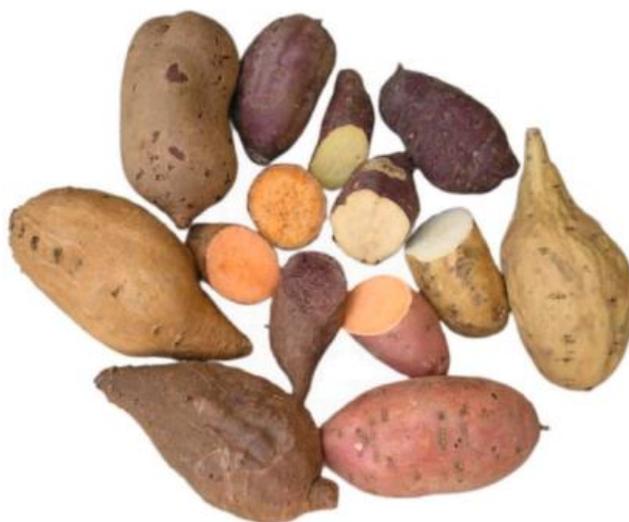
2.1. A cultura da batata-doce

A batata-doce (*Ipomoea batatas* L.) é uma dicotiledônea do núcleo familiar *Convolvulaceae* que compreende cerca de 50 gêneros e mais de 1000 espécies (SÁNCHEZ; SANTOS; VASLIENKO, 2019). A cultura apresenta caule com formato cilíndrico, com dimensão que cresce dependendo da diversidade e fornecimento de água no solo, podendo chegar no tamanho de um metro, porém tem variedade que atinge até cinco metros. O atributo do caule quanto a cor depende da variedade, podendo ser verde, vermelho-arroxeadado, esse último depende do quanto de antocianinas contém (AJAP, 2017; FERREIRA; LIMA; SÁNCHEZ, 2021).

O formato das folhas da batata-doce pode variar de redonda ao formato de um coração, rim e triangular, a cor pode ser do verde amarelado, verde ou apresentar fragmentos com tom de roxa em partes ou completa, algumas variedades têm as folhas roxas logo no início do plantio e após o amadurecimento elas ficam verdes (AJAP, 2017).

Pode-se encontrar batata-doce de diferentes colorações da casca (epiderme) e da polpa (Figura 1). Como observado na Figura 1, a casca pode ser branca, creme, amarela, laranja, rosa, vermelha e roxa. Enquanto que a polpa pode ser encontrada na cor branca ou tons de creme, amarelo, laranja ou roxa (ALAM, 2021; ALAM et al., 2020).

Figura 1. Variedades de batata-doce com cor de polpa e casca variável.



Fonte: ALAM (2021).

As variedades de batata-doce que são registradas no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) são: Amanda, Ana Clara, Barbara, Beatris,

Beauregard, Brazlândia Branca, Brazlândia Rosada, Brazlândia Roxa, BRS Amélia, RS Anembé, BRS Cotinga, BRS Cuia, BRS Fepagro Viola, BRS Gaita, BRS Rubissol, Carolina Vitória, Coquinho, Duda, Iapar 69, Iapar 70, Izabela, Julia, Livia, Marcela, Princesa, SCS 367 Favorita, SCS 368 Ituporanga, SCS 369 Águas Negras, SCS 370 luiza, SCS 371 Katiy, SCS 372 Marina (MAPA, 2021).

Entre as variedades registradas no MAPA, encontram-se as batatas doces biofortificadas. A população de baixa renda é a mais prejudicada quanto ao quesito segurança alimentar e nutricional, portanto, os órgãos públicos incentivam e promovem a realização de pesquisas utilizando tecnologia de biofortificação de maneira a obter produtos agrícolas a partir de sementes que colaborem com essa suplementação. Por isso, a biofortificação consiste em proporcionar alimentos com alto teor de micronutrientes, isso se consegue através de práticas agronômicas ou melhoramento genético. A batata-doce é uma cultura referência nessa técnica de biofortificação no Brasil, apresentando boa adesão e inclusão em políticas públicas nutricionais (SILVA et al., 2022; CARVALHO; RODRIGUES, 2020).

A biofortificação consiste na seleção e cruzamento de plantas que são da mesma espécie que apresentam um maior valor nutritivo (CAMARGO, 2018). A batata-doce biofortificada Beauregard tem um maior valor nutritivo diferente das outras variedades, apresentando a cor alaranjada por conter mais betacaroteno (FERNANDES et al., 2014). O consumo regular dessa batata pode combater a falta de vitamina A (NASCIMENTO et al., 2013). É esperado que além da batata-doce, os seus derivados como a farinha apresentem o maior teor das características benéficas da matéria-prima inicial (SILVA et al., 2022).

Visto que não é hábito o consumo da batata-doce *in natura*, preparar derivados como a farinha para utilizar em outros produtos, como na confeitaria e panificação, é opção viável para que as pessoas absorvam os benefícios da batata-doce biofortificada, além de agregar valor à raiz (SILVA et al., 2022).

2.1.1. Batata-doce e o estado de Sergipe

No ano de 2015 a produção de batata-doce no Nordeste foi de 151,704 mil toneladas, sendo que o cultivo chegou a uma área plantada de 16.880 hectares. No mesmo ano, o estado de Sergipe obteve uma produção de 36.868 toneladas de batata-doce, isso em uma área de 2.889 hectares, que representa 24,3% da produção de vários municípios do estado com 3.119 produtores. No ano 2019 o Nordeste produziu 317,3 mil toneladas e o estado de Sergipe ficou entre os 10 maiores produtores do Brasil, sendo os municípios

de Itabaiana e Moita Bonita os que mais produzem a batata-doce no estado, ocupando, segundo e o terceiro lugar, respectivamente, a produção somada chega a 43,0 mil toneladas, perdendo apenas para o município de São Benedito, no Ceará. As variedades de batata-doce mais cultivadas em Sergipe são Ourinho Italiana, Nova Italiana, Coração de Negô, Boka Loka, Paulistinha e Canadense, a maioria dessas variedades não têm origem identificada (AMARO et al. 2019; IBGE, 2017; IBGE, 2020).

Em Sergipe, no município de Moita Bonita há uma cooperativa (Cooperafes), iniciada em 2008. Dentre as atividades desenvolvidas pela cooperativa há a produção da farinha de batata-doce, utilizando a batata da casca roxa e polpa amarelada. A farinha é produzida utilizando chapas de torrefação, a principal forma de comercialização do produto é através da produção de bolinhos utilizados na merenda escolar do município, a farinha também é comercializada *in natura*, em pacotes de 500 gramas (ECONODATA, 2024).

2.2. Composição da batata-doce

A batata-doce contém proteínas, carboidratos, betacaroteno (precursor da vitamina A), vitamina C, vitamina B (sobretudo B1, B2 e B6), E e ácido fólico, apresenta também potássio, cálcio e ferro, já para as raízes que apresentam a polpa roxa tem a antocianina, composto de extrema relevância para a saúde (FERNANDES et al., 2021; FERREIRA; LIMA; SÁNCHEZ, 2021; LIMA et al., 2023).

A raiz apresenta em sua composição alto valor energético podendo chegar a 120 kcal/100 g, tendo o carboidrato como maior constituinte (28 g/100 g). É composta por açúcares mais simples e amido. A batata-doce apresenta baixo teor de gorduras, teor de proteína relativamente baixo (1-3 g/100 g), já para fibra seu valor é considerado ótimo (2,7 g/100 g) (LIMA et al., 2023). Os dados apresentados anteriormente assemelham-se às informações (Tabela 1) presentes na Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO, 2011).

Tabela 1. Composição da batata-doce crua e cozida.

Composição (em 100 g)	Batata-doce crua	Batata-doce cozida
Umidade (%)	69,5	80,4
Energia (kcal)	118	77
Energia (kJ)	495	321
Proteína (g)	1,3	0,6
Lipídeos (g)	0,1	0,1
Colesterol (mg)	NA	NA
Carboidrato (g)	28,2	18,4
Fibra alimentar (g)	2,6	2,2
Cinzas (g)	0,9	0,4
Cálcio (mg)	21	17
Magnésio (mg)	17	11

NA (não aplicável). Fonte: TACO (2011).

A batata-doce também é conhecida por ser rica em compostos bioativos, apesar de não serem nutrientes essenciais, são importantes para a saúde, pois através da sua ingestão e digestibilidade, ajudam no processo regulatório das funções do organismo. A quantidade destes compostos na raiz varia de cultivar para cultivar e sua concentração está diretamente relacionada com o potencial antioxidante deste alimento. Por exemplo, a coloração branca-amarelada, amarela ou laranja de algumas variedades é reflexo do seu teor de carotenoides, enquanto que as variedades de polpa roxa, são ricas em antocianinas (Figura 2) (FERREIRA; LIMA; SÁNCHEZ, 2021).

Figura 2. Cultivares de batata-doce de diferentes cores de polpa em função do teor de carotenoides e antocianinas.



Fonte: FERREIRA; LIMA; SÁNCHEZ (2021).

Os compostos fenólicos também são importantes e que estão presentes em maior concentração nas cultivares de polpa laranja e roxa, geralmente essas variedades

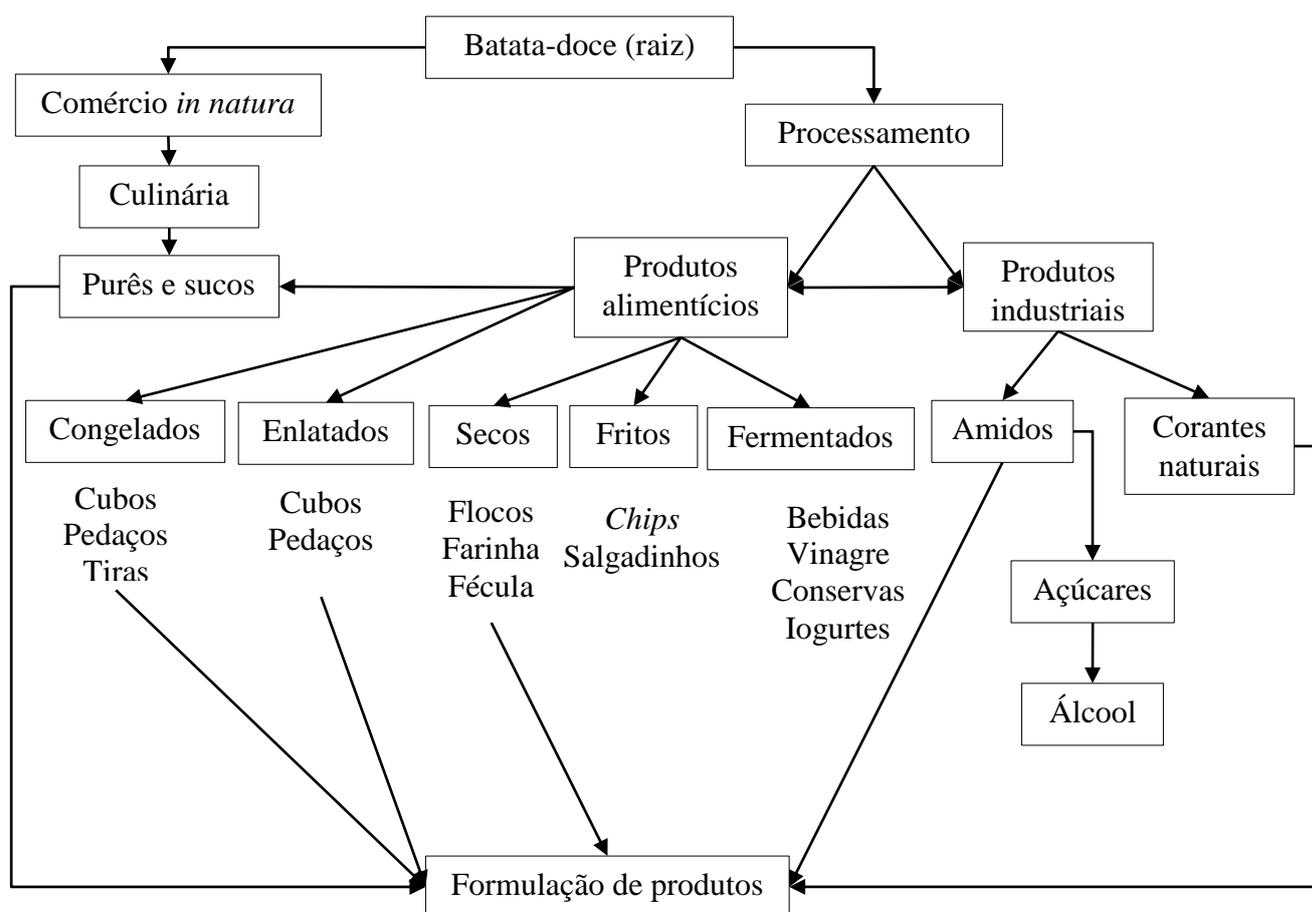
apresentam capacidade antioxidante quase o dobro quando comparada às de polpa branca (FERREIRA; LIMA; SÁNCHEZ, 2021).

As condições edafoclimáticas aliadas ao perfil genético estão diretamente relacionados com a produtividade, as características físico-químicas e a concentração dos compostos bioativos da batata-doce (NEUNFELD et al., 2022).

2.3. Utilização e processamento da batata-doce

Na alimentação humana, a batata-doce pode ser consumida cozida, assada ou frita. Em relação ao seu beneficiamento, as raízes podem ser utilizadas no desenvolvimento de produtos enlatados, purês, doces, farinhas, macarrão, entre outros (Figura 3). No Brasil a cultura é mais utilizada para o consumo das raízes que seus derivados, porém está crescendo sua utilização de outras formas, como *chips* e marrom glacê (EMBRAPA, 2021; FERREIRA; LIMA; SÁNCHEZ, 2021; TRUONG et al., 2018; LIMA et al., 2023).

Figura 3. Fluxograma de utilização e processamento da batata-doce.



Fonte: Adaptado de Truong et al. (2018).

2.3.1. O processo de desidratação

O processo de desidratação é um método de conservação que garante um alimento com vida útil prolongada. Sabe-se que os microrganismos e as enzimas precisam de água para seu desenvolvimento, com a diminuição da água no alimento, ocorrerá a redução da atividade de água, conseqüentemente a atuação das enzimas e dos microrganismos será reduzida, proporcionando o aumento da vida útil do produto (LEONARDI et al., 2018; OLIVEIRA et al., 2015).

Os métodos de desidratação apresentam algumas vantagens, como a preservação da qualidade dos alimentos, a disponibilidade do produto em períodos de entressafra ou falta de produção e a diminuição dos custos durante o transporte e armazenamento, devido à redução do volume e peso. Além disso, possibilita a estabilidade dos componentes aromáticos, protege contra as reações de degradação enzimática. Por fim, a desidratação ajuda na economia de energia por não precisar do uso de refrigeração para conservar o produto (LEONARDI et al., 2018; MARTINS et al., 2020).

Os métodos de desidratação mais utilizados são aqueles que expõem o alimento a uma corrente de ar aquecida, onde a transferência de calor do ar para o alimento se dá basicamente por convecção (FIB, 2013). Dentre os tipos de secadores podem ser citados: secador de bandejas, secador de túnel, secador de esteira, tambor rotativo, liofilizador, secador por atomização (*spray dryer*) (CELESTINO, 2010).

No processo de desidratação podem ocorrer várias mudanças nos alimentos, como alterações físicas e químicas que podem atingir a qualidade nutricional, cor, sabor, aroma e textura do alimento (CELESTINO, 2010). Por isso, é necessário ajustar os parâmetros de processamento que minimizem as alterações indesejadas e possibilitem o desenvolvimento de produtos com segurança e qualidade nutricional.

2.3.1.1. Desidratação em estufa

Dentre os métodos mais comuns na secagem dos alimentos está a desidratação por estufa. Esse método consiste na operação unitária que remove a água do alimento através da evaporação da água, utilizando calor produzido artificialmente, em condições controladas (BENAMOUN; LI, 2018; SILVA et al., 2022).

A secagem em estufa convencional é considerada um dos processos mais baratos, porém por utilizar calor pode alterar algumas características funcionais e químicas do produto (CASTRO-MENDOZA et al., 2022).

2.3.2. A farinha de batata-doce

A farinha é definida como um produto que é obtido das partes comestíveis de cereais, leguminosas, frutos, sementes, tubérculos e rizomas através do processo de moagem ou outras formas de processamento, desde que seja seguro para o produto (BRASIL, 2022). Aos produtos descritos na Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) N° 711, de julho de 2022 descreve que o teor de umidade máximo para amidos de cereais, farinhas, e farelos deve ser de 15% (BRASIL, 2022).

A farinha de batata-doce pode ser utilizada na elaboração de diversos produtos. Bezerra et al. (2015) elaboraram três formulações de barras de cereais contendo diferentes concentrações de farinha de batata-doce em uma mistura com biscoito tipo maizena. Os autores fizeram análises físico-químicas na farinha e nas barras de cereais produzidas e análise sensorial das barras de cereais. Concluíram que é possível elaborar barras de cereais contendo farinha de batata-doce com teor de fibras e proteínas que foram bem aceita pelos consumidores.

Remonato et al. (2017) prepararam um macarrão tipo talharim com farinha de batata-doce biofortificada, com substituição de 20% da farinha de trigo. Analisam as características físico-químicas do produto formado comparando com o macarrão com farinha de trigo. Os autores observaram que a substituição parcial da farinha de batata biofortificada foi satisfatória quanto ao teor de betacaroteno, baixo teor energético e 2,6 vezes maior teor de cinzas que o macarrão tradicional.

Lafia et al. (2020) elaboraram três formulações de biscoitos contendo 40% de farinha de batata-doce. Foram realizadas análises microbiológicas, físico-químicas e sensorial. Os autores concluíram que os biscoitos estavam dentro dos padrões microbiológicos da legislação brasileira, além disso apresentaram melhores características nutricionais, boa aceitação e boa intenção de compra pelos avaliadores.

Bruni et al. (2020) elaboraram três formulações de pães de queijos contendo farinha de batata-doce e realizaram análises físicas e sensoriais do produto. Os autores concluíram que a formulação com 25% de substituição foi bem apreciada pelos consumidores.

Azevedo et al. (2020) elaboraram três formulações de bolo com farinha de batata-doce biofortificada, realizando a composição centesimal e físico-química dos produtos. Os autores concluíram que os produtos elaborados apresentaram maior teor de vitaminas, minerais e fibras, resultando em um produto nutritivo.

Percebe-se que a farinha de batata-doce apresenta potencial de uso, uma vez que seu baixo teor calórico, riqueza de fibras e outros nutrientes, além da ausência de glúten

são parâmetros relevantes desejados pela sociedade atual. Pois o trigo ainda é uma matéria-prima muito popular e os produtos elaborados a partir dele, tais como massas secas e pães, apresentam glúten na sua composição. O que exige da indústria de alimentos a exploração de matérias-primas alternativas que não contenham glúten na sua composição, uma vez que é crescente o número de pessoas que apresentam a doença celíaca, patologia autoimune, causada pela intolerância ao glúten. Outra consideração do trigo e derivados é que eles não possuem um valor nutricional tão alto, uma vez que precisam ser enriquecidos com ferro e ácido fólico, principalmente se comparado com farinhas obtidas de raízes e tubérculos. Diante desses fatos, é primordial a crescente procura e exploração por alimentos com alto valor nutricional e livres de glúten (SOUZA et al., 2023).

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Elaborar e caracterizar farinha de duas variedades de batata-doce através da secagem em estufa.

3.2 Objetivos específicos

- Produzir farinha de batata-doce utilizando a cultivar Nova Italiana e a biofortificada laranja BRS Amélia;
- Mensurar o rendimento das farinhas elaboradas a partir de duas variedades de batata-doce;
- Analisar a composição físico-química das farinhas de batata-doce obtidas;
- Determinar a cor das farinhas obtidas;
- Avaliar as propriedades tecnológicas e compostos bioativos das farinhas de batata-doce produzidas.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Localização e período da pesquisa

O trabalho foi desenvolvido nas dependências da Universidade Federal de Sergipe *Campus* do Sertão situado no município de Nossa Senhora da Glória, no período de outubro de 2023 a janeiro de 2024.

4.2. Matéria-prima

As cultivares de batata-doce escolhidas para a produção da farinha foram a Nova Italiana (denominada pelos feirantes e agricultores), sendo adquirida no mercado local do município de Nossa Senhora da Glória, Sergipe, e a biofortificada BRS Amélia (Figura 4) foi adquirida através de doação da Secretaria de Estado da Assistência Social e Cidadania – Seasc.

Figura 4. Variedades de batata-doce utilizadas para obtenção das farinhas.



Fonte: Próprio autor (2024).

4.3. Obtenção da farinha de batata-doce

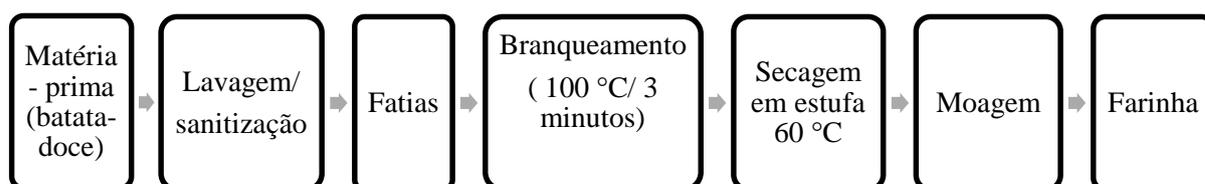
A obtenção da farinha de batata-doce foi de acordo com a metodologia de Jaime et al. (2020), com modificações. Após adquiridas, as raízes foram encaminhadas ao laboratório multidisciplinar 03 (temática de alimentos), em seguida foram lavadas em água corrente com auxílio de escovas para a retirada das sujidades mais grosseiras e logo após sanitizadas com água clorada (100 ppm por 15 minutos). Após a higienização, as batatas foram enxugadas com papel toalha para retirar a umidade externa.

As batatas (Figura 4) foram fatiadas com o auxílio do cortador de legumes (Keita KP02) em fatias de aproximadamente 2 milímetros de espessura, em seguida foram branqueadas (100 °C por 3 minutos), seguido do resfriamento e depois foi retirado o excesso de umidade com o auxílio de papel toalha.

As fatias de batata-doce foram pesadas, depois distribuídas uniformemente em bandejas e levadas à estufa de secagem e esterilização (LIMATEC LT96ES). As batatas

foram mantidas a 60 °C e pesadas a cada duas horas até atingir o peso constante, ao todo foram aproximadamente quatorze horas de secagem. Após a secagem, as fatias foram pesadas, trituradas, em um moinho de facas (SOLAB, SL32), e peneirada utilizando a peneira média em aço inox de malha (*mesh* 20), logo após as farinhas foram pesadas novamente e armazenadas em potes herméticos sob congelamento até o momento das análises. A Figura 5 descreve o fluxograma básico da obtenção da farinha de batata-doce.

Figura 5. Fluxograma do processamento de obtenção da farinha de batata-doce.



Fonte: Próprio autor (2023).

As amostras são chamadas de FNI (farinha da batata-doce Nova Italiana) e FB (farinha da batata-doce biofortificada). A Figura 6 apresenta as farinhas das batatas-doces (Nova Italiana e biofortificada BRS Amélia) após a moagem.

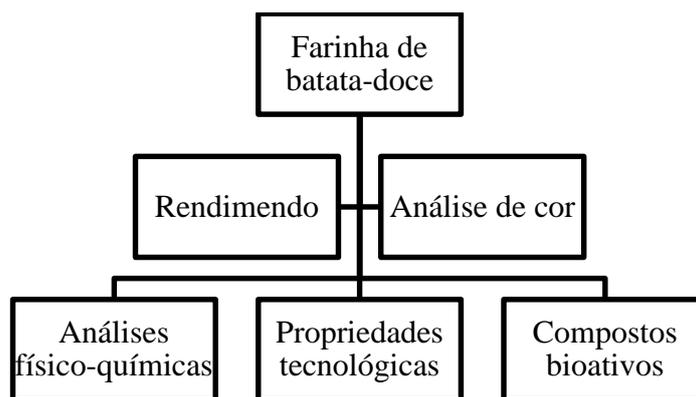
Figura 6. Farinhas obtidas a partir das variedades de batata-doce Nova Italiana (A) e biofortificada BRS Amélia (B).



Fonte: Próprio autor (2024).

As farinhas obtidas tiveram suas composições e características avaliadas, de acordo com a Figura 7.

Figura 7. Caracterização das farinhas de batata-doce.



Fonte: Próprio autor (2023)

4.4. Rendimento e Análises físico-químicas

As análises realizadas foram a de rendimento, acidez total titulável, umidade, cinzas e pH, sendo realizadas pelo menos em triplicata.

4.4.1. Cálculo do rendimento

Para a determinação do rendimento da farinha de batata-doce foram realizadas três repetições da secagem para cada cultivar (JAIME et al., 2020). O rendimento foi calculado utilizando a Equação 1:

$$R(\%) = \left(\frac{PS}{PF}\right) * 100 \quad \text{Equação 1}$$

Onde: R é o rendimento; PS é o peso após a secagem; PF é o peso da batata-doce *in natura*.

4.4.2. Acidez total titulável

A determinação da acidez total titulável foi obtida pelo método n° 253/IV (IAL, 2008). Foram pesadas dois gramas da amostra e misturados em 50 mL de água destilada, em seguida foi adicionado duas gotas de fenolftaleína e tituladas com a solução de NaOH 0,1 M até o ponto de viragem. O resultado foi expresso em percentual (%) de acordo com o método n° 016/IV e calculado de acordo com a Equação 2.

$$\text{Acidez total titulável (\%)} = \frac{(V * f * 100)}{(P * c)} \quad \text{Equação 2}$$

Onde: V = volume de mL da solução de hidróxido de sódio (NaOH) 0,1 M gasto na titulação; f = fator da solução de hidróxido de sódio 0,1 M; P = massa da amostra em grama usado na titulação; c = correção para solução de NaOH 1 M (10 para solução NaOH 0,1 M).

4.4.3. Determinação de umidade

A determinação do teor de umidade foi realizada de acordo com a metodologia N° 309/IV do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008). Em quintuplicada, três gramas de cada amostra foram pesadas em cadinhos previamente secos. Após a pesagem das amostras, os cadinhos foram encaminhados à estufa a 105 °C, sendo pesados a cada duas horas até atingir peso constante, atingindo 12 horas. O percentual de umidade foi calculado de acordo com a Equação 3 e expresso em base úmida (%).

$$\text{Umidade (\%)} = \frac{(\text{massa de água})}{(\text{massa total da amostra})} * 100 \quad \text{Equação 3}$$

Onde: massa água= massa total da amostra – massa da amostra seca.

4.4.4. Determinação de cinzas

A determinação do teor de cinzas foi pelo método N° 018/IV (IAL, 2008). Foram adicionados três gramas da amostra em cadinhos previamente secos, em seguida foram colocados na mufla fria, o aumento da temperatura ocorreu gradativamente até atingir a temperatura de 550 °C mantidas por três horas, logo em seguida foram resfriadas em dessecador, seguido da pesagem. O resultado foi calculado de acordo com a Equação 4 e expresso em percentual (%).

$$\text{Cinzas (\%)} = \frac{(\text{g de resíduo seco da amostra})}{(\text{massa total da amostra})} * 100 \quad \text{Equação 4}$$

Onde: resíduo seco = (massa em gramas do cadinho + amostra após incineração) – (massa em grama do cadinho vazio).

4.4.5. Determinação do pH

A determinação da análise de pH foi realizada utilizando a metodologia N° 017/IV (IAL, 2008) através do potenciômetro digital (modelo PHS – 3E, EVEN, China). O equipamento foi calibrado com as soluções tampões de pH 4,0 e 7,0 e em seguida, realizado a leitura da mistura de dois gramas da amostra diluída em 20 mL de água deionizada.

4.5. Propriedades tecnológicas e parâmetros de cor

4.5.1. Índice de absorção em água (IAA) e Índice de absorção em leite (IAL)

A determinação de IAA e IAL ocorreu de acordo com a metodologia proposta por López-Marcos et al. (2015), com modificações. Uma grama da farinha foi adicionada em 10 mL de água destilada (ou leite) e colocados em tubos de centrífuga de 50 mL,

previamente pesados. Os tubos com água foram agitados no agitador (mini flexVortex) por quatro minutos e armazenados à 25 °C e os tubos com leite à 5 °C por 18 h. Após isso, os tubos foram centrifugados a 3000 rpm (1844 xg) por 20 min a 25 °C em centrífuga (SOLAB, SL-700). O sobrenadante foi descartado (o da água foi utilizado para a análise de ISA) e o precipitado foi pesado. O índice de absorção foi expresso como grama de água ou leite por grama de amostra. O resultado foi calculado de acordo com a Equação 5:

$$\text{IAA e IAL } \left(\frac{g}{g}\right) = \frac{\text{Água absorvida pela amostra (g)}}{\text{Peso da amostra (g)}} \quad \text{Equação 5}$$

4.5.2. Índice de absorção em óleo (IAO)

O IAO foi determinado de acordo com a metodologia realizada por López-Marcos et al. (2015), com modificações. Um grama da farinha foi adicionado a 5 g de óleo de girassol e colocados em tubos de centrífuga de 50 mL, previamente pesados. Os tubos com óleo foram agitados no agitador (mini flexVortex) por quatro minutos e armazenados à 25 °C por 18 h. Após isso, os tubos foram centrifugados a 3000 rpm (1844 xg) por 20 min a 25 °C em centrífuga (SOLAB, SL-700). O sobrenadante foi descartado e o precipitado foi pesado. O índice de absorção em óleo foi expresso como grama de óleo por grama de amostra. O resultado foi calculado de acordo com a equação 6.

$$\text{IAO } \left(\frac{g}{g}\right) = \text{Massa de óleo absorvido} / \text{Massa da amostra} \quad \text{Equação 6}$$

4.5.3. Índice de solubilidade em água (ISA)

O índice de solubilidade em água foi avaliado de acordo com Anderson et al. (1969). Para isso, foi utilizado o sobrenadante do índice de absorção em água que já tinha sido pesado em tubo de centrífuga um grama de amostra, e adicionados 10 mL de água destilada. Os tubos foram agitados por quatro minutos no agitador minutos (mini flexVortex) e centrifugados a 3000 rpm (1844 xg) durante 20 min a 25 °C em centrífuga (SOLAB SL-700). O sobrenadante foi transferido para cadinhos e submetido à secagem em estufa a 105 °C por três horas. O índice de solubilidade em água foi determinado a partir do resíduo da evaporação e o peso inicial da amostra. O resultado foi calculado conforme a Equação 7:

$$\text{ISA (\%)} = (\text{massa da amostra seca} / \text{massa da amostra}) * 100 \quad \text{Equação 7}$$

4.5.4. Higroscopicidade

A higroscopicidade foi expressa como água absorvida pelas amostras secas. Para isso, um grama de cada amostra foi pesado em cadinhos de porcelana, a análise foi realizada em quadruplicada, os cadinhos previamente secos foram armazenados por cinco dias em célula de higroscopicidade contendo solução saturada de cloreto de sódio (NaCl, umidade relativa – UR, 75,3%) (SOUZA et al., 2015). O resultado foi calculado de acordo com a equação 8 abaixo.

$$\text{Higroscopicidade} = (pf - pi/pi) * 100 \quad \text{Equação 8}$$

Onde: Peso final = (peso do cadinho + amostra após 5 dias) – (peso do cadinho vazio).

4.5.6. Parâmetros de Cor

Para a determinação dos parâmetros de cor foi realizado pelo aplicativo *lab tools* com auxílio do smartphone Motorola posicionando em pontos a esquerda e a direita tanto superior como exterior da farinha para obter o resultado. Foram avaliados os parâmetros L, a* e b* (QUARTAROLLI et al., 2021).

4.6. Compostos bioativos

Foram realizadas as análises de Vitamina C e carotenoides totais, pelo menos em triplicata.

4.6.1. Vitamina C

O teor de ácido ascórbico (Vitamina C) foi determinado pelo método Balentine (Nº 364/IV) do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008). Foram pesados um grama da amostra em frascos Erlenmeyer de 250 mL e diluídas em 50 mL de água destilada. Em seguida foram adicionados 10 mL da solução de ácido sulfúrico a 20%, homogeneizados e filtrados. O filtro foi lavado com 20 mL de água destilada, logo após adicionados 10 mL da solução de ácido sulfúrico a 20%, 1 mL da solução de iodeto de potássio a 10% e 1 mL da solução de amido a 1%. A titulação foi realizada com solução de iodato de potássio até a coloração azul. O resultado foi calculado de acordo com a Equação 9 e expresso em mg/100 g.

$$\text{Vitamina C} \left(\frac{mg}{100} \right) = \frac{(100 * V * F)}{(P)} \quad \text{Equação 9}$$

Onde: V é o volume de iodato de potássio (KIO₃) gasto na titulação; F corresponde a 8,806 para o KIO₃ 0,02 mol/L; P é a massa em g da amostra utilizada.

4.6.2. Carotenoides totais

O teor de carotenoides totais foi determinado segundo a metodologia de Cavalcante e Rodriguez-Amaya (1992), com modificações. Inicialmente foi pesado em bécker de 100 mL um grama da amostra, adicionou-se 10 mL de acetona a 80%, agitou-se por três minutos (mini flexVortex). Em seguida, a mistura foi filtrada para outro becker com auxílio do funil de vidro e papel filtro. Após isso, o filtrado foi transferido para a cubeta de vidro de 10 mm e realizou-se a leitura em espectrofotômetro (Spectrum, SP-1105). A leitura foi realizada em comprimentos de ondas diferentes (470, 645 e 662 nm). A determinação do teor de carotenoides totais foi de acordo com as Equações 10, 11 e 12 e expresso em $\mu\text{g/g}$.

$$Ca \left(\frac{\mu\text{g}}{\text{mL}} \right) = 11,24A_{662} - 2,04A_{645} \quad \text{Equação 10}$$

$$Cb \left(\frac{\mu\text{g}}{\text{mL}} \right) = 20,13A_{645} - 4,19A_{662} \quad \text{Equação 11}$$

$$C_{(x+c)} \left(\frac{\mu\text{g}}{\text{mL}} \right) = (1000A_{470} - 1,90Ca - 63,14Cb)/214 \quad \text{Equação 12}$$

4.7. Análise estatística

Neste estudo, todas as análises foram realizadas pelo menos em triplicata. Os resultados foram apresentados como média \pm desvio padrão. Para comparação das médias foi realizada análise de variância (ANOVA) e o teste de Tukey, com auxílio do software Statistica ®7.0. O nível de significância considerado para a diferença entre as médias foi de 5% ($p < 0,05$).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Rendimento e Análises físico-químicas

Os parâmetros de rendimento e as análises físico-químicas das farinhas de batata-doce das variedades Nova Italiana (FNI) e biofortificada BRS Amélia (FB) são apresentados na Tabela 2. A farinha de batata-doce biofortificada BRS Amélia obteve maior rendimento (19,23%) que a da Nova Italiana (16,68%). Valores similares foram encontrados por Araújo et al. (2015), avaliando farinha de batata-doce (18,43%) da variedade Rubissol. Diversos fatores podem influenciar no rendimento, como os genótipos, solo e tipo de adubação.

Tabela 2. Dados de rendimento e físico-químicos das farinhas de batata-doce das variedades, Nova Italiana e biofortificada BRS Amélia.

Farinha	Rendimento (%)	Umidade (%)	Cinzas (%)	Acidez (%)	pH
FNI	16,68±0,51 ^b	6,61±0,25 ^a	1,90±0,05 ^a	6,92±0,02 ^a	6,20±0,01 ^b
FB	19,23±1,10 ^a	4,93±0,15 ^b	1,54±0,5 ^b	3,48±0,00 ^b	6,32±0,02 ^a

Os resultados são apresentados como média ± desvio padrão. Os resultados na mesma coluna seguidos por diferentes letras (a e b) são significativamente diferentes pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Onde: FNI – farinha de batata-doce Nova Italiana; FB – farinha de batata-doce biofortificada.

A umidade refere-se à quantidade de água existente no alimento (IAL, 2008). Dentre as variedades de farinha de batata-doce a que obteve o menor teor de umidade foi a FB (4,93%) diferindo estatisticamente ($p < 0,05$) da FNI (6,61%), os valores do presente trabalho são superiores ao encontrado por Daron et al. (2017) em farinha de batata-doce biofortificada BRS Amélia (3,68%). No entanto, os resultados contidos na Tabela 2 são menores que os da farinha de mandioca (8,3%), disponibilizado na Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO, 2011). Apesar dos resultados encontrados (Tabela 2), percebe-se que ambas as farinhas apresentam umidade ideal, uma vez que Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) N° 711 de julho de 2022, orienta que o teor de umidade máximo para farinhas é de 15% (BRASIL, 2022).

O teor de cinzas retrata a composição inorgânica existente em uma amostra, mas não é ao todo, pois alguns sais podem ser diminuídos ou ser volatilizados no aquecimento a 550 °C (IAL, 2008). Os teores de cinzas das farinhas (Tabela 2) diferiram entre si ($p < 0,05$), onde a FNI (1,90%) obteve maior teor que a FB (1,54%). Valores superiores foram encontrados por Nascimento et al. (2013) em fécula de batata-doce biofortificada

(2,88%). Porém, esses dados superam os da farinha de mandioca (1,0%) indicados pela Taco (2011). A variação na composição de cinzas pode ser influenciada pelo tipo de solo, a adubação utilizada, a variedade, o período de cultivo e colheita (AZEVEDO et al., 2020).

A acidez é um parâmetro importante que contribui para realçar o sabor do alimento (FIB, 2023). A Tabela 2 mostra que a FB (3,48%) apresentou menor acidez ($p < 0,05$) que a FNI (6,92%). Jaime et al. (2020) encontraram dados de acidez bem menor (1,91%) que as do presente trabalho em farinhas de batata-doce biofortificada. Os autores reforçam que um alimento com baixa acidez, geralmente é mais apreciado pelo público. Uma acidez alta pode ser resultado de inconformidade no armazenamento (SILVA et al., 2015).

O potencial hidrogeniônico é o inverso da acidez, como esperado a farinha da batata-doce Nova Italiana (6,20) apresentou menor pH ($p < 0,05$) que a farinha da batata-doce biofortificada BRS Amélia (6,32). Valor similar aos da Tabela 2 foi encontrado por Daron et al. (2017) em farinha de batata-doce BRS Amélia (5,79).

5.2. Propriedades tecnológicas e parâmetros de cor

Os dados das propriedades tecnológicas são apresentados na Tabela 3. Não houve diferença ($p > 0,05$) para quase todas as propriedades tecnológicas analisadas, a exceção foi o IAO, em que a FNI foi superior. O índice de absorção em água reflete a quantidade de água que foi absorvida pela farinha, essa propriedade é importante na elaboração de sopas, mingaus e pudins instantâneos (ANDERSON et al., 1969; TORRES et al., 2005). Os valores encontrados para o IAA para as duas variedades de farinhas de batata-doce ($p > 0,05$) superaram os de Souza et al. (2020), em farinha de batata-doce biofortificada (3,7 g/100 g).

Tabela 3. Propriedades tecnológicas das farinhas de batata-doce das variedades Nova Italiana e biofortificada BRS Amélia.

Farinha	IAA (g/g)	IAL (g/g)	IAO (g/g)	ISA (%)	Higroscopicidade (%)
FNI	6,06±0,03 ^a	5,54±0,07 ^a	1,81±0,02 ^a	14,46±0,31 ^a	10,72±0,17 ^a
FB	6,12±0,27 ^a	5,40±0,25 ^a	1,77±0,02 ^b	14,59±0,83 ^a	11,11±0,33 ^a

Os resultados são apresentados como média ± desvio padrão. Os resultados na mesma coluna seguidos por diferentes letras (a e b) são significativamente diferentes pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Onde: Índice de absorção em água (IAA), índice de absorção em leite (IAL), índice de absorção em óleo (IAO) e índice de solubilidade em água (ISA). Onde: FNI – farinha de batata-doce Nova Italiana; FB – farinha de batata-doce biofortificada.

O índice de absorção em leite é uma propriedade que tem importância, quando se quer elaborar produto com adição do leite, como cereais matinais e outros produtos que necessitam do leite como solvente, por exemplo, alimentos instantâneos para crianças, sobremesas lácteas, requeijão e doces (BECKER, 2010). O IAL (Tabela 3) das farinhas ($p > 0,05$) foi maior que o determinado por Souza et al. (2020) para farinha de batata-doce Biofortificada (4,02 g/100 g).

O IAO caracteriza-se por ser uma propriedade que dá consistência e viscosidade, aperfeiçoando a textura e dando facilidade na elaboração de alimentos como massas e produtos de panificação (RODRIGUEZ-AMBRIZ et al., 2005). Dentre as variedades de farinhas (Tabela 3), a FNI (1,81 g/g) apresentou melhor absorção que a FB (1,77 g/g). Valores superiores aos obtidos por Souza et al. (2020) em farinha de batata-doce biofortificada (2,9 g/100 g).

Não houve diferença estatística ($p > 0,05$) entre as farinhas para o ISA, propriedade muito importante quando se utiliza a água como solvente na elaboração de outros alimentos. Os valores do presente trabalho (Tabela 3) foram relativamente inferiores aos de Stefanello et al. (2022) em farinha de batata-doce biofortificada (18,08%).

A higroscopicidade das farinhas de batata-doce (Tabela 3) não diferiu estatisticamente entre si ($p > 0,05$). Os resultados encontrados no presente trabalho foram superiores ao de Silva et al. (2013) em farinha de tapioca não escaldada (0,56%). Esse resultado apresentado para a FNI e FB, as classificam como ligeiramente higroscópicas (GEA NIRO, 2005), necessitando maior atenção na escolha da embalagem e condições de armazenamento.

Os parâmetros de cor (L , a^* e b^*) para as farinhas de batata-doce são apresentados na Tabela 4. O parâmetro L^* simboliza a luminosidade, que relaciona a habilidade de transmitir luz, variando de zero (preto) a 100 (branco) (VICENTINI-POLETTE et al., 2018). De acordo com a Tabela 4, houve diferença estatística ($p < 0,05$) entre as variedades de farinha, sendo a FB apresentando maior luminosidade (66,85) que a FNI (58,25). Um resultado curioso, uma vez que a batata-doce Nova Italiana apresenta casca e polpa esbranquiçada, e apresentou menor luminosidade, porém isso pode ter ocorrido pois ela foi produzida com casca, além do mais a própria temperatura de secagem é um parâmetro que influencia no processo de escurecimento dos vegetais desidratados (JORDAN et al., 2020). No entanto, os valores encontrados neste trabalho foram próximos ao de Jaime et al. (2020) em farinha de batata-doce biofortificada (70,32).

Tabela 4. Parâmetros de cor (L, a* e b*) das farinhas de batata-doce das variedades Nova Italiana e biofortificada BRS Amélia.

Farinha	L	a*	b*
FNI	58,25±2,50 ^b	-0,27±0,06 ^b	10,35±0,07 ^b
FB	66,85±0,77 ^a	7,93±0,83 ^a	32,17±0,78 ^a

Os resultados são apresentados como média ± desvio padrão. Resultados na mesma coluna seguidos por diferentes letras (a e b) são significativamente diferentes pelo teste de Tukey (p < 0,05). Legenda: L*: brilho/escurecimento (0: preto e 100: branco), a*: verde (-a*) /vermelho (+ a*) coordenadas; b*: coordenadas azuis (-b*) /amarelas (+b*). Onde: FNI – farinha de batata-doce Nova Italiana; FB – farinha de batata-doce biofortificada.

Os valores encontrados para parâmetro a* que simboliza a alternância das cores verde (-a*) e vermelho (+a*) indicam que a farinha da batata-doce biofortificada BRS Amélia contém predominância para a cor vermelha, o que já era esperado, uma vez que sua polpa tende ao alaranjado (Figura 3). O parâmetro b* que varia do azul (-b*) ao amarelo (+b*) mostrou que a farinha biofortificada BRS Amélia apresenta a maior predominância para o amarelo. Jaime et al. (2020) obtiveram maiores valores para a intensidade vermelho (+a*) e valor similar para o amarelo (+b*), (20,29 e 31,15, respectivamente) em farinha de batata-doce biofortificada.

5.3. Dados dos compostos bioativos

Os dados dos compostos bioativos das farinhas de batata-doce estão presentes na Tabela 5. O teor de vitamina C da FNI (87,58 mg/100 g) não diferiu estatisticamente (p>0,05) da FB (87,61 mg/100 g). O resultado apresentado (Tabela 5) superou os encontrados por Rosa et al. (2020) analisando farinhas de quatro cultivares de batata-doce: Amélia (4,79 mg/100 g), cuia (2,42 mg/100 g), Rubissol (2,33 mg/100 g) Beaugard (5,98 mg/100 g). Esse resultado mostra o potencial vitamínico das farinhas produzidas.

Tabela 5. Compostos bioativos das farinhas de batata-doce das variedades Nova Italiana e biofortificada BRS Amélia.

Farinha	Vitamina C (mg/100 g)	Carotenoides totais (µg/g)
FNI	87,58±0,28 ^a	1,46±0,13 ^b
FB	87,61±0,24 ^a	19,37±0,41 ^a

Os resultados são apresentados como média ± desvio padrão. Os resultados na mesma coluna seguidos por diferentes letras (a e b) são significativamente diferentes pelo teste de Tukey (p < 0,05). Onde: FNI – farinha de batata-doce Nova Italiana; FB – farinha de batata-doce biofortificada.

Quanto ao teor de carotenoides totais das farinhas de batata-doce, já era esperado que a biofortificada BRS Amélia (19,37 $\mu\text{g/g}$) apresentasse maior concentração que a farinha da Nova Italiana (1,46 $\mu\text{g/g}$), uma vez que sua cor é um indicativo desse composto (Figura 4). Os dados encontrados foram inferiores aos de Stefanello et al. (2022) em farinha de batata-doce Beauregard (131,6 $\mu\text{g/g}$) seca em estufa e ao encontrado por Cornejo et al. (2011) em farinha de batata-doce da polpa alaranjada (120,06 $\mu\text{g/g}$). Essa diferença nos resultados apresentados pode estar relacionada a diversos fatores, dentre eles: características genotípicas, condições climáticas, tipo de manejo, período de colheita, metodologia de extração, entre outros. Quanto maior a concentração dos carotenoides maior a tendência para a cor alaranjada. Esse composto é excelente bioativo que ajuda a reduzir os processos oxidativos do organismo, e está relacionado com a pró vitamina A (JAIME et al., 2020).

6. CONCLUSÃO

De acordo com os resultados encontrados neste trabalho, pode-se observar que as variedades de batata-doce Nova Italiana e biofortificada BRS Amélia podem ser utilizadas para obtenção de farinhas. Pois, de acordo com o rendimento e as análises físico-químicas, as farinhas apresentam o rendimento esperado para a espécie e boas características para a conservação, como estabilidade microbiológica devido à baixa umidade. As propriedades tecnológicas mostram valores que garantem a qualidade do produto e o potencial de utilização na elaboração de outros alimentos, apesar de serem ligeiramente higroscópicas. Quanto a luminosidade percebe-se que as farinhas exibem características diferentes. Já de acordo com os parâmetros a^* e b^* a farinha biofortificada BRS Amélia variou entre o amarelo e vermelho, respectivamente. A avaliação do teor de vitamina C mostrou que ambas as farinhas apresentam teor relevante, enquanto que para o teor de carotenoides a da biofortificada BRS Amélia se destacou. Logo, as farinhas elaboradas a partir das batatas-doces Nova Italiana e biofortificada BRS Amélia apresentam potencial para serem utilizadas como ingredientes em outras matrizes alimentares.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AJAP, A. DOS J. A. DE P. **Manual Boas Práticas para Culturas Emergentes. A cultura da batata-doce.** Lisboa: [s.n.]. 2017.

ALAM, M. K. A comprehensive review of sweet potato (*Ipomoea batatas* [L.] Lam): Revisiting the associated health benefits. **Trends in Food Science and Technology**, v. 115, n. July, p. 512–529, 2021.

ALAM, M. K. et al. Minerals, vitamin C, and effect of thermal processing on carotenoids composition in nine varieties orange-fleshed sweet potato (*Ipomoea batatas* L.). **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 92, n. April, p. 103582, 2020.

AMARO, G. B. et al. Desempenho de cultivares de batata-doce para rendimento e qualidade de raízes em Sergipe, Brasil. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 14, n. 1, p. 1-6, 2019.

ANDERSON, R. A., CONWAY, V. F. P. & GRIFFIN, E. L. (1969) Gelatinization of corn grits by roll-and extrusion-cooking. **Cereal Science Today**, (14) 1, 4-7. 1969.

ARAÚJO, C. S. P. *et al.* Desidratação de batata-doce para fabricação de farinha; **agropecuária Científica no Semiárido**, Campina Grande, v. 11, n. 4, p. 33-41, 2015.

AZEVEDO, N. C. et al. Desenvolvimento De Formulações De Bolo a Base De Farinha De Batata-Doce Biofortificada. **Tecnologia de Alimentos: Tópicos Físicos, Químicos e Biológicos - Volume 3**, p. 151–169, 2020.

BASÍLIO, L. S. P. et al. Pluralidade Da Batata-Doce Do Campo À Mesa: Uma Revisão Narrativa. **Open Science Research**, v. 1, p. 174–190, 2022.

BECKER, F. S. Caracterização de farinhas cruas e extrusadas obtidas a partir de grãos quebrados de diferentes genótipos de arroz. 2010. 83f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Goiás.

BENAMOUN, L.; LI, J. Processo de secagem de alimentos: aspectos fundamentais e modelagem matemática. In: Aromatizantes naturais e artificiais e corantes alimentícios. **Imprensa Acadêmica**, 2018. p. 29-82.

BEZERRA, J. R. M. V. et al. Processing of cereal bars with added sweet potato flour (*Ipomea batatas* L.). **Ambiência**, v. 11, n. 1, p. 65–73, 2015.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. RDC n° 711, de 1° de junho de 2022. Dispõe sobre os requisitos sanitários dos amidos, biscoitos, cereais integrais, cereais processados, farelos, farinhas, farinhas integrais, massas alimentícias e pães. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 1 jul. 2022. Seção 1, p. 183.

BRUNI, A. R. DA S. et al. Desenvolvimento E Análise Sensorial De Pão De Queijo Com Adição De Farinha De Batata-Doce. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 8, p. 58391–58391, 2020.

CAMARGO, V. C. S. **Avaliação in vivo de retinol em produtos (farinha e bolo sem glúten) oriundos de batata-doce (*Ipomoea batatas*) cultivar Beauregard biofortificada com carotenoides.** 2018. 173p.

CARVALHO, J. L. V. DE; RODRIGUES, P. S. M. Caso 4. El caso BRS Amélia, un camote contra la malnutrición en el sur de Brasil. In: **Alimentos con atributos funcionales del monte latinoamericano.** Washington: FONTAGRO, 2020. p. 50–58.

CASTRO-MENDOZA, M. P. et al. Sweet potato color variety and flour production drying method determine bioactive compound content and functional properties of flour. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 46, n. 10, p. 1–9, 2022.

CAVALCANTE, M. L.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Carotenoid Composition of the Tropical Fruits Eugenia Uniflora and Malpighia Glabra. **Food Science and Human Nutrition**, p. 643–650, 1992.

CELESTINO, S. M. C. (2010). Princípios de Secagem de Alimentos [Principles of Food Drying]. Planaltina, DF: **Embrapa Cerrados**. p. 51.

CEREDA, M. P.; CATÂNEO, A. Avaliação de parâmetros de qualidade da fécula fermentada de mandioca. **Revista Brasileira de Mandioca**, Cruz das Almas, v. 5, n. 2, p. 5562, 1986.

CORNEJO, F. E. P. *et al.* Desenvolvimento de um equipamento para a secagem de batata-doce com elevada concentração de beta-caroteno. In: IV REUNIAO DE BIOFORTIFICACAO - Anais, Teresina, 2011. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/916070/desenvolvimento-de-um-equipamento-para-a-secagem-de-batata-doce-com-elevada-concentracao-de-beta-caroteno>.

DARON, T. C.; HOJO, E. T. D.; SILVA, S. Z. da. Caracterização físico-química da farinha biofortificada de diferentes cultivares de batata-doce em Cascavel, Paraná. *Revista Cultivando o Saber, Cascavel*, v. 12, p. 11-20, 2017. de alimentos. 4. ed. (1. ed. digital), 2008. 1020 p. Disponível em: <http://www.ial.sp.gov.br/resources/editorinplace>

DIAS, C. T. et al. **Panorama sobre a farinha de batata-doce.** International Symposium on Technological Innovation. **Anais...**Aracaju/SE: 2018.

ECONODATA, cooperafes, Moita Bonita. Disponível em: <https://www.econodata.com.br/consulta-empresa/09460210000137-cooperativa-de-producao-da-agricultura-familiar-e-economia-solidaria-do-municipio-de-moita-bonita-sergipe>. Acesso em: março de 2024.

FAO. Sweet Potato. Data. 2021. Disponível em: <https://www.fao.org/faostat/em/#data/QCL>. Acesso em: 15 de agosto de 2023.

FERNANDES, A. M. et al. Sistemas de produção de batata-doce. **Sistemas de produção Embrapa**, v. 9, p. 1–66, 2021.

FERNANDES, et al. **Biofortificação: batata-doce Beauregard.** Embrapa Brasília, 2014. 30p.

FERREIRA, et al., M. E.; LIMA, M. A.; SÁNCHEZ, C. A Planta da batata-doce. In: **Batata-doce. Manual de boas práticas agrícolas**. Oeiras: Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária (INIAV), 2021. p. 25–35.

FIB, F. I. B. Alimentos desidratados. **Dossiê Alimentos Desidratados**, v. 26, p. 58–73, 2013.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo Manual de Olericultura: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3. ed. Viçosa: 2008. UFV. cap. 21. p. 371-377.

FRANCO, V. A. et al. Propriedades reológicas e composição proximal da farinha de arroz e farinha de batata-doce. **Científic@ - Multidisciplinary Journal**, v. 5, n. 3, p. 113–124, 2018.

FIB, a acidez nos alimentos food ingredients Brasil, 2023 disponível em: <https://revista-fi.com/artigos/todos/a-acidez-nos-alimentos>.

GALERIANE et al. Batata-doce, uma revisão com ênfase na dinâmica do nitrogênio, **Revista Tocantinenses de Geografia**, v. 09, n. 19, p. 206 – 230, 2020.

GEA Niro method. A14 a rivised: sptember 2005, engeneerig for a better world.
IAL. **Instituto Adolfo Lutz. Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4. ed. São Paulo: [s.n.].2008

IBGE - **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. SIDRA. Produção Agrícola Municipal. Tabela 1612 - Área plantada, área colhida, quantidade produzida, rendimento médio e valor da produção das lavouras temporárias (notas). Rio de Janeiro, 2017.

IBGE - **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. SIDRA. Produção Agrícola Municipal: Tabela 1612 - Área plantada, área colhida, quantidade produzida e valor da produção da lavoura temporária. Rio de Janeiro, 2020.

JAIME et al. Obtenção de farinha de batata-doce biofortificada; **Brazilian Journal of Development**; 2020.

JORDAN, R. A. et al. Cinética de secagem de tomate em secador convencional e bomba de calor. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 9, p. e810998024, 2020.

JU, D.; MU, T. HUA; SUN, H. NAN. Sweet potato and potato residual flours as potential nutritional and healthy food material. **Journal of Integrative Agriculture**, v. 16, n. 11, p. 2632–2645, 2017.

LAFIA, A. T. et al. Composição Nutricional De Biscoitos Biofortificados Com Farinha De Batata-Doce / Nutritional Composition of Biofortified Cookies With Sweet Potato Flour. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 9, p. 66846–66861, 2020.

LEONARDI et al., métodos de conservação de alimentos, **Revista Saúde em Foco – Edição nº 10 – Ano: 2018**.

LIMA, M.; FERREIRA, M.; SÁNCHEZ, C. Batata-doce. **Revista de Ciência Elementar**, v. 11, n. 2, p. 1–5, 30 jun. 2023.

LÓPEZ-MARCOS, M. C. et al. Properties of Dietary Fibers from Agroindustrial Coproducts as Source for Fiber-Enriched Foods. **Food and Bioprocess Technology**, v. 8, n. 12, p. 2400–2408, 2015.

MAPA, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 2021. Registro Nacional de cultivares – RNC. Disponível em: http://sistemas.agricultura.gov.br/snpc/cultivarweb/cultivares_registradas.php. Acesso em: 04 de setembro de 2023.

MARTINS, F. P. et al. Secagem: uma revisão. **The Journal of Engineering and Exact Sciences**, v. 6, n. 4, p. 0600-0607, 2020.

NASCIMENTO et al, compostos fenólicos, atividade antioxidante e carotenóides totais de fécula batata doce cv cenoura (*Ipomoea batatas* L.) orgânica. **Higiene Alimentar**, v.27, n. 218/219, março/abril, 2013.

NASCIMENTO, K. O. et al. Caracterização química e nutricional de fécula de batata-doce (*Ipomoea batatas* L.) orgânica e biofortificada. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, Mossoro – RN, v. 8, n. 1, p. 132 - 138, 2013. Disponível em: <https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/1774>.

NEUNFELD, T. H. et al. Características físico-químicas e compostos bioativos de acessos de batata-doce na região centro-sul do Paraná. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 25, p. e2020268, 2022.

NEUNFELD, T. H. **Produtividade e qualidade de acessos de batata-doce**. 2019.115f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, 2019.

OLATUNDE, G. O. et al. Quality attributes of sweet potato flour as influenced by variety, pretreatment and drying method. **Food Science and Nutrition**, v. 4, n. 4, p. 623–635, 2015.

OLIVEIRA et al. Modelagem e propriedades termodinâmicas na secagem de morangos, **Brasiliian Jornal of Food Technology**, Campinas, v. 18, n. 4, p. 314-321, out./dez. 2015.

QUARTAROLLI et al. Overcoming lithium analysis difficulties with a simple colorimetric/spectrophotometric method; received 2nd June 2021.

REMONATO, J. et al. Qualidade de macarrão tipo talharim elaborado com farinha de batatadoce Beaugard. **Agropecuária Técnica**, v. 38, n. 2, p. 91, 2017.

RODRÍGUEZ-AMBRIZ, S. L. Martínez-Hernández, G. González, J. E. C. & Trujillo, J. P. P. (2005) Composition and functional properties of *Lupinus campestris* protein isolates. *Plants Foods for Human Nutrition*, (60), 99-107.

ROSA et al. **avaliação da qualidade de farinha produzidas a partir de diferentes cultivares de batata doce**, XXVIII Seminário de Iniciação Científica Unijui 2020.

SÁNCHEZ, C.; SANTOS, M.; VASLIENKO, P. Batata-doce branca, roxa ou alaranjada? Avaliação qualitativa e nutricional. **Vida Rural**, p. 30–32, 2019.

SILVA et al. obtenção da farinha de tapioca: parte 1 – avaliação do processo, b. ceppa, Curitiba, v. 31, n. 1, p. 13-24, jan./jun. 2013.

SILVA et al. Análise de diferentes marcas de farinha de trigo: teor de acidez, cor e cinzas. **Revista Brasileira de agrotecnologia**, (BRASIL) ISSN: 2317-3114 v.5, n.1 (2015).

SILVA, F. S. DA et al. Efeito do processamento na composição centesimal e de bioativos de batata-doce ‘Beauregard’ e de seus derivados. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 39, n. 3, p. 26960, 2022.

SILVA, J. R. B. DA et al. Cinética de secagem da Berinjela (*Solanum Melongena* L.) em estufa. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 4, p. e34111427319, 2022b.

SOUZA et al. Caracterização físico-química e tecnológica de farinha de batata-doce biofortificada seca em diferentes temperaturas. *Research, Society and Development*, v. 9, n. 11, e63391110386, 2020 (CC BY 4.0) | ISSN 2525-3409 | DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i11.10386>.

SOUZA et al. Ingredientes substitutos de cereais fontes de glúten: uma revisão narrativa da literatura. *Artigos de Revisão*, **Segur. Aliment. Nutr.**, Campinas, v. 30, p. 1-12. E023010. 2023.

SOUZA, V. B. et al. Effect of spray drying on the physicochemical properties and color stability of the powdered pigment obtained from vinification byproducts of the Bordo grape (*Vitis labrusca*). **Food and Bioproducts Processing**, v. 93, n. November, p. 39–50, 2015.

STEFANELLO et al. Caracterização físico-química de farinha de batata-doce biofortificada cultivar ‘beauregard’ obtida por secagem em estufa e por atomização, v. 07 / 2022 issn 2359-2664 doi 10.26669/2359-2664.2022.338.

TACO. **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos**. 4. Ed. Ver ed. Campinas: TACO/NEPA, 2011.

TORRES, L. L. G. El-Dash, A. A. Carvalho, C. W. P. Ascheri, J. L. R. Germani R, & Miguez, M. (2005) Efeito da umidade e da temperatura no processamento de farinha de banana verde (*Musa acuminata*, Grupo AAA) **por extrusão termoplástica** **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, (23)2, 273-290.

TRUONG, V. D. et al. Sweetpotato production, processing, and nutritional quality. **Handbook of Vegetables and Vegetable Processing: Second Edition**, v. 2–2, p. 811–838, 2018.

VICENTINI-POLETTE, C. M. et al. Avaliação das características físico-químicas e aceitação da alface crocanta produzida em sistema hidropônico na cidade de Araras, São Paulo. **DEMETRA: Alimentação, Nutrição & Saúde**, v. 13, n. 3, p. 663–673, 2018.

WANG, S.; NIE, S.; ZHU, F. Chemical constituents and health effects of sweet potato. **Food Research International**, v. 89, p. 90–116, 2016.