



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA
MESTRADO EM FITOTECNIA

EWERTON DA SILVA BARBOSA

**Uso de atmosfera modificada associado à refrigeração para batata-doce
colorida biofortificada**

MOSSORÓ

2023

EWERTON DA SILVA BARBOSA

Uso de atmosfera modificada associado à refrigeração para batata-doce colorida biofortificada

Dissertação apresentada ao Mestrado em Fitotecnia do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia da Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Mestre em Fitotecnia.

Linha de Pesquisa: Práticas Culturais

Orientador:

Aurélio Paes Barros Júnior, Prof. Dr.

Coorientador:

Adriano do Nascimento Simões, Prof. Dr.

MOSSORÓ

2023

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei n° 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei n° 9.610/1998. O conteúdo desta obra tornar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

d228u da Silva Barbosa , Ewerton .
Uso de atmosfera modificada associado à
refrigeração para batata-doce colorida
biofortificada / Ewerton da Silva Barbosa . -
2023.
46 f. : il.

Orientador: Aurélio paes barros júnior .
Coorientador: Adriano do nascimento simões.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Programa de Pós-graduação em
Ambiente, Tecnologia e Sociedade, 2023.

1. Ipomoea batata . 2. biofortificação. 3.
exportação. 4. internacional.. I. paes barros
júnior , Aurélio , orient. II. do nascimento
simões, Adriano , co-orient. III. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade
com AACR2 e os dados fornecidos pelo autor(a).
Biblioteca Campus Mossoró / Setor de Informação e Referência
Bibliotecária: Keina Cristina Santos Sousa e Silva
CRB: 15/120

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da Instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

Uso de atmosfera modificada associado à refrigeração para batata-doce colorida biofortificada

Dissertação apresentada ao Mestrado em Fitotecnia do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia da Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Mestre em Fitotecnia.

Linha de Pesquisa: Práticas Culturais

Defendida em:

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Sc. Aurélio Paes Barros Júnior (UFERSA)
Presidente

Prof. Dr. Sc. Adriano do Nascimento Simões (UFRPE)
Membro Examinador

Dr. Fred Augusto Lourêdo de Brito (UFRPE)
Membro Examinador

Dr. Sc. Flávio Pereira da Mota Silveira (UFRN)
Membro Examinador

Dr. Sc. João Everthon da Silva Ribeiro (UFERSA)
Membro Examinador

A Deus, que Segurou minha mão, me Guiou e me deu forças nos momentos mais difíceis durante toda essa caminhada. Aos meus amados pais, grandes companheiros de vida, que juntos não medem esforços para fazerem acontecer realizações em minha vida, Ademar Barbosa de Freitas Oliveira e Ednalva Vicente da Silva, por todo apoio e incentivo desde o início da minha caminhada até hoje, sei que meus sonhos, são os seus sonhos. Obrigado por abraçarem eles junto comigo. Amo vocês!

DEDICO

“Que os vossos esforços desafiem as impossibilidades, lembrai-vos de que as grandes coisas do homem foram conquistadas do que parecia impossível.”

Charlie Chaplin

AGRADECIMENTOS

Primeiramente quero começar agradecendo a Deus, pois sempre abriu os meus caminhos quando eu acreditava que eles estavam se fechando, por me dar força e fé, para que eu chegasse até esta realização!

Quero começar agradecendo aqueles que sempre estão comigo em todos os momentos da minha vida, minha família, em especial, meus pais Ademar Barbosa de Freitas Oliveira, Ednalva Vicente da Silva e meu irmão Evandro da Silva Barbosa.

Em seguida queria agradecer aos meus amigos e companheiros que sempre estão na torcida pelo meu sucesso, Edmilson Gomes, Jessica Nobrega e Tatiane Alves.

Aos amigos Joan Carlos e Wedson Aleff, obrigado pela paciência e acolhimento.

À Universidade Federal Rural do Semi-árido- UFRSA, por todo o conhecimento obtido e por todo apoio a me dado para o desenvolvimento da pesquisa. Assim como ao Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia (PGPF), pela oportunidade de realização do curso de mestrado.

A Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UFRPE/UAST) e ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal (PGPV) pela oportunidade de realizar o experimento, disponibilização de laboratórios e equipamentos para realização, de parte das análises do presente trabalho;

Ao grupo de Estudos e Pesquisa em Produção Agrícola e Recursos Genéticos Vegetais (GEPPARG), nas pessoas de Welder, Gisele, Ana, Pablo Henrique, Ester Santos por toda amizade e apoio durante o período em que estive presente na Universidade. Em especial ao meu amigo e companheiro de pesquisa Pablo Costa, por toda paciência e parceria durante o desenvolvimento da pesquisa, o qual não mediu esforços para me ajudar.

Ao Grupo de Pesquisa, Núcleo de Estudos em Fisiologia Pós-colheita de frutos e hortaliças e flores (NEFP) no qual tive o privilégio de conhecer pessoas que acompanharam e me apoiaram na realização das atividades desta pesquisa, nas pessoas de Ariel, Valécia, Brenna, Lucio, Jucivania, Lucas, Aline. Em especial ao meu amigo Fred Brito, que me deu total apoio, não medindo esforços para que esse trabalho se desenvolvesse da melhor maneira possível, se dedicando a solucionar imprevistos, os quais iam aparecendo ao longo da pesquisa.

Ao Prof. Dr. Aurélio Paes Barros Júnior e Adriano do Nascimento Simões, pelas orientações e todas as oportunidades.

Obrigado a todos que contribuíram direta e indiretamente para a construção desta obra, e a todos que torceram por mim. Muito obrigado!

RESUMO

BARBOSA, E. S. **Uso de atmosfera modificada associado à refrigeração para batata-doce (*Ipomoea batata*) colorida biofortificadas 2023...** Dissertação (Mestrado em Agronomia: Fitotecnia) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN, 2023.

Há um grande apelo de mercado internacional por batata-doce de polpa laranja. E com isso um grande desafio é conseguir um tempo de prateleira maior para esse material, que viabilize sua exportação e tempo de prateleira. Sendo assim, objetivou-se prolongar a conservação de batata-doce colorida com o uso de atmosfera modificada associado à conservação com destinos à mercados mais distantes. As cultivares, Amélia e Beauregard foram colhidas, selecionadas, lavadas, embaladas e mantidas a 8°C por 14 dias (simulando uma refrigeração em contêineres marítimos). Os controles corresponderam a batata-doce não embaladas. Após esses 14 dias, as batatas foram transferidas para condições de temperatura ambiente, mantidas em aproximadamente 21°C (simulando gôndolas de supermercados). O delineamento estatístico adotado foi o inteiramente casualizado, arranjo fatorial 4x7, sendo 4 tipos de tratamentos, (Amélia com embalagem e Amélia sem embalagem, Beauregard com embalagem e Beauregard sem embalagem), seguidos de (7 períodos de armazenamento), totalizando 28 tratamentos com quatro repetições, cada unidade experimental foi composta por uma embalagem contendo 500 gramas de raízes. Os resultados foram submetidos ao teste Tukey a 5% de probabilidade. Foram avaliadas as seguintes variáveis, avaliação visual, cor, avaliação de firmeza, perda de massa fresca, vitamina c e compostos fenólicos totais, capacidade antioxidante DPPH e FRAP e teor de amido. Quando cruas a variedade Amélia e Beauregard apresentaram maior firmeza por apresentaram mais perda de massa, o cozimento resultou diretamente na perda da firmeza, independentemente da embalagem utilizada. A perda de massa foi menor para ambas as variedades quando as embalagens foram utilizadas por 14 dias em ambiente refrigerado e 23 dias em temperatura ambiente. O teor de amido não diferiu significativamente entre os tratamentos testados (variedades Amélia e Beauregard, com ou sem o uso da embalagem), sendo apenas 17% menor na variedade Beauregard e embalagem em relação aos demais tratamentos aos 17 dias armazenados a 25°C. Ao final dos 23 dias, as batatas embaladas continham mais amido. O teor de sólidos solúveis da batata Amélia foi superior ao da batata Beauregard em 36,05%, sendo que apenas as batatas embaladas mantiveram essa vantagem nos dias 14 e 17. A atividade antioxidante FRAP, a variedade Amélia se mostrou superior aos 17 e 20 dias de armazenamento, com e sem embalagem. Já para as raízes cozidas maiores atividades antioxidante foi observado com 20 dias de armazenamento em temperatura ambiente. A máxima quantidade de Fenóis Solúveis Totais com as raízes cruas e cozidas foi observada na variedade Amélia. O ácido ascórbico em raízes crus não variou significativamente entre os tratamentos no ambiente refrigerado, mas foi menor aos 17 dias de armazenamento e aumentou continuamente até o 26 dia de armazenamento. Comportamento semelhante foi observado na cocção das raízes. Com base nos resultados aqui encontrados, pode-se notar que A variedade Amélia tem potencial para comercialização, pois possui batatas firmes, doces, com maior cor, compostos fenólicos e atividade antioxidante até 20 dias de armazenamento.

Palavras-chave: *Ipomoea batata*, biofortificação, exportação, internacional.

ABSTRACT

BARBOSA, E. S. **Use of modified atmosphere associated with refrigeration for colored sweet potato (*Ipomoea batata*) colorful biofortified** 2023... Dissertation (Master in Agronomy: Phytotechnics) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN, 2023.

There is great international market appeal for orange-fleshed sweetpotato. And with that, a great challenge is to achieve a longer shelf life for this material, which makes its export and shelf life viable. Therefore, the objective was to extend the conservation of colored sweet potatoes with the use of a modified atmosphere associated with conservation with destinations to more distant markets. The cultivars, Amélia and Beaugard were harvested, selected, washed, packed and kept at 8°C for 14 days (simulating refrigeration in maritime containers). The controls corresponded to unpackaged sweet potatoes. After these 14 days, the potatoes were transferred to room temperature conditions, maintained at approximately 21°C (simulating supermarket shelves). The adopted statistical design was completely randomized, factorial arrangement 4x7, with 4 types of treatments, (Amélia with packaging and Amélia without packaging, Beaugard with packaging and Beaugard without packaging), followed by (7 storage periods), totaling 28 treatments with four replications, each experimental unit consisted of a package containing 500 grams of roots. The results were submitted to the Tukey test at 5% probability. The following variables were evaluated: visual evaluation, color, firmness evaluation, fresh mass loss, vitamin c and total phenolic compounds, DPPH and FRAP antioxidant capacity and starch content. When raw, the Amélia and Beaugard varieties showed greater firmness because they showed more loss of mass, cooking directly resulted in loss of firmness, regardless of the packaging used. Weight loss was lower for both varieties when packages were used for 14 days in a refrigerated environment and 23 days at room temperature. The starch content did not differ significantly between the tested treatments (Amélia and Beaugard varieties, with or without the use of packaging), being only 17% lower in the Beaugard variety and packaging compared to the other treatments at 17 days stored at 25°C. At the end of the 23 days, the packaged potatoes contained more starch. The soluble solids content of the Amélia potato was 36.05% higher than that of the Beaugard potato, and only the packed potatoes maintained this advantage on days 14 and 17. The antioxidant activity FRAP, the Amélia variety was superior at 17 and 20 days of storage, with and without packaging. For cooked roots, however, higher antioxidant activity was observed with 20 days of storage at room temperature. The maximum amount of Total Soluble Phenols with raw and cooked roots was observed in the Amélia variety. Ascorbic acid in raw roots did not vary significantly between treatments in the refrigerated environment, but was lower at 17 days of storage and increased continuously until 26 days of storage. Similar behavior was observed in the cooking of the roots. Based on the results found here, it can be noted that the Amélia variety has potential for commercialization, as it has firm, sweet potatoes, with greater chroma, phenolic compounds and antioxidant activity up to 20 days of storage.

Keywords: *Ipomoea batata*, biofortification, export, international.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Raízes de batata-doce. cv. BRS Amélia. (A), cv. Beauregard (B). Fonte: Ewerton Barbosa, Serra Talhada, 2022.....	20
Figura 2: Fluxograma utilizado para raízes de batata-doce, adaptado de Brito et al. (2013)	20
Figura3: Raízes de batata-doce. cv. BRS Amélia. (A), cv. Beauregard (B). Fonte: Ewerton Barbosa, SerraTalhada, 2022.....	21
Figura 4. Avaliação firmeza, Perda de massa e Análise visual nas variedades Amélia e Beauregard cruas e cozidas (A firmeza crua, B firmeza cozida, C perda de massa e D análise visual, crua e cozida), embaladas e não embaladas,. Mossoró-RN, UFERSA, 2023.....	27
Figura 5. Avaliação da presença de amido, nas variedades Amélia e Beauregard cruas e cozidas (A crua, B cozida), C Sólidos solúveis totais (° Brix) cruas e cozidas, Carboidatos totais, Cruas e cozidas embaladas e não embaladas Mossoró-RN, UFERSA, 2023.....	31
Figura 6. Avaliação da atividade antioxidante do DPPH, nas variedades Amélia e Beauregard (A crua, B cozida), e Avaliação da atividade antioxidante (C cruas, D cozidas), embaladas e não embaladas. Mossoró-RN, UFERSA, 2023.....	33
Figura 7. Avaliação dos Fenóis Solúveis Totais (FST), nas variedades Amélia e Beauregard (A crua, B cozida), e Avaliação da presença de Ácido Ascórbico, vulgarmente conhecido como Vitamina C (C cruas, D cozidas), Avaliação dos Carotenoides totais (E cruas, F cozidas) embaladas e não embaladas. Mossoró-RN, UFERSA, 2023.....	35

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** – Escala Likert com cinco pontos para análise visual de batata-doce cv. Beauregard. com cinco pontos para análise visual de batata-doce. Mossoró- RN. UFERSA.2022.....22
- Tabela 2** – Escala Likert com cinco pontos para análise visual de batata-doce cv. BRS Amélia. com cinco pontos para análise visual de batata-doce. Mossoró- RN. UFERSA.2022.....22
- Tabela 3** – Resultados da Colorimetria obtida para as Variedades Amélia e Beauregard, com e sem embalagem, armazenadas em ambiente refrigerado e em temperatura ambiente. Mossoró- RN. UFERSA.2022.....29

SUMÁRIO

1- INTRODUÇÃO	13
2- REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1 Origem, Importancia econômica, social e Produtividade	14
2.2 Colheita, vida útil e manutenção da qualidade	15
2.3 Conservação pós-colheita de batata-doce	16
2.4 Comercialização e variedades	17
2.5 Dificuldades, estratégias e variedades de batata-doce selecionadas	18
3- MATERIAIS E MÉTODOS	18
3.1 Localização e caracterização da área de cultivo	18
3.2 Cultivares e Delineamento Experimental	19
3.3 Condução do experimento	19
3.4.1 Avaliação visual	21
3.4.2 Cor	23
3.4.3 Avaliação de Firmeza	23
3.4.4 Perda de massa fresca	23
3.4.5 Vitamina C e Compostos Fenólicos Solúveis Totais	24
3.5 Capacidade Antioxidante:	25
3.5.1 Difenil-1-picrilhidrazil – DPPH	25
3.5.2 Potência Antioxidante Redutora Férrica -FRAP	25
3.5.3 Teor de Amido	26
3.5.4 Análises Estatísticas	26
4- RESULTADO E DISCUSSÃO	26
5- CONCLUSÃO	37
6- REFERÊNCIAS	38

1- INTRODUÇÃO

Batata-doce (*Ipomoea batata* (L.) Lam.), é uma planta Convolvulaceae, bastante produzida no Brasil, o país possui aproximadamente 50 tipos de gêneros e mais 1000 tipos de espécies, mas apenas a batata-doce apresenta desempenho econômico. É considerada uma das espécies mais importantes economicamente e de segurança alimentar na região nordeste. Uma das principais culturas tuberosas produzidas em escala mundial, principalmente em regiões tropicais e temperadas da África, América e Ásia. Dados da Organização para a Alimentação e Agricultura (FAO,2019) apontam a China como maior produtor mundial, com 71,7 milhões de toneladas. No ano de 2019, a produção nacional total de batata-doce no Brasil era de 80.512.000 toneladas em 57. 86 hectares plantados (IBGE, 2019). Dados do Instituto de Economia Agrícola (IEA) mostram que o estado de São Paulo produziu 17.959.877 toneladas de batata-doce em 2019, o que representa cerca de 20% da produção nacional (IEA, 2019).

Quanto às qualidades nutricionais da batata-doce, sua raiz tuberosa é rica em amido, fibras, vitaminas e minerais, além de ser uma importante fonte de energia para o corpo humanidade. A batata-doce de polpa colorida, principalmente as variedades de polpa amarela, laranja e roxa, contém compostos bioativos que podem contribuir positivamente para a saúde de seus consumidores (ALAM, 2021). Vale ressaltar que a batata-doce pode ser utilizada em diversos processos industriais, usado principalmente na produção de alimentos como confeitaria, produtos de panificação, amido, conservas fermentadas, bebidas funcionais, bebidas alcoólicas, molho de soja, laticínios, etc. Mas a principal forma de consumo da batata na região é a batata cozida (MU et al., 2017). Diversas instituições ao redor do mundo estão promovendo o consumo de raízes tuberosas de batata-doce por populações com histórico de doenças relacionadas à desnutrição, principalmente em mercados emergentes (LEITE, 2017).

Existem muitas variedades de batata-doce que variam desde a cor da polpa, casca até a forma e tamanho das raízes (EMBRAPA, 2008). Das 24 variedades de batata-doce cultivadas no Brasil, as mais comercializadas são as de polpas brancas e cremosas (DA SILVA et al., 2015). No entanto, variedades de polpas coloridas contêm altos teores de carotenóides (MITRA, 2012; AKHTAR et al., 2013), possuem maior potencial antioxidante e são um possível substituto para suplementos alimentares destinados a complementar a deficiência de vitamina A, de baixo custo e ricos em beta-caroteno em comparação com variedades de polpa branca e polpa creme (ISLAM et al., 2016). Deve-se considerar também que as raízes

produzidas pelas plantas de batata-doce agregam qualidade nutricional e produtividade à agricultura nacional.

A comercialização ocorre principalmente através do comércio varejista de alimentos. Ainda são poucos os procedimentos técnicos pós-colheita aplicados às lavouras para aumentar a vida útil das raízes e melhorar as propriedades físico-químicas do produto final. É necessário identificar os principais problemas relacionados à pós-colheita raízes de batata-doce, buscando uma solução viável minimize os processos de deterioração e aumente o potencial de armazenamento e em processamento. Atualmente vale destacar que algumas variedades vêm se destacando no Brasil. A variedade BRS Amélia por exemplo apresenta raízes ovais longas com casca e polpa de laranja, do qual sua produtividade média é de 32 toneladas por hectare (Castro & Becker, 2011). Outro exemplo é a variedade Bearegard: que possui raízes alongadas e uniformes, do tipo elíptico, com casca vermelho-arroxeadas e superfície lisa, a sua produtividade normal por hectare é 30 toneladas de raízes comerciais em uma densidade de 33.000 plantas. (EMBRAPA, 2021).

Assim é importante se estudar e entender técnicas de conservação, contrapondo o problema de quase não haver tecnologia para exportação e conservação da batata-doce no mercado brasileiro. A hipótese central dessa dissertação é a associação de embalagem e refrigeração por um longo tempo, simulando uma comercialização para mercados mais distantes, mantendo fitoquímicos com importantes potenciais antioxidantes estáveis qualidades e características nutricionais em tecidos de batata crua e cozidas. Portanto, o objetivo deste trabalho foi prolongar a conservação de batata-doce colorida com o uso de atmosfera modificada associado à conservação com destinos à mercados mais exigentes e mais distantes.

2- REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Origem, Importancia econômica, social e Produtividade

A batata-doce é uma planta de fácil cultivo, de ampla adaptação, tem uma alta tolerância à seca e baixo custo de produção. São diversas as hipóteses que foram levantadas sobre a origem geográfica da batata-doce, atualmente já se tem conhecimento, de que a batata-doce é originária da América Tropical. O que se discute é o exato local de origem: se Noroeste da América do Sul (Peru, Colômbia e Equador) ou Sul do México ou, ainda, América Central. Existem referências de sua cultura e utilização por indígenas brasileiros no

século XVI (Leite, 2017). É de grande importância na alimentação humana, principalmente como fonte de energia, vitaminas e minerais. Também é bastante utilizada na alimentação animal, na indústria de combustíveis e de alimentos, tendo assim grande importância econômica e social no mundo (SILVA et al., 2015). O que tornam a batata uma importante cultura de produção agrícola, principalmente para fins de produtores de baixa renda (ISLAM et al., 2016). Comparado aos grãos, produz mais matéria seca, proteína e minerais por unidade de área, é rico em fontes de amido, metabólitos secundários e pequenas moléculas que desempenham um papel importante na saúde humana, podendo funcionar como alimento funcional (OKE et al., 2013).

A China grande produtora mundial, responde por 63,8% da produção mundial de batata-doce, produzindo 72 milhões de toneladas de raízes, com um rendimento médio de 21,4 toneladas por hectare (FAO, 2017). No Brasil, a produção superou 776 mil toneladas, principalmente das regiões Sul (35,7%) e Nordeste (31,1%) do país (IBGE, 2017). Em 2017, a área colhida na região Nordeste foi de 22.555 hectares com produtividade média de 10.713 kg ha⁻¹, inferior à média nacional (14.515 kg ha⁻¹) (IBGE, 2017).

2.2 Colheita, vida útil e manutenção da qualidade

Normalmente, a colheita ocorre entre 120 e 150 dias após o plantio, com as folhas ficando amareladas e a queda subsequente. O melhor período de colheita da variedade depende das condições ambientais de cultivo, preços de mercado e destino final do produto (RESENDE, 2000; SILVA; LOPES; MAGALHAES, 2008). As batata-doces é altamente perecível, pois contem altas taxas de respiração após a colheita, e sofre grandes perdas durante o transporte, armazenamento e vendas (RAY et al., 2010). As cascas finas da batata-doce são facilmente danificadas durante a colheita e manuseio pós-colheita (TORTOE et al., 2010). O armazenamento adequado vai agregar valor de aproximadamente 50% no preço da batata-doce comparando-se com a época da colheita (CIP, 2016). Em temperatura ambiente e alta umidade relativa, se acondicionadas, a batata-doce se conserva por 3 a 4 meses (HALL; DEVERAUS, 2000; VAN OIRSCHOT, 2000).

O aprimoramento que buscam estudar e entender a vida útil pós-colheita de produtos agrícolas é importante para que os produtos cheguem a mercados distantes. Isso é feito por meio da refrigeração em câmaras frigoríficas e o uso de atmosferas modificadas ou controladas. As raízes de batata-doce mantêm sua qualidade por até 100 dias quando armazenadas sem embalagem em câmara fria de 13 a 16°C e 85 a 90% de umidade relativa (SILVA et al., 2002). No entanto, estudos demonstram que algumas temperaturas sejam elas,

muito baixas ou muito altas durante o processo de armazenamento, podem afetar a qualidade e preservação dos produtos pós-colheita (AULAR; NATALE, 2013). Manter a qualidade dos produtos frescos aplicando novas técnicas de preservação moderada, como resfriamento, aquecimento embalagem e uso de atmosferas modificadas, ainda é um desafio. É importante se atender às novas tendências de conservação desses produtos para utilização no mercado global.

2.3 Conservação pós-colheita de batata-doce

Uma estratégia que tem apresentado bastante eficácia em meio a muitas técnicas é usar a embalagem certa para cada produto, que desempenham um papel importante em toda a cadeia de distribuição de alimento, desde os agricultores até a chegada ao consumidor. Além de manter a qualidade e para evitar contaminação após o processamento, a embalagem ainda pode desempenhar um papel fundamental, a preservação do produto (LEON, 1999). A tecnologia para embalar alimentos vem evoluindo muito nas últimas décadas, respondendo à demanda, garantindo a segurança do produto e prolongando a vida útil, buscando uma melhor relação custo-benefício. Respondendo assim questões e necessidades do consumidor. Em atmosfera modificada por exemplo é possível observar que, o teor de oxigênio pode ser reduzido ou pode ser adicionado dióxido de carbono ou nitrogênio, ou mesmo o gás pode ser completamente removido da embalagem. Através do uso desse tipo de embalagem, a taxa de respiração é reduzida e o desenvolvimento de microrganismos é inibido (GAVA, 2008).

A embalagem em atmosfera modificada, compõem-se na substituição do ar, no interior da embalagem, por uma mistura de gases como oxigênio (O_2), dióxido de carbono (CO_2) e nitrogênio (N_2) ao redor do produto. O aumento do prazo comercial deste método de conservação de alimentos deve-se ao efeito inibitório do CO_2 sobre os diferentes tipos microbianos e à redução ou remoção do O_2 do interior da embalagem. O objetivo desse tipo de embalagem, sob atmosfera modificada é diminuir o crescimento dos microrganismos patogênicos e deteriorantes presentes, a partir da diminuição da concentração de O_2 e da aplicação de níveis elevados de CO_2 , que vai agir de forma inibidora ao crescimento bacteriano. Essa modificação da atmosfera no interior da embalagem é determinada pela interação de dois processos: respiração do produto, difusão do gás através do produto. A difusão do gás é afetada pela temperatura, massa e volume do alimento, taxa de respiração e pela permeabilidade da membrana (LEON, 1999).

Um fator de grande importancia para comercialização, armazenamento e manutenção da qualidade das batatas-doces é o armazenamento do produto em um ambiente adequado, o

que vai ajudar assim ao longo do anos, manter a qualidade das raízes e ter a disposição o produto, e conseqüentemente reduzindo doenças e distúrbios fisiológicos (CHAKRABORTY et al., 2017). A batata-doce se submetida a temperatura ambiente a vida pós colheita é curta, entre duas a quatro semanas (SUGRI et al., 2017). Nessas condições, os efeitos envolvendo a respiração, perda de massa, brotação e infecção por patógenos podem se acentuar. Dessa maneira, o armazenamento refrigerado, é uma ferramenta que pode prolongar a vida pós-colheita da cultura (PATHIRANA, 2008; SUGRI et al., 2017).

Combinada com a refrigeração, a atmosfera modificada é cada vez mais utilizada para preservar as características organolépticas de produtos frescos e prolongar sua vida útil. Essas técnicas de conservação são óbvias e amplamente utilizadas em alimentos como alimentos preparados ou prontos para o consumo. A refrigeração é uma maneira barata e eficaz de prolongar a vida das raízes, pois reduz a taxa de respiração e a perda de água. Também reduz a incidência de contaminação microbiana patogênica, uma tecnologia importante, pois reduz as perdas pós-colheita e aumenta o valor do produto (OLIVEIRA; COSTA, 2015).

2.4 Comercialização e variedades

A comercialização da batata-doce é um fator muito atrativo, permitindo produção em diferentes canais de comercialização, por exemplo, comida humana (natureza), ração animal (natureza ou silagem) e indústria (extração de amido e fabricação de álcool), algumas das quais genótipos de batata-doce têm diferentes utilidades (Escher et al, 2015). Esse produto apresenta bastante versatilidade com diversas formas de utilização, pode ser utilizado por exemplo, como matéria-prima para resistência a doenças que estão presentes no cenário mundial (CECÍLIO FILHO et al., 2016). A comercialização geralmente é feita em feiras livres constitui-se em um dos principais tipos de comércio de alimentos, pois a população se sente atraída por este tipo de comércio devido as grandes variedades, a possibilidade de comparação de preços e acesso a produtos diversificados em um mesmo ambiente (GUIMARÃES et al, 2018).

No Brasil, as variedades de batata-doce comercializadas são principalmente as de coloração de polpa amarela, branca ou creme. Raramente, são encontradas batatas-doces de polpa alaranjadas. Porém em outros países principalmente os do continente europeu, a batata-doce de polpa alaranjada possui grande relevância devido a sua quantidade de betacaroteno, sendo este um precursor da vitamina A (NOLÊTO et al., 2015).

2.5 Dificuldades, estratégias e variedades de batata-doce selecionadas

A distância para fornecimento da matéria-prima e o custo de obtenção, tem grande importância. Estudos que avaliem o desenvolvimento da batata-doce na região de concentração de indústrias processadoras, potenciais de batata-doce, também se justificam como forma de obtenção das mais variadas informações para implantação comercial da cultura. Dependendo do tipo de produto, poderá obter-se uma extensão do período de vida útil de várias semanas. No entanto, é importante o controle e a manutenção da temperatura de refrigeração pois, esses são essenciais durante todo o processo, desde a distribuição, o armazenamento e a comercialização (OLIVEIRA; COSTA, 2015).

É importante destacar que o mercado está em constante expansão, em destaque para o abastecimento interno como para exportação; todavia, devido à deterioração pós-colheita, exige abastecimento contínuo (Aguiar et al., 2011). Dessa forma, o congelamento das raízes poderá auxiliar na manutenção do produto em condições adequadas de transporte e um melhor armazenamento para um posterior consumo.

Grandes empresas são responsáveis pela parte de comercialização e marketing do produto, ficando assim com a maior margem de lucro, e os agricultores responsáveis pela produção com a parte mais baixa os desencorajado a investir na produção, por não terem tanto retorno de lucro da cultura, fazendo com que ela não seja tão explorada mesmo sendo uma cultura muito rica e de ótima adaptação (Kotler, 2012). Uma das principais estratégias que vem sendo adotadas pelos agricultores é agregar valor aos produtos, industrializando matérias-primas, com pouca ou nenhuma tecnologia, sejam elas principalmente de baixo custo e simples, resultando em maiores benefícios econômicos. (SILVA, 2005; COSER, 2010). Então, do ponto de vista social e econômico, o uso de atmosfera modificada quando associado e submetido a temperatura ideal, é uma técnica eficaz que fornece uma melhor qualidade de vida pós colheita da batata-doce (RIBEIRO et al., 2017).

3- MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Localização e caracterização da área de cultivo

As batatas-doces (*Ipomoea batatas*) variedades BRS Amélia e Beauregard foram colhidas em um campo de multiplicação no município de Macaíba, na Escola Agrícola de Jundiá (EAJ), campus da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), que fica localizado geograficamente a 21 km da capital do estado Natal. Localizado a 15 metros de

altitude, tem as seguintes coordenadas geográficas: Latitude: 5° 51' 36" Sul, Longitude: 35° 20' 59" Oeste. A faixa onde foi instalado o campo de multiplicação das batatas-doces é constituída pelos latossolos vermelho-amarelos (EMBRAPA, 2013), o clima da região, de acordo com a classificação de Köppen, é do tipo as, tropical com estação seca, com precipitação pluvial média anual de 1.134 mm, temperatura média anual em torno de 25,9 °C e umidade relativa do ar de 76% (Vianello & Alves, 1991).

3.2 Variedades e Delineamento Experimental

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado (DIC), em arranjo fatorial 4x7, sendo 4 tratamentos (Amélia com embalagem e Amélia sem embalagem, Beauregard com embalagem e Beauregard sem embalagem); as avaliações foram realizadas nos dias 0, 7 e 14 períodos em que todo o material estava acondicionado em armazenamento em condições refrigeradas em uma temperatura de aproximadamente a 5° C. E posteriormente após os primeiros 14 dias, esse material foi transferido para temperatura e armazenamento ambiente com aproximadamente 21°C, as avaliações foram realizadas nos dias 17, 20, 23 e 26 dias, ambos utilizando os mesmos tratamentos, onde cada unidade experimental foi composta por uma embalagem de 500 gramas de raízes. Durante esses períodos foram feitas avaliações com (0 dias, 7 dias, e 14 dias). Após esses primeiros 14 dias, as batatas foram transferidas para o armazenamento ambiente, com temperatura ambiente, onde foram realizadas avaliações com 17 dias, 20 dias, 23 dias e 26 dias.

3.3 Condução do experimento

Foram utilizadas duas variedades a Beauregard e BRS Amélia (Figura 1), colhidas aos 140 dias após o plantio. Em seguida foram transportadas para o laboratório da UFERSA, onde ficaram acondicionadas expostas na bancadas por 1 dia a 18°C por 24 horas, e no dia seguinte foram transferidas, para o Núcleo da Pós-Graduação em Produção Vegetal (PGPV), da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UAST).

No acondicionamento das batatas foram utilizados sacos de polipropileno medindo 30cm x 50cm (Figura 2). As raízes de batatas-doce foram selecionadas e eliminadas aquelas que não estavam dentro dos padrões de comercialização, adotado apenas as que continham um bom aspecto visual, como uma cor chamativa, sem estarem tão escuras, sem apresentarem

manchas, um tamanho adequado, e estavam firmes, essas foram lavadas em água corrente e utilizadas para montagem do experimento. O material utilizado foi separado, pesado e em seguida realizado a montagem do experimento. Foi utilizado 56kg de batata no total, para montagem e condução do experimento, sendo assim 28kg da Beuregard e 28kg da BRS Amélia, onde cada parcela experimental conteve 500g. As batatas foram mantidas nos primeiros 14 dias em armazenamento refrigerado a uma temperatura de 8°C (Figura 3).



Figura 1: Raízes de batata-doce. cv. BRS Amélia. (A), cv. Beuregard (B), Serra Talhada-PE, 2022.



Figura 2: Raízes de batata-doce. cv. Beuregard. Sem embalagem e com embalagem de polipropileno, Serra Talhada, 2022.

Colheita e transporte

As variedades de batatas-doces, Amélia e Beauregard foram colhidas com 120 dias após o plantio.



Seleção

Descarte das raízes inutilizáveis



Lavagem

Em água corrente



Secagem

Temperatura ambiente



Embalagem

Polipropileno (30cm x 50 cm)

Pesagem

Balança Aproximadamente 500g por embalagem



Conservação

14 dias em ambiente refrigerado a 8°C, e 12 em temperatura ambiente a 21°C. Totalizando 26 dias

Figura 3. Fluxograma de processamento mínimo.

3.4 Variáveis Analisadas

3.4.1 Avaliação visual

A avaliação visual foi realizada nos dias 0, 7, 14, 17, 20, 23 e 26 após a instalação do experimento durante todo o período do experimento, com base em uma escala Likert elaborada para cada variedade estudada, Beauregard (Tabela 1) e BRS Amélia (Tabela 2).

Foram atribuídas notas entre 5 e 1, onde 5 representa às batatas com ótima aparência e qualidade de comercialização, 1 correspondeu as batatas doces inadequadas ao consumo e comercialização. A nota 3 correspondeu ao limite de aceitação para consumo e comercialização.

Tabela 1. Escala Likert com cinco pontos para análise visual de batata-doce cv. Beaugard.

IMAGEM	DESCRIÇÃO	NOTA
	Coloração adequada, epiderme com brilho e superfície sem manchas atípicas, sem estrias, sem murchamento e ressecamento. Apta para comercialização e consumo.	5
	Surgimento de pequenas manchas amareladas e algumas estrias, epiderme ainda brilhosa e sem ressecamento. Início de murchamento nas extremidades das raízes. Apta para comercialização e consumo.	4
	Perda suave de coloração e brilho, presença de manchas em toda a batata com leve ressecamento, estrias e murchamento mínimo nas extremidades. Nota limite para comercialização e consumo.	3
	Presença de manchas, ressecamento, estrias e murchamento evidente.	2
	Coloração ruim e presença de manchas, ressecamento acentuado, estrias e murchamento. Podridão ou contaminação por micro-organismos podendo estar presente ou não.	1

Tabela 2. Escala do tipo Likert com cinco pontos para análise visual de batata-doce cv. Amélia.

IMAGEM	DESCRIÇÃO	NOTA
	Superfície com coloração vívida, epiderme com brilho, sem manchas atípicas, sem ressecamento ou murchamento em toda a raiz. Apta para comercialização e consumo.	5
	Coloração amarelo vivada e epiderme ainda com brilho. Surgimento de pequenas manchas amareladas/esbranquiçadas e algumas estrias, sem ressecamento e murchamento. Ainda apta para comercialização e consumo.	4

	Coloração e brilho adequados, presença de pequenas manchas em toda a batata, apresenta leve ressecamento, poucas estrias e indícios de murchamento nas extremidades. Nota limite para comercialização e consumo.	3
	Perda de coloração e brilho, presença de manchas amareladas e esbranquiçadas, pouco ressecamento, estrias e murchamento evidente.	2
	Apresenta manchas e ressecamento acentuados, estrias e murchamento, principalmente nas extremidades. Notória perda de consistência.	1

3.4.2 Cor

A cor foi obtida através de um colorímetro (RS-232 com saída serial RGB-1002) com valores obtidos no sistema RGB. Os dados obtidos pelo colorímetro foram convertidos para a escala de cores CIE L*, a*, b* (de Alvarenga Pinto Cotrim et al., 2016). Onde L* corresponde a variações na luminosidade da amostra (0 a 100, do mais escuro ao mais claro), a* corresponde a variações do verde (-a) ao vermelho (+a) e b* é atribuído às variações entre o azul (-b) para amarelo (+b). A conversão de valores foi realizada usando o site: <http://www.easyrgb.com/en/convert.php#Result>. Posteriormente, o conjunto de dados de a* e b* foi convertido e expresso em valores de saturação de croma (C*) de acordo com a metodologia de Espino Días et al. (2010), onde:

$$C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2} \quad (4)$$

3.4.3 Avaliação de Firmeza

Para realização da avaliação de firmeza, foi utilizado uma máquina de tração (IMPAC, IP-AELA 50, São Paulo, Brasil). Com auxílio de uma probe medindo 5mm de diametro, acoplado ao software AutoForte Teste Ver 1.0.0.181106. Foi realizada de modo que em cada uma das batatas que foi analisada foram feitas 3 perfurações, 1 no meio, e 1 em cada extremidade da batata. Essa firmeza foi testada utilizando uma velocidade de 100 mm/min. Os dados obtidos foram expressos em N.

3.4.4 Perda de massa fresca

Para determinação da perda de massa fresca das batatas, foi utilizado uma balança semi analítica, e partir da diferença percentual entre a massa inicial (dia 0) e a massa final (dia 26), correspondente aos dias de avaliação, que foram 0, 7, 14, 20, 23 e 26 dias. A porcentagem de perda de massa fresca foi determinada pela seguinte fórmula:

$$P.M.F = \frac{(Mfi - Mff)}{Mfi} \times 100$$

Onde :

PMF: Perda de Massa fresca (%);

Mfi: Massa fresca inicial (g);

Mff: Massa fresca final no dia da análise 0, 7, 14, 20, 23 e 26 dias (g).

3.4.5 Vitamina C e Compostos Fenólicos Solúveis Totais

A quantificação simultânea do ácido ascórbico total (AA) e do teor de fenólicos totais (TPC) pelo ensaio de Folin–Ciocalteu (F–C) foram determinados de acordo com o Juan Carlos et al., (2013) com adaptações. O extrato vegetal foi misturado ao reagente FC, o AA reagindo no início do teste FC. Para a quantificação os extratos vegetais em AA, a formação de azul foi medida espectrofotometricamente após a adição do reagente FC no início do ensaio FC. Amostras de 0,3 g de regiões de superfície do tecido (0-5 mm) foram maceradas e homogeneizadas com 1,5 mL de metanol. Em seguida, as amostras foram mantidas em repouso no escuro por 24 h, a 4°C. Após esse período, cada amostra foi centrifugada a 10.000g a 2°C por 21 min.

No ensaio, 150 µL do extrato, 150 µL do Folin-Ciocalteu reagente (0,25 N) e 2400 µL de água destilada foram pipetados em um tubo. A mistura foi então homogeneizada por 3 min com agitador. Foi adicionado 300 µL de carbonato de sódio (1 M) e solução foi mantida no escuro por 2 h. O branco foi obtido com 150 µL de metanol para substituir o sobrenadante. As leituras foram feitas com um espectrofotômetro (Libra S8, Biochrom Cambridge, U.K.) em 725 nm, e os resultados expressos em miligramas de ácido gálico equivalentes e expresso em quilograma de mmol min⁻¹ g⁻¹ MF⁻¹, obtidos pela quantificação com base em uma curva padrão de ácido gálico.

3.4.6 Sólidos Solúveis Totais

Para determinação do Teor de Sólidos solúveis totais aproximadamente 30 g do material das amostras de batatas-doces foram maceradas com auxílio de almofariz e pistilo de porcelana, o suco obtido foi adicionado no prisma de um refratômetro, o resultado foi expresso em porcentagem.

3.5 Capacidade Antioxidante:

3.5.1 Difenil 1 picrilhidrazil DPPH

A capacidade antioxidante pelo método DPPH foi determinada conforme proposto por Brand-Williams et al., (1995) com adaptações. Para o ensaio, 840 µL da solução DPPH (0,1 mM) e 60 µL foi adicionado. O ensaio de controle foi preparado adicionando 840 µL da solução DPPH e 60 µL do sobrenadante. Depois de 30 min de reação, as leituras foram feitas com ajuda de um espectrofotômetro (Biochrom, Libra S8, Cambridge, U.K.) a 517 nm, a 25°C. O declínio na absorção das amostras resultou na porcentagem de eliminação de radicais livres, que foi calculada pela seguinte fórmula:

$$\text{Percentual de Inibição} = \frac{(\text{Abs Controle DPPH} - \text{Abs amostra})}{\text{Abs Controle DPPH}} \times 100$$

3.5.2 Potência Antioxidante Redutora Férrica FRAP

O poder de redução do ferro (FRAP) foi medida de acordo com a metodologia proposta por Benzie & Strain (1996), com adaptações. Para o ensaio, uma alíquota de 900 µL do reagente FRAP [25 mL de tampão de acetato (0,3 M; pH3,6), 2,5 mL de solução TPTZ (10 mM) e 2,5 mL de solução aquosa de cloreto férrico (20 mM)] foi misturado com 90 µL de água destilada e 30 µL do sobrenadante. A mistura foi homogeneizada num agitador de tubos e mantido em repouso no escuro durante 30 min, a 37 °C. Após a incubação, foram efectuadas leituras com um espectrofotômetro (Biochrom, Libra S8, Cambridge, Inglaterra) a 594 nm, a 25 °C. Para o branco, 900 µL do FRAP reagente, foram utilizados 90 µL de água destilada e 30 µL do extracto (metanol AR). O potencial antioxidante dos extractos foi determinado com base numa calibração que foi realizada utilizando sulfato ferroso (FeSO₄.7H₂O) em concentrações que variou de 0 a 1.500 µM. Os resultados foram expressos em mmol Fe²⁺ kg⁻¹.

3.5.3 Teor de Amido

O teor de Amido foi determinado conforme metodologia de Miller (1959), com modificações. Foi pesado 3 g do material das variedades. Posteriormente foi homogeneizada com água destilada. E o volume foi completado para de 100 ml. Em cada balão, eram adicionados 3 mL da solução de cloreto de cálcio/ácido acético (solução 40% de cloreto de cálcio ajustada para pH 3,0 com solução de ácido acético 0,033 mol/l). Após a homogeneização, foi retirado 1 mL, e adicionados em tubo de ensaio, fechados e mantidos em por 15 minutos. Após esse período, foram resfriados em temperatura ambiente, mantidos em uma bancada sobre aproximadamente 20°C, e em seguida adicionados 3 ml de solução de ácido acético 0,033 mol/l em cada tubo, e 1,5 ml de água deionizada (branco) até completar o volume de 100 ml do balão. Adicionaram-se, exceto no branco, 2 ml de solução de iodeto/iodato de potássio (composta por 10,0 ml de solução 10% de iodeto de potássio em 90 mL de água deionizada e 100 ml de solução de iodato de potássio 0,0017mol/l) e o volume foi completado com água deionizada até o volume de 100 ml. Após homogeneização, a absorbância das soluções foi medida a 700 nm no intervalo de 10 a 20 min após a adição de iodeto/iodato.

3.5.4 Análises Estatísticas

O delineamento estatístico adotado foi o inteiramente casualizado, composto por um arranjo fatorial 4x7, sendo 4 tipos de tratamentos, Amélia com embalagem, Amélia sem embalagem, Beuregard com embalagem, Beuregard sem embalagem, seguidos de 7 períodos de armazenamento, 0, 7, 14, 17, 20, 23 e 26 totalizando 28 tratamentos com quatro repetições, cada unidade experimental foi composta por uma embalagem de 500 gramas de raízes. A normalidade dos dados foi avaliada através do Teste de Shapiro-Wilk, em seguida foi avaliada a homogeneidade dos dados por meio do teste de F-máximo, em seguida foi feita análise de variância, nos dados que apresentaram diferença significativa foi aplicado o teste de Tukey a 5 % de probabilidade. A análise estatística foi obtida através do software SAS. Os gráficos foram elaborados no Sigma Plot 10.0.

4- RESULTADO E DISCUSSÃO

No dia 0 início do experimento observou-se que a variedade Amélia possuiu maior resistência da polpa crua, em relação à Beuregard (Figura 4A). Após cozida, a Amélia,

também no primeiro dia, continuou com maiores valores de resistência de polpa (Figura 4B). Quando as batatas foram armazenadas a 8°C, aos 14 dias, o padrão da firmeza continuava, semelhante, ou seja, a Amélia representando maiores valores de resistência da polpa crua em relação a Beauregard, não influenciado pela embalagem (Figura 4A). Essas diferenças não se mantiveram para as batatas cozidas, no qual Amélia e Beauregard apresentavam valores médios de resistência da polpa estatisticamente semelhantes, com exceção da Beauregard que não esteve previamente embalada aos 14 dias (Figura 4B). No final do armazenamento, aos 26 dias a 25 °C, as únicas batatas que se mantiveram com qualidade comercial foram as Beauregard embaladas, por isso, apenas seus valores, cruas e cozidas estão sendo apresentados (Figuras 4 A e B).

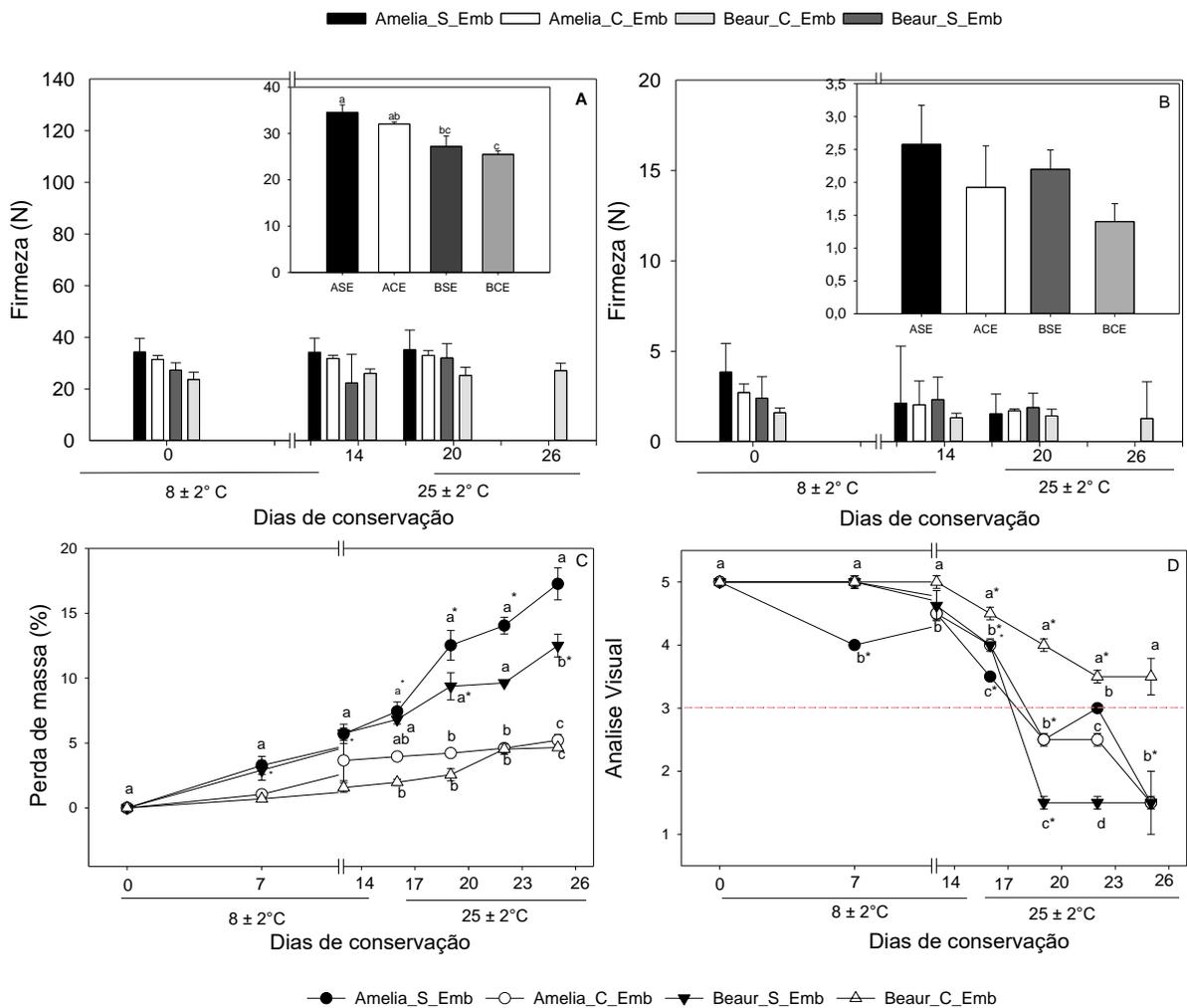


Figura 4. Firmeza da polpa (crua, A e cozida, B), Perda de massa (crua, C) e Análise visual (crua, D) nas variedades Amélia e Beauregard, embaladas e não embaladas, em temperatura refrigerada (8°C), do dia 0 ao 14º dia de armazenamento, seguindo até mais de 12 dias em

temperatura ambiente (27°C). *As barras correspondem ao desvio padrão da média. Letra minúsculas relacionam-se às diferenças entre os tratamentos testados. O nível de significância foi a 5%.

Resultados que indicam essa divergência de firmeza pode ser decorrente de sua porcentagem de matéria seca e com os teores de amido presente na variedade da batata, além de que essas variações podem estar relacionadas a variações no metabolismo de carboidratos, em que a degradação do amido ocasiona modificações na firmeza (FERNANDES et al., 2015), como observado para a variedade Beauregard observada neste estudo. Além disso, o cozimento resultou nessa mudança de resposta a uma desidratação minimizada, que como observado neste estudo, a firmeza apresentou resultados bem parecidos entre as variedades, podendo estar relacionado o teor de amido da batata, que não afetou completamente a firmeza do produto cozido (STARK et al., 2020).

Como constatado anteriormente nos resultados, a variedade de batata Amélia, quando crua, apresentou maior firmeza possivelmente por perder maior quantidade de massa, e quando desidratada, o tecido tende a ficar mais borrachudo e difícil de penetração (MIANO et al., 2019). Ademais, devido o cozimento influenciar diversas propriedades químicas, como a matéria-seca, teor de amido e pressão de expansão, atributos de gelatinização, estrutura e composição de parede celular e a quebra da lamela média durante a cocção da batata, resultando em diminuição da firmeza com ou sem uso de embalagem (CORK et al., 2022; XIONG et al., 2022).

A perda de massa foi inferior em ambas as variedades com a utilização da embalagem durante 14 dias em ambiente refrigerado e 23 dias em temperatura ambiente (Figura 4C). A perda de massa tem forte ligação com a aparência vegetal, sendo um fator chave para determinar os atributos sensoriais da batata (sabor, cor e textura), visto que quando desidrata, fica com a aparência murcha, o que torna importante a utilização de embalagem que armazene e preserve o produto, diminuindo os teores de oxigênio na embalagem, e conseqüentemente, reduzindo a perda de massa (LEE et al., 2018; YANG et al., 2022). Esse resultado pode ter ocorrido porque o teor de água livre nas batatas diminuiu de forma gradativa com o aumento da temperatura de armazenamento e do tempo de conservação, ocasionando maior perda sem o uso de embalagem (SHARMA et al., 2017).

Com 7 dias de armazenamento em ambiente refrigerado, a variedade Amélia reduziu a qualidade visual isso quando estavam sem uso de embalagem, sendo inferior a variedade beuregard e também a variedade Amélia submetida à embalagem (Figura 4D). Durante os 26 dias em armazenamento refrigerado foi observado que a variedade Beauregard com uso da embalagem manteve o aspecto visual, se destacando da variedade Amélia e das raízes que não

foram mantidos em embalagem. Em contrapartida, a variedade Amélia, acondicionados sem uso da embalagem, ficaram impróprios para o uso a partir de 20 dias de armazenamento. Nosso estudo mostrou que o armazenamento das variedades de batata em ambiente frio pode ser uma possibilidade para prolongar a vida útil pós-colheita dos vegetais, contudo, ambientes refrigerados tende a estimular o acúmulo de açúcares redutores nas raízes de batata, especialmente quando expostos diretamente sem a proteção de embalagens, como a variedade Amélia aqui estudada, acarretando atributos visuais não chamativos (CLASEN et al., 2016; HE et al., 2022). O armazenamento de batatas em câmara fria, como a Beauregard, é uma proposta interessante, visto apresentar maior capacidade de tolerância ao frio e não apresentar sintomas de injúrias ou incidência de podridão (ARAÚJO et al., 2020), fato que comprova os resultados aqui encontrados.

A luminosidade (L^*) não variou significativamente com as variedades estudadas, uso de embalagens e períodos de armazenamento (Tabela 3), ou seja, a cor não foi influenciada pelos fatores estudados. Entretanto, a cromaticidade foi maior com as batatas Amélia embaladas e os menores valores foram com essa mesma variedade sem uso da embalagem, e por apresentar alto valor de croma, as batatas tendem a ficarem mais brancas e ganhando mais cores amarelas, com forte variação na cor, que vai juntar na fórmula do croma e acarretar problemas para a variedade. Esses resultados se assemelham com os reportados por Larsen e Molteberg (2022), mostrando que o uso de embalagem em variedades de batata-doce, como a Amélia, tende a apresentar maior cromaticidade, especialmente quando embaladas, conseguindo expressar com maior intensidade a saturação em termos de pigmentos da cor.

Tabela 3. Resultados da Colorimetria obtida para as Variedades Amélia e Beauregard, crua e cozida, com o uso de embalagem em atmosfera modificada e sem o uso de embalagem, armazenadas em ambiente refrigerado e em temperatura ambiente.

Variedades	Dia	L	C
Amélia Sem Embalagem	0	35,3 ± 5,63 aA	22,23 b
	7	31,46 ± 2,79 aA	43,89 b
	14	41,45 ± 15,67 aA	28,09 b
	17	37,17 ± 1,08 aA	25,84 b
	20	30,46 ± 1,25 aA	23,79 b
	23	33,74 ± 3,39 aA	23,72 b
	26	30,67 ± 6,03 aA	19,76 b
Amélia Com Embalagem	0	35,3 ± 5,63 aA	22,23 a
	7	28,88 ± 1,87 aA	24,28 a
	14	26,09 ± 2,87 aA	20,99 a
	17	37,28 ± 3,2 aA	26,80 a
	20	34,52 ± 5,27 aA	43,50 a
	23	40,16 ± 3,78 aA	29,09 a
	26	31,26 ± 1,92 aA	46,58 a

Beauregard Sem Embalagem	0	40,73 ± 4,91 aA	22,48 ab
	7	39,97575 ± 3,33 aA	25,87 ab
	14	27,81 ± 2,71 aA	23,50 ab
	17	34,39 ± 2,41 aA	22,71 ab
	20	35,96 ± 6,19 aA	21,79 ab
	23	32,68 ± 2,93 aA	21,68 ab
	26	27,76 ± 4,72 aA	15,86 ab
	Beauregard Com Embalagem	0	40,73 ± 4,91 aA
7		35,89 ± 3,53 aA	23,58 ab
14		33,51 ± 4,21 aA	23,73 ab
17		42,91 ± 5,43 aA	30,39 ab
20		43,82 ± 4,5 aA	29,18 ab
23		31,02 ± 1,46 aA	24,58 ab
26		36,61 ± 3,03 aA	30,32 ab

*L, é referente a média e desvio padrão, e o C é referente ao Chroma. As letras maiúsculas indicam diferenças relacionadas aos dias de armazenamento e as letras minúsculas relacionam-se às diferenças entre os tratamentos testados. O nível de significância foi a 5%.

Inicialmente, o teor de amido não variou significativamente entre os tratamentos (variedades e embalagem) testados, apenas aos 17 dias a 25°C que a variedade Beauregard com embalagem foi inferior, 17% em relação aos demais tratamentos (Figura 5A). Ao final dos 23 dias, batatas embaladas apresentavam mais amido, o que ocorreu inversamente após o cozimento, e essas discrepâncias podem estar relacionadas a gelatinização do amido, em os grânulos tornam-se excessivamente inchados (KOLARIČ et al., 2020).

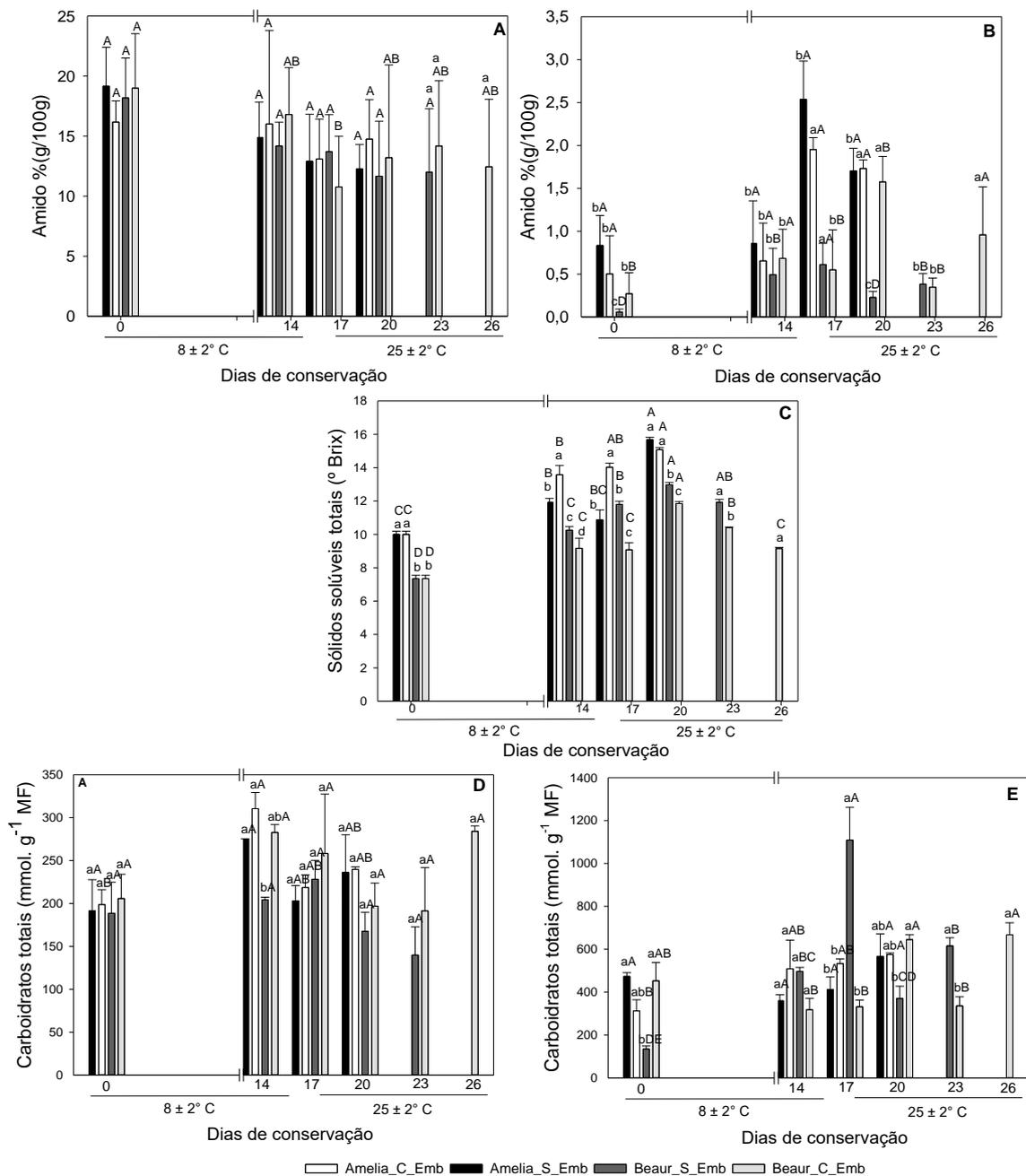


Figura 5. Amido, nas variedades (A crua, B cozida), Sólidos solúveis totais ° Brix (C cruas e cozida), e quantificação de Carboidratos Solúveis Totais (D crua, E Cozida) nas variedades Amélia e Beaugard; embaladas e não embaladas, em temperatura refrigerada (8°C), do dia 0 ao 14° dia de armazenamento, seguindo até mais de 12 dias em temperatura ambiente (27°C). *As barras correspondem ao desvio padrão da média. Letra minúsculas relacionam-se às diferenças entre os tratamentos testados. O nível de significância foi a 5%.

Com o cozimento, o teor de amido reduziu em todos os tratamentos estudados ao comparar com as batatas cruas, com maior quantidade de amido nas batatas Beauregard que não foram embaladas (Figura 2B). Esses resultados da redução do amido após o cozimento podem ser atribuídos à solubilidade do amido em água durante o processo de cocção (LIU et al., 2020). Variedade Amélia (com e sem embalagem) continham maior teor de sólidos solúveis no início (dia 0), com 36,05% a mais em relação a Beauregard (Figura 2C), aos 14 e 17 dias os valores se mantiveram crescentes e maiores apenas com às batatas-doces embaladas. O teor de sólidos solúveis na batata-doce está relacionado com a concentração de carboidratos solúveis no vegetal. Esses carboidratos solúveis incluem principalmente açúcares como glicose, frutose e sacarose. A presença de embalagens pode afetar a concentração de sólidos solúveis. Ao ser embalada a batata-doce, retém a umidade e reduz a perda de água do vegetal. Isso resulta em níveis mais altos de sólidos solúveis, incluindo carboidratos, em batatas-doces embaladas (FERNANDES; SORATTO, 2012). Aumento de sólidos solúveis pode estar relacionado ao aumento de açúcares simples oriundas da degradação do amido, que foi influenciado pela temperatura (Figura 2). Resultados promissores, especialmente ao se considerar que carboidratos e os sólidos solúveis são o principal indicador em batata, tornando a Amélia uma variedade saborosa e conseqüentemente mais procurada para consumo (NAFI'AH et al., 2021).

Ao avaliarmos os resultados de carboidratos totais, em batatas cruas, não observamos diferenças significativas entre os tratamentos testados bem como os dias de armazenamento (Figura 2D). No entanto, após o cozimento das batatas, nota-se uma drástica redução de carboidratos totais em todos os tratamentos quando comparado as batatas cruas (Figura 2E). O cozimento quebrar as ligações do amido, convertendo-o em açúcares mais simples, como maltose e glicose. Portanto, esse cozimento ajuda a provocar a gelatinização do amido, a quebra em açúcares simples e aumenta a digestibilidade dos carboidratos. Essas mudanças contribuem para a textura macia da batata-doce cozida e para uma absorção mais eficiente dos nutrientes pelo organismo (RAMALHO, 2018).

Os resultados dos presentes trabalhos mostram a atividade antioxidante do DPPH nas batatas doce cruas, em que a variedade Amélia (com e sem embalagem) se manteve estável no ambiente refrigerado até os 14 dias de armazenamento (Figura 3A). Também foi observado que na temperatura ambiente houve redução da atividade antioxidante do DPPH com menores

valores para às variedades Amélia aos 17 dias e Beaugard aos 17 e 26 dias de armazenamento com uso da embalagem.

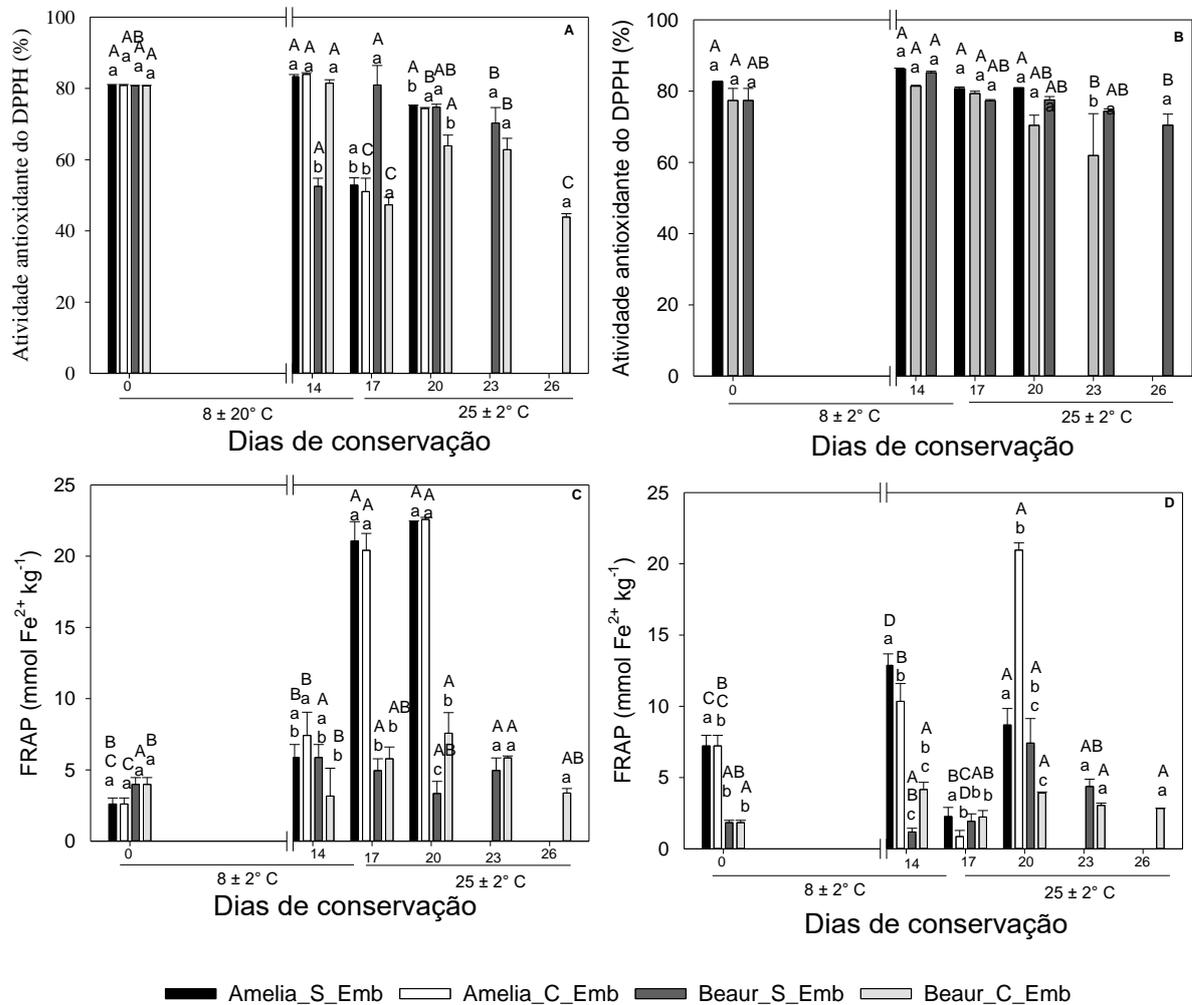


Figura 6. A capacidade antioxidante do DPPH (A crua, B cozida), e Avaliação da atividade antioxidante FRAP (C crua, D cozida), nas variedades Amélia e Beaugard, embaladas e não embaladas, em temperatura refrigerada (8°C), do dia 0 ao 14° dia de armazenamento, seguindo até mais de 12 dias em temperatura ambiente (27°C). *As barras correspondem ao desvio padrão da média. Letra minúsculas relacionam-se às diferenças entre os tratamentos testados. O nível de significância foi a 5%.

A menor atividade antioxidante observada nesse estudo pode estar associada a um aumento na capacidade de extração de compostos antioxidantes, uma vez que ocorre alterações na textura do amido durante o cozimento (JAYANTY et al., 2019). A batata-doce contém vários compostos antioxidantes, como antocianinas, carotenóides e polifenóis, que são estáveis quando cozidos em altas temperaturas (PEREIRA et al., 2008). Alguns compostos antioxidantes são sensíveis ao calor e são perdidos durante o tratamento térmico, mas a batata-doce tem um conteúdo antioxidante relativamente estável. Isso significa que, mesmo após o cozimento, os compostos antioxidantes da batata-doce permanecem ativos e neutralizam os radicais livres, preservando assim a atividade antioxidante medida pelo método DPPH (DANTAS et al., 2015).

A atividade antioxidante da FRAP foi mais intensa na variedade Amélia aos 17 e 20 dias de armazenamento em temperatura ambiente, tanto com cobertos com embalagem, quanto sem embalagem quando estavam crus (Figura 6C). Quando os foram cozidos todos os tratamentos apresentaram maiores atividades antioxidantes com 20 dias de armazenamento em temperatura ambiente, com maior atividade principalmente para a variedade Amélia com uso da embalagem de polipropileno. (Figura 6D). No presente estudo, observou-se queda de compostos químicos após o cozimento da batata, e apenas a capacidade antioxidante manteve-se ou aumentou, em que o aumento da atividade antioxidante da FRAP nas raízes cozidas, em comparação com as amostras cruas, pode ser atribuído ao amolecimento da variedade pelo calor, ocorrendo conseqüentemente um aumento da capacidade antioxidante (NG & ROSMAN, 2019).

A máxima quantidade de fenóis solúveis totais, com os raízes cruas foi observada com às batatas da variedade Amélia aos 17 e 20 dias de armazenamento, independente do uso de embalagem (Figura 7A). Com o cozimento das raízes, os oriundos da variedade Amélia sem uso da embalagem se sobressaíram estatisticamente em relação aos demais tratamentos aos 17 e 20 dias de armazenamento (Figura 7B). Tal resultado encontrado concorda com a descoberta de que altas temperaturas (atribuído ao cozimento), tendem a sucumbir, rachar e murchar os tecidos em variedades de batatas pigmentadas, como as testadas neste estudo, o que leva a uma maior liberação de componentes antioxidantes, como o Fenóis solúveis totais (TOKUSOGLU & YILDIRIM, 2012). Os resultados aqui encontrados são interessantes, especialmente ao se considerar os altos níveis de Fenóis Solúveis Totais que são importantes na saúde vegetal e humana (CASTRO-ALVES & CORDENUNSI, 2015).

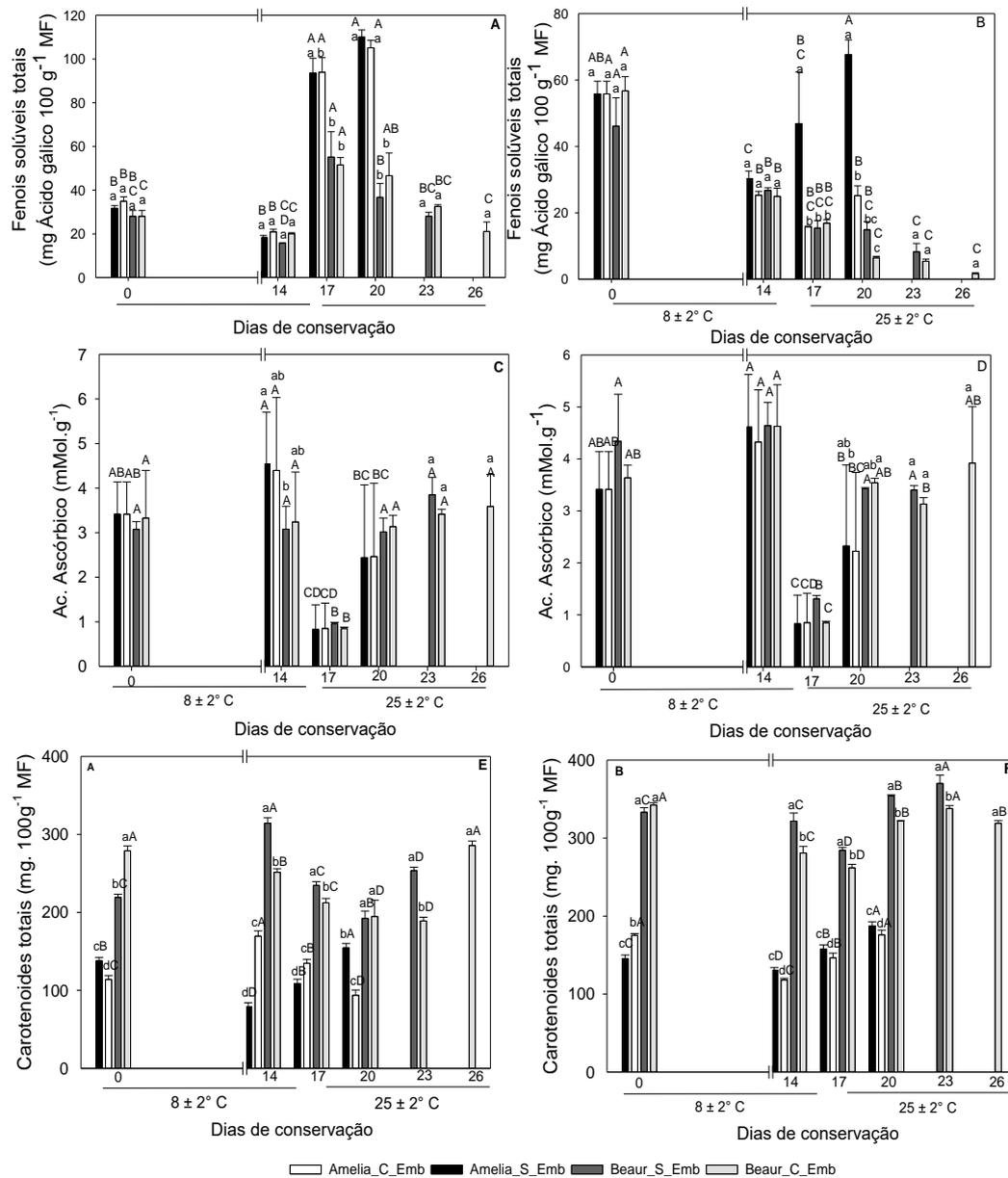


Figura 7. Avaliação dos Fenóis Solúveis Totais (FST) (A crua, B cozida), avaliação da presença de Ácido Ascórbico, vulgarmente conhecido como Vitamina C (C cruas, D cozidas), e Avaliação de Carotenóides Totais (E crua, F cozida) nas variedades Amélia e Beaugard, embaladas e não embaladas, em temperatura refrigerada (8°C), do dia 0 ao 14º dia de armazenamento, seguindo até mais de 12 dias em temperatura ambiente (27°C). *As barras correspondem ao desvio padrão da média. Letra minúsculas relacionam-se às diferenças entre os tratamentos testados. O nível de significância foi a 5%.

O ácido ascórbico das raízes sem cozimento não variou significativamente no ambiente refrigerado entre os tratamentos, contudo foi menor quando armazenados aos 17 dias, com sucessivo incremento a partir desse período de armazenamento (Figura 4C). Comportamento similar foi observado com o cozimento dos raízes para a quantidade de ácido ascórbico (Figura 4D). Com base nos resultados aqui encontrados, é possível notar que a temperatura exerce influência sobre a presença de ácido ascórbico, o que possivelmente acelerou as reações enzimáticas e resultou em perda de vitaminas e nutrientes (DHAKAL et al., 2018).

Em síntese, às batatas da variedade Amélia que foram submetidas as condições impostas e avaliadas por esse estudo, eram mais firmes, continham maiores valores de sólidos solúveis, cromaticidade, compostos fenólicos e atividade antioxidante da FRAP. Enquanto a variedade Beauregard com uso de embalagem manteve por 26 dias de prateleira o aspecto visual para comercialização como, (Cor chamativa, qualidade nutricional, Firmeza) e a composição química das batatas, (altos teores de sólidos solúveis, qualidade de firmeza). Ainda, foi possível notar que a batata Amélia apresenta boa química, tornando uma variedade doce e altamente aceitável para consumo, apesar de suas características fisionômicas que não são tão atraentes, diferentemente da batata Beauregard, que tem uma cor mais chamativa, contudo, menos Sólidos Solúveis.

Inicialmente, os valores de carotenoides totais nas batatas cruas variou significativamente entre os tratamentos (variedades e embalagens) testados, sendo a variedade Beauregard com embalagem superior aos demais tratamentos (Figura 4E). Entre os 14 e 23 dias, batatas Beauregard sem embalagem apresentavam mais carotenoides totais quando comparado aos demais tratamentos. Ao fim dos 26 dias, Beauregard com embalagem voltava a se destacar. Com o cozimento, os valores de carotenoides totais se elevaram em todos os tratamentos estudados ao comparar com as batatas cruas, com resultados superiores observado na maioria dos dias de conservação em batatas Beauregard que não foram embaladas (Figura 4B). Existe um forte conflito de resultados de pesquisa sobre tais condições, com pesquisas que relataram a redução do nível de carotenóides em batatas cozidas enquanto outros relataram o aumento quando comparado aos tubérculos crus (ALAM et al., 2020).

Possivelmente, diversos fatores são conhecidos por influenciar a estabilidade e biodisponibilidade dos carotenóides, com estudos que já apontam que o procedimento de cozimento em produtos vegetais podem aumentar ou diminuir as concentrações de carotenóides (KOTÍKOVA et al., 2016).

5- CONCLUSÃO

A refrigeração por 14 dias associado à embalagem de batata doce, foi uma estratégia eficaz para manter a qualidade de batata doce da variedade bouregar até 26 dias em condição ambiente, simulando a comercialização em mercados mais distantes. Esta estratégia permitiu minimizar a desidratação, manteve mais estáveis fitoquímicos antioxidantes, como vitamina C, compostos fenólicos e carotenóides, mesmo nos tecidos cozidos. Além dos carboidratos e amido. Portanto, é uma técnica importante de ser aplicada para batata doce a ser comercializadas para exportação.

A utilização de embalagens permite a redução nas perdas de massa, sólidos solúveis e atividade antioxidante de FRAP das variedades de batata estudadas. Portanto, a adoção de embalagens plásticas pode ser classificada como uma solução viável para melhorar o armazenamento durante o processo de exportação.

A variedade Amélia tem potencial para comercialização por até 17 dias, nas condições estudadas. Assim possui potencial é indicada para comercialização em mercados menos distantes e exigentes em aparência. Pois possui batatas firmes, doces, com maior cor, além de, apresentarem compostos fenólicos e atividade antioxidante.

A variedade Beauregard com uso de embalagem e temperatura ambiente mantida sob condições ideais de refrigeração (de $8 \pm 10^{\circ}\text{C}$) e prateleira em uma temperatura de (de $22 \pm 26^{\circ}\text{C}$), mantém por 26 dias de prateleira o aspecto visual. Em relação a composição química das batatas, a variedade de sobressai na avaliação de presença de amido, apresentando grande potencial e sendo uma ótima recomendação para uso no processo de exportação, visto que, ela apresenta maior qualidade como antioxidante e sabor.

6- REFERÊNCIAS

- ALAM, M. K.: A comprehensive review of sweet potato (*Ipomoea batatas* [L.] Lam): **Revisiting the associated health benefits**. *Trends in Food Science & Technology*, 115, 512-529, 2021.
- ALMEIDA, SAMARA LOPES DE et al. Ensaio enzimáticos da polifenoloxidase e peroxidase em cultivares de batata doce colhidas em diferentes épocas. *Revista Caatinga*, v. 32, n. 2, p. 537-542, 2019.
- AGUIAR EB, et al. (2011) Efeito da densidade populacional e época de colheita na produção de raízes de mandioca de mesa. *Bragantia* 70(3):561-569.
- AULAR, J.; NATALE, W. Nutrição mineral e qualidade do fruto de algumas frutíferas tropicais: goiabeira, mangueira, bananeira e mamoeiro. *Revista Brasileira de Fruticultura*, p. 1214-1231, 2013.
- ARAÚJO, N. O., VÉRAS, M. L. M., SOUSA SANTOS, M. N., ARAÚJO, F. F., JESUS TELLO, J. P., FINGER, F. L. Sucrose degradation pathways in cold-induced sweetening and its impact on the non-enzymatic darkening in sweet potato root. *Food chemistry*, v. 312, p. 125904, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125904>
- BENZIE, I. FF; STRAIN, J. J. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of “antioxidant, power”: The FRAP assay. *Anal. Biochem.* 1996, 239 (1), 70–76.
- BECKER, H. Tater Treats-Nutritious sweetpotato chips and fries. *Agricultural Research*. May 2001. p.8-9.
- BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M. E.; BERSET, C. L. W. T. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT–Food Sci. Technol.* 1995, 28 (1), 25–30
- BRITO, F. A. L, et al. Influence of Minimum Processing Procedures on the Quality of Sweet Cassava. *International Journal of Agriculture Innovations and Research*, v. 2, p. 189-196, 2013.
- CARREIRA, C., et al. Como diferentes métodos de cozimento afetam a composição fenólica da batata-doce para consumo humano (*Ipomea batata* (L.) Lam. *Agronomy*, v.11, 1636. 2021.
- CARVAJAL, F., PALMA, F., JAMILENA, M., GARRIDO, D. Cell wall metabolism and chilling injury during postharvest cold storage in zucchini fruit. *Postharvest Biology and Technology*, v. 108, p. 68-77, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2015.05.013>
- CORK, S. D., BLANCHARD, C., MAWSON, A. J., FARAHNAKY, A. Flaking de pulso: oportunidades e desafios, uma revisão. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* , v. 21, n. 3, p.. 2873-2897, 2022. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12931>
- CASTRO, L.A. S.; BECKER, A. Batata-doce BRS Rubissol. A Review on post-harvest profile of sweet potato. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, Pelotas, RS: EBRAPA. v. 6, n. 5, p. 1894-1903, 2017.

CASTRO-ALVES, V. C., CORDENUNSI, B. R. Total soluble phenolic compounds quantification is not as simple as it seems. **Food Analytical Methods**, v. 8, p. 873-884, 2015. <https://doi.org/10.1007/s12161-014-9961-0>

PEREIRA, A. S.; SILVA, A. C. F. da; CASTRO, C. M.; MEDEIROS, C. A. B.; HIRANO, H.; NAZARENO, N. R. X. DE; BERTONCINI, O.; MELO, P. E. DE; SOUZA, Z. DA S. **Catálogo de cultivares de batata**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2008. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 247), 39.

CHEMISTRY, v.40, n.12, p.2369-2373, 1992. <https://doi.org/10.1021/jf00024a009> CIP. **International Potato Center**. Disponível em: <http://cipotato.org/sweetpotato/>. Acesso em: 30 set. 2022.

CECÍLIO FILHO, A. B.; NASCIMENTO, S.; SILVA, A. S.; VARGAS, P. F. Agronomic performance of sweet potato with different potassium fertilization rates. **Horticultura Brasileira**. v. 34, n. 4, p.588-59, 2016.

CIP-Centro Internacional de la Papa. CIP Sweetpotato Facts- Socioeconomic Indicators. 2005. Disponível em <<http://www.cipotato.org/market/Sweetpfacts/swtppind.htm>>. Acesso em 14/junho/2023.

COELHO, D. G.; et al. Application of antioxidants and an edible starch coating to reduce browning of minimally-processed cassava. **Rev. Caatinga**. 2017, 30 (2), 503–512.

CLASEN, B. M., STODDARD, T. J., LUO, S., DEMOREST, Z. L., LI, J., CEDRONE, F., ZHANG, F. Improving cold storage and processing traits in potato through targeted gene knockout. **Plant biotechnology journal**, v. 14, n. 1, p. 169-176, 2016. <https://doi.org/10.1111/pbi.12370>

DANTAS, E. A., COSTA, S. S., CRUZ, L. S., BRAMONT, W. B., COSTA, A. S., DRUZIAN, F. F. P. J. I., & MACHADO, B. A. S. Characterization and evaluation of the antioxidant properties of biodegradable films incorporated with tropical fruit pulps/Caracterizacão e avaliação das propriedades antioxidantes de filmes biodegradáveis incorporados com polpas de frutas tropicais. **Ciência Rural**, v. 45, n. 1, p. 142-149, 2015. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20131458>

DHAKAL, S., BALASUBRAMANIAM, V. M., AYVAZ, H., RODRIGUEZ-SAONA, L. E. Kinetic modeling of ascorbic acid degradation of pineapple juice subjected to combined pressure-thermal treatment. **J. Food Eng**, v. 224, p. 62-70, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2017.12.016>

EUGÊNIO, DANIELLE SILVA. Phosphate Fertilization as a Modulator of Enzymatic Browning in Minimally Processed Cassava. 2021 Dissertação (Mestrado) Universidade MILLER, G. L. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugars. **Analytical Chemistry**, Washington, v. 31, n. 3, p. 426-428, 1959.

ESPINO-DÍAZ, M. Et al, PB e Olivas, GI (2010). Desenvolvimento e Caracterização de Filmes Comestíveis à Base de Mucilagem de *Opuntia ficus-indica* (L.). **Journal of Food Science**, 75(6), E347–E352. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2010.01661>.

EMBRAPA. Cultura da batata-doce. Brasília: Embrapa, 2006. Disponível em: <<http://www.cnph.embrapa.br>>. Acesso em 14/junho/2023.

FAOSTAT, Data. Food and agriculture organization of the United Nations. **Statistical database**, 2017. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/>. Acesso em: 05 set. 2022.

FREITAS, Thaisy Gardênia Gurgel de et al. **Produção e qualidade pós-colheita de batata-doce cultivada no semiárido nordestino**. 2018.

FELLOWS, P. Introduction In: FELLOWS, P. (Ed.). **Food Processing Technology Principles and Practice**. 2. ed. Cambridge: Woodhead publishing, 2000. cap. 1, p. 1-4.

FENIMAN, C.M. Caracterização de raízes de mandioca (*Manihot esculenta*, Crantz) do cultivar IAC 576-70 quanto à cocção, composição química e propriedades do amido em duas épocas de colheita. 99 f. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, **Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP**, 2004.

FERNANDES, A. M.; SORATTO, R. P. **Nutrição mineral, calagem e adubação da batateira**. Botucatu: FEPAF; Itapetininga: ABBA, 2012. 121 p.

FERNANDES, A. M., SORATTO, R. P., MORENO, L. D. A., EVANGELISTA, R. M. Qualidade de tubérculos frescos de cultivares de batata em função da nutrição fosfatada. **Bragantia**, v. 74, p. 102-109, 2015. <https://doi.org/10.1590/1678-4499.0330>

GAO, H.; CHAI, H.; CHENG, N.; CAO, W. Effects of 24- epibrassinolide on enzymatic browning and antioxidant activity of fresh-cut lotus root slices. **Food Chem.** 2017, 217, 45–51.

GAVA, A. J.; Tecnologia de alimentos: princípios e aplicações. Nobel, São Paulo, 2008. 511p. GIANNOPOLITIS, C. N.; RIES, S. K. Superoxide dismutases: I. Occurrence in higher plants. **Plant Physiol.** 1977, 59 (2), 309–314

GONÇALVES, R.J.S. Variabilidade genética para produção de etanol e para resistência a *Meloidogyne enterolobii* em coleção de clones de batata-doce. 2011. Tese de Doutorado (Genética e Melhoramento de Plantas) - **Universidade Federal de Lavras**. 110p.

GUERRA, Antonia Mirian Nogueira de Moura et al. Hidroresfriamento e embalagens na conservação pós-colheita de cebolinha (*Allium schoenoprasum*). **Agrarian**, v. 13, n. 50, p. 567-576, 2020.

GUIMARÃES, I. R. B.; NASCIMENTO, F. C. A.; GOMES, R. S. L. C. S. A prática na manipulação de alimentos em duas feiras livres de Belém, PA. **Higiene Alimentar**, v. 32, n. 276-277, 2018

GONÇALVES NETO, A.C. Aptidões para consumo humano, produção de etanol e alimentação animal em clones de batata-doce. 2010. Tese de Doutorado (Agronomia /Fitotecnia) - **Universidade Federal de Lavras**. 77p.

HALL, A. J.; DEVEREAU, A. D. Low-cost storage of fresh sweet potatoes in Uganda: lessons from participatory and on-station approaches to technology choice and adaptive testing. **Outlook Agriculture**. v. 29, p. 275-82, 2000.

HAVIR, E. A.; MCHALE, N. A. Biochemical and developmental characterization of multiple forms of catalase in tobacco leaves. **Plant Physiol**. 1987, 84 (2), 450–455.

HE, J., YAO, L., PECORARO, L., LIU, C., WANG, J., HUANG, L., GAO, W. Cold stress regulates accumulation of flavonoids and terpenoids in plants by phytohormone, transcription process, functional enzyme, and epigenetics. **Critical Reviews in Biotechnology**, p. 1-18, 2022. <https://doi.org/10.1080/07388551.2022.2053056>

IBGE. Produção Agrícola Municipal – PAM. **Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA**. Produção agrícola municipal: lavouras temporárias e permanentes, 2017. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5457#resultado>. Acesso em: 31 ago. 2022.

HONG, Keqian et al. Quality changes and internal browning developments of summer pineapple fruit during storage at different temperatures. **Scientia Horticulturae**, v. 151, p. 68-74, 2013.

INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA. **Censo Agropecuário do Estado de São Paulo**. São Paulo: SAA: IEA: CDRS, 2020.

INSTRUÇÕES AGRÍCOLAS PARA AS PRINCIPAIS CULTURAS ECONÔMICAS. 7. ed. **Campinas: IAC**, 2014. Unico, p. 36-38.

KE, D.; SALTVEIT, M. E. Effects of calcium and auxin on russet spotting and phenylalanine ammonia-lyase activity in iceberg lettuce. **HortScience**. 1986, 21 (5), 1169–1171.

Kotler, P.; Keller, K. Administração de Marketing. São Paulo: **Pearson Education do Brasil**. (2012).

KOLARIČ, L., MINAROVÍČOVÁ, L., LAUKOVÁ, M., KAROVÍČOVÁ, J., & KOHAJDOVÁ, Z. Pasta noodles enriched with sweet potato starch: Impact on quality parameters and resistant starch content. **Journal of texture studies**, v. 51, n. 3, p. 464-474, 2020. <https://doi.org/10.1111/jtxs.12489>

LARSEN, H., MOLTEBERG, E. L.. Discolouration of Potato Tubers Under Retail Light: Cultivar Variations and Effect of Different Packaging Materials for Folva Potatoes Stored at 20 and 6° C. **Potato Research**, p. 1-17, 2022. <https://doi.org/10.1007/s11540-022-09585-6>

LEITE, C. E. C. Novas cultivares de batatas-doces (Ipomoea Batatas L. Lam.): Potencial nutricional, Composição de bioativos, propriedades antioxidantes e análise digital de imagem. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos), **Universidade Tecnológica Federal Do Paraná**, Pato Branco, 2017.

LEON, G. et al. Modified-atmosphere packaging of produce. In: RAHMAN, S. **Handbook of food preservation**.

LEE, J. H., AN, D. S., LEE, D. S. Fresh produce container adaptively controlled in its atmosphere modification under variable temperature conditions. **Biosystems Engineering**, v. 171, p. 265-271, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2018.05.005>

LIU, Y., RAGAE, S., MARCONE, M. F., & ABDEL-AAL, E. S. M. Effect of different cooking methods and heating solutions on nutritionally-important starch fractions and flatus oligosaccharides in selected pulses. **Cereal Chemistry**, v. 97, n. 6, p. 1216-1226, 2020. <https://doi.org/10.1002/cche.10344>

LOURENÇO, E.J.; NEVES, V.A.; DA SILVA, M.A. Polyphenoloxidase from Sweet M.C. Fisiologia e produção de cultivares de batata-doce em função da época de colheita. **Horticultura Brasileira**, v.25, p.371-374, 2007.

MADAL, A. P. Pós-colheita da Batata Doce. 2014. 21f. Monografia (Graduação em agronomia) – **Universidade Eduardo Mondlane, Moçambique**, 2014. Disponível em: <https://www.academia.edu/30616789/P%C3%B3s-Colheita_da_Batata_Doce>. Acesso em: 20 de nov. de 2022.

M.C. Fisiologia e produção de cultivares de batata-doce em função da época de colheita. **Horticultura Brasileira**, v.25, p.371-374, 2007.

Mamão: Pós-colheita. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. p.12- MILLER, G. L. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugars. **Analytical Chemistry**, Washington, v. 31, n. 3, p. 426-428, 1959.

MITRA, S. Nutritional status of orange-fleshed sweet potatoes in alleviating vitamin A malnutrition through a food-based approach. **J. Nutr. Food Sci**, v. 2, n. 8, p. 160, 2012. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5457#resultado>. Acesso em: 20 nov. 2022.

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Culturas- Brasil: Produção de Lavouras Temporárias e Permanentes. 2005. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/>>. Acesso em 14/junho/2023.

MIANO, A. C., ROJAS, M. L., AUGUSTO, P. E. D. Structural changes caused by ultrasound pretreatment: Direct and indirect demonstration in potato cylinders. **Ultrasonics sonochemistry**, v. 52, p. 176-183, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2018.11.015>

MILLER, G. L. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugars. **Analytical Chemistry**, Washington, v. 31, n. 3, p. 426-428, 1959.

MU, T.; SUN, H.; ZHANG, M.; WANG, C.: **Sweet potato processing technology**. Academic Press, 446p., 2017.

NAFI'AH, H. H., HINDERSAH, R., MUBAROK, S., MAULANA, H., SUGANDA, T., CONCIBIDO, V., KARUNIAWAN, A. Growth rate and yield response of several sweet potato clones to reduced inorganic fertilizer and biofertilizer. **Biodiversitas Journal of Biological Diversity**, v. 22, n. 4, 2021. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d220422>

Normas de qualidade. In: FOLEGATTI, M.I.S.; MATSUURA, F.C.A.U. OKE, M. O.; WORKNEH, T. S. A review on sweet potato postharvest processing and preservation technology. **African Journal of Agricultural Research**, v. 8, n. 40, p. 4990-5003, 2013.

NG, Z. X., ROSMAN, N. F. In vitro digestion and domestic cooking improved the total antioxidant activity and carbohydrate-digestive enzymes inhibitory potential of selected edible mushrooms. **Journal of food science and technology**, v. 56, n. 2, p. 865-877, 2019. <https://doi.org/10.1007/s13197-018-3547-6>

NOLÊTO, D. C. S.; SILVIA, C. R. P.; COSTA, C. L. S.; UCHÔA, V. T. Caracterização físico-química de batata-doce (*Ipomoea batatas* L.) comum e biofortificada. (2015)

OLIVEIRA, Emanuel Neto Alves de; SANTOS, Dyego da Costa. Tecnologia e processamento de frutos e hortaliças. 240 f. **Instituto Federal do Rio Grande do Norte, Natal**, 2015.

OLSON, P. D.; VARNER, J. E. Hydrogen peroxide and lignification. **Plant J.** 1993, 4 (5), 887–892.

OIRSCHOT, Q. E. A. VAN.; REES, D.; AKED, J. Sensory characteristics of five sweet potato cultivars and their changes during storage under tropical conditions. **Food Quality and Preference**, v. 14, p. 673–680, 2003.

PALOU, E.; et al. Polyphenoloxidase activity and color of blanched and high hydrostatic pressure treated banana puree. **Journal of Food Science**. 64: 42-45, 1999. potato: Purification and properties. *Journal of Agricultural and Food*

QUEIROGA, R. C. F et al. Efeito de inibidores da peroxidase sobre a conservação de raízes de mandioca in natura. *Brazilian Journal Food Technology* 16(2)116-124, 2013.

RASEETHA, Siva et al. Understanding the degradation of ascorbic acid and glutathione in relation to the levels of oxidative stress biomarkers in broccoli (*Brassica oleracea* L. italica cv. Bellstar) during storage and mechanical processing. **Food Chemistry**, v. 138, n. 2-3, p. 1360-1369, 2013.

RAMALHO, W.J.C.R. Análise da cinética de secagem da batata-doce (*Ipomea batatas* L.) por diferentes técnicas de secagem. Monografia (Bacharel em Engenharia de Materiais) - Centro de Tecnologia, **Universidade Federal da Paraíba**, João Pessoa, 2018.

RAMALHO, R.A.; FLORES, H.; SAUNDERS, C. Hipovitaminose A no Brasil: um problema de saúde pública. **Revista Panamericana de Salud Publica**, v.12, n.2, p.117-123. Washington ago. 2002.

RAY, R.C.; RAVI, V.; HEGDE, V.; ROO, K.R. and TOMLINS, K.I. Post Harvest Handling, Storage Methods, Pest and Diseases of Sweet Potato. in: RAY, R.C and TOMLINS, K.I. Sweet Potato: Post Harvest Aspects in Food, Feed and Industry. 3 ed. **Nova Science Publishers**, inc. New York. p 27-50 e 271-288, 2010.

REPKA, V. Improved histochemical test for in situ detection of hydrogen peroxide in cells undergoing oxidative burst or lignification. **Biol. Plant**. 1999, 42 (4), 599–607.

REYES, F. L.; VILLARREAL, J. E.; CISNEROS-ZEVALLOS, L. The increase in antioxidant capacity after wounding depends on the type of fruit or vegetable tissue. **Food Chemistry**, v. 101, p. 1254–1262, 2007.

REYES, L. F.; VILLARREAL, J. E.; CISNEROS-ZEVALLOS, L. The increase in antioxidant capacity after wounding depends on the type of fruit or vegetable tissue. **Food Chem.** 2007, 101 (3), 1254–1262.

RIBEIRO, J. A.; SEIFERT, M.; CANTILLANO, R. F. F.; NORA, L. Efeito de coberturas comestíveis, aplicadas em maçãs ‘fuji’ minimamente processadas, na qualidade da fruta durante o armazenamento refrigerado. **Revista da Jornada de Pós-Graduação e Pesquisa-Congrega Urcamp**, v. 14, p. 1406-1422, 2017.

RODRIGUES, N. da R.; BARBOSA JUNIOR, J.L.; BARBOSA, M.I.M.J. Determination of physico-chemical composition, nutritional facts and technological quality of organic orange and purple-fleshed sweet potatoes and its flours. **Internacional Food Research Journal.** 23(5), 2071-2078, 2016.

STEED, L.E.; TRUONG, V.D. Anthocyanin Content, Antioxidant Activity, and Selected Physical Properties of Flowable Purple-Fleshed Sweetpotato Purees. **Journal of Food Science**, v. 73, n. 5, 2008.

STARK, J. C., LOVE, S. L. E., KNOWLES, N. R. Tuber quality. **Potato production systems**, p. 479-497, 2020. https://doi.org/10.1007/978-3-030-39157-7_15

SÁNCHEZ-RANGEL, Juan Carlos et al. The Folin–Ciocalteu assay revisited: improvement of its specificity for total phenolic content determination. **Analytical Methods**, v. 5, n. 21, p. 5990-5999, 2013.

SANCHEZ-RANGEL Juan Carlos; BENAVIDES, A Jorje; HEREDIA,B; CISNEROS ZEVALLOSC Luis; JACOBO-VELAZQUEZ Daniel. O ensaio de Folin-Ciocalteu revisitado: melhoria de sua especificidade para determinação do teor de fenólicos totais. **The Royal Society of Chemistry** 2013. Anal. Métodos, 2013, 5, 5990–5999

SANTOS, VALÉCIA NOGUEIRA et al. Harvest time as a modulator of phytochemicals in sweet potato cultivars for the industry. **Revista Caatinga**, v. 35, p. 956-963, 2022.

SCHWARTZ, A. Characterization of adventitious root development in sweet potato. SILVA, J. B. C. da; LOPES, C. A. L.; MAGALHÃES, J. S.M. **Embrapa Hortaliças, Sistemas de Produção**, 6 ISSN 1678-880X Versão Eletrônica Jun./2008 Acesso em: 01 set 2022.

SHARMA, K. M., KUMAR, R., PANWAR, S., KUMAR, A. Proteases alcalinas microbianas: Otimização dos parâmetros de produção e suas propriedades. **Journal of Genetic Engineering and Biotechnology**, v. 15, n. 1, pág. 115-126, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.jgeb.2017.02.001>

SILVA, J. B. C.; LOPES, C. A.; MAGALHÃES, J. S. Cultura da batata-doce. Agricultura: Tuberosas amiláceas latino-americanas, São Paulo: **Cargill**, v. 2, p. 449-503, 2002.

SILVA, C. A. B. **The growing role of contract farming in agri-food**. Rome: FAO, 2005

SYSTAT SOFTWARE. SigmaPlot for Windows Version 12.0. San Jose: **Systat Software Inc.**, 2011.

SOUZA, Diane Maschio de et al. **Otimização do processo de secagem para produção de farinha de batata-doce biofortificada**. 2019.

TORTOE, C.; OBODAI, M.; AMOA-AWUA, W. Microbial deterioration of white variety sweet potato (*Ipomoea batatas* (L) Lam) under different storage structures. **International Journal of Plant Biology**, v. 1, p. 52-55, 2010. v.8, n.1, p.116-125, 2017. <https://doi.org/10.14295/cs.v8i1.1864>

TOKUSOGLU, O., YILDIRIM, Z. Effects of cooking methods on the anthocyanin levels and antioxidant activity of a local Turkish sweetpotato [*Ipomoea batatas* (L.) lam] cultivar Hatay Kirmizi: Boiling, steaming and frying effects. **Turkish Journal of Field Crops**, v. 17, p. 87–90, 2012. <https://doi.org/10.17557/TJFC.88075>

VALLELIAN-BINDSCHEDLER, L.; SCHWEIZER, P.; MÖSINGER, E.; METRAUX, J. P. Heat-induced resistance in barley to powdery mildew (*Blumeria graminis* sp. hordei) is associated with a burst of active oxygen species. **Physiol. Mol. Plant Pathol.** 1998, 52 (3), 185–199.

VIANA, D.J.S. Produção e qualidade de raízes, ramas e silagem de ramas de clones de batata-doce em diferentes locais e épocas de colheita. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal). Faculdade de Ciências Agrárias, **Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina**, 69p. 2009.

VIANELLO et., alAR (1991) Meteorologia Básica e Aplicações. **UFV Imprensa Universitária**. 449p

VARGAS, P.F.; GODOY, D.R.Z.; DE ALMEIDA, L.C.F.; CASTOLDI, R. VILLORDON, A.; LABONTE, D. R.; FIRON, N.; KFIR, Y.; PRESSMAN, E. YEMN, E. W.; WILLIS, A. J. The estimation of carbohydrate in plant extracts by anthrone. **The Biochemical Journal**, London, v. 57, p.508-514, 1954.

WU, M., ZHOU, Z., YANG, J., ZHANG, M., CAI, F., LU, P. ZnO nanoparticles stabilized oregano essential oil Pickering emulsion for functional cellulose nanofibrils packaging films with antimicrobial and antioxidant activity. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 190, p. 433-440, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2021.08.210>

WANG, S., PAN, D., LV, X., SONG, X., QIU, Z., HUANG, C., HUANG, R., CHEN, W. Proteomic approach reveals that starch degradation contributes to anthocyanin accumulation in tuberous root of purple sweet potato. **Journal of Proteomics**, v. 143, p. 298-305, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.jprot.2016.03.010>

XIONG, W., DEVKOTA, L., ZHANG, B., MUIR, J., DHITAL, S. Intact cells: “Nutritional capsules” in plant foods. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 21, n. 2, p. 1198-1217, 2022. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12904>

YANG, W., WANG, P., ZHANG, W., XU, M., YAN, L., YAN, Z., WANG, L. Review on preservation techniques of edible lily bulbs in China. **CyTA-Journal of Food**, v. 20, n. 1, p. 172-182, 2022. <https://doi.org/10.1080/19476337.2022.2107708>

YADANG, G., MBOME, IL, & NDJOUENKEU, R. Changes in amylase activity, hot-paste viscosity and carbohydrates during natural fermentation of sweet potato (*Ipomea batatas*). In: **AGRAR-2013: 1ère conférence de la recherche africaine sur l'agriculture, l'alimentation et la nutrition**. Yamoussokro, Cote d'Ivoire. 2013. p. 683. <https://doi.org/10.14303/ajfst.2013.035>

YEMN, E. W.; WILLIS, A. J. The estimation of carbohydrate in plant extracts by anthrone. **The Biochemical Journal**, London, v. 57, p.508-514, 1954.