



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

VALÉCIA NOGUEIRA SANTOS E SILVA

**ÉPOCA DE COLHEITA COMO MODULADOR DE COMPOSTOS BIOATIVOS EM
CVS. DE BATATA DOCE MINIMAMENTE PROCESSADA**

MOSSORÓ-RN

2019

VALÉCIA NOGUEIRA SANTOS E SILVA

**ÉPOCA DE COLHEITA COMO MODULADOR DE COMPOSTOS BIOATIVOS EM
CVS. DE BATATA DOCE MINIMAMENTE PROCESSADA**

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 Agronomia: Fitotecnia.

Linha de Pesquisa: Tecnologia Pós-Colheita

Orientador: Prof. Dr. Aurélio Paes Barros Júnior

MOSSORÓ-RN

2019

© 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 nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-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.

S586É Silva, Valécia Nogueira Santos e.

Época de colheita como modulador de compostos bioativos em cvs. de batata-doce minimamente processada / Valécia Nogueira Santos e Silva. - 2019.

82 f. : il.

Orientador: Aurélio Paes Barros Júnior.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal

Rural do Semi-árido, Programa de Pós-graduação em Fitotecnia, 2019.

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.

VALÉCIA NOGUEIRA SANTOS E SILVA

**ÉPOCA DE COLHEITA COMO MODULADOR DE COMPOSTOS BIOATIVOS EM
CVS. DE BATATA DOCE MINIMAMENTE PROCESSADA**

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 Agronomia: Fitotecnia.

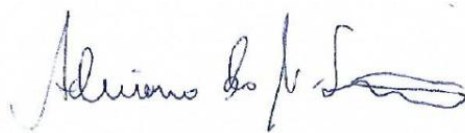
Linha de Pesquisa: Tecnologia Pós-Colheita

Defendida em: 17 /12 / 2019.

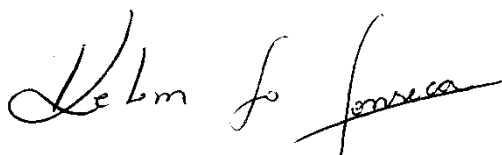
BANCA EXAMINADORA



Dr. Aurélio Paes Barros Júnior (UFERSA)
Presidente



Dr. Adriano do Nascimento Simões (UFRPE/UAST)
Membro Examinador



Dr. Kelem Silva Fonseca (UFRPE/UAST)
Membro Examinador

À minha mãe, Laércia Rodrigues dos Santos Silva, por ser a minha melhor referência e o motivo maior para todas as minhas lutas. Sem você, nada disso seria possível.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Durante minha formação tive a oportunidade de receber orientações e apoio de muitas pessoas e instituições. Quero manifestar meus agradecimentos sinceros a todos, com a certeza de que cada pessoa e cada instituição fizeram possível alcançar este objetivo.

Meus agradecimentos sinceros:

A minha mãe Laércia Rodrigues por todo amor, compreensão, palavras sábias, por ser minha fortaleza e meu maior exemplo de força e coragem, e por ensinar a importância do estudo na realização dos meus sonhos;

Aos meus irmãos Keline e Valdir Júnior, pelo apoio e pela ligação mais forte que já tive na vida e por me incentivarem a não desistir dos meus objetivos;

Aos meus sobrinhos Arthur, Marina, Heitor e Esaú, por serem as luzes da minha vida;

À minha família de um modo geral, por todos os ensinamentos e torcida;

A Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA);

À Pró-Reitoria de pesquisa e Pós-Graduação, pelo o apoio financeiro e incentivo à pesquisa;

Ao Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia (PGPF), pela oportunidade de realização do curso de mestrado;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa concedida;

A Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (FACEPE) pelos equipamentos utilizados;

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 parte do experimento e parte das análises do presente trabalho;

Aos professores Aurélio Paes Barros Júnior e Adriano do Nascimento Simões, pelas orientações, amizade e atenção, contribuindo para meu crescimento profissional. Seus conhecimentos e ensinamentos não são limitados apenas ao meio acadêmico, é um crescimento pessoal e profissional que são fundamentais para a formação do mestre;

À Dr^a. Kelem Silva Fonseca pela contribuição, amizade e incentivo;

À professora Patrícia Ligia Dantas de Moraes, por ceder os equipamentos, e a todos que fazem o laboratório de pós-colheita, em especial a Naama Jéssica pela disponibilidade e ensinamentos;

A todos os professores, funcionários e alunos do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia da UFERSA e do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal da UFRPE;

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, em especial a Sarah Alencar, Danielle Eugênio, Lucas Pierre, Paulo Amorim, Rosilene Medeiros, Jheizon Nascimento, Lady Daiane, Carlos Natan, Matheus Gonçalves, Ericks Pires, Rafael Pereira, Rafael Anchieta, Samara Almeida, Maria Louize e Kathleen Lima;

Ao Grupo de Estudos e Pesquisa em Produção Agrícola e Recursos Genéticos Vegetais (GEPPARG), pelo apoio na durante a etapa de campo do trabalho e pela amizade, em especial a Ricardo Albuquerque por toda a ajuda durante essa etapa;

Aos meus companheiros da república House of Science, Michele Barbosa, Manoel Galdino, Ricardo Albuquerque, Giordanio Bruno e Fernanda Larrisse pela paciência, carinho, atenção, afeto e acolhimento;

À Janaína Renata e Maria Aparecida que sempre se fizeram tão presentes, e sem dúvidas suas palavras, ensinamento e atitudes foram essenciais para esta conquista;

Meus agradecimentos também àqueles que contribuíram, direta ou indiretamente, para a realização deste trabalho. Minha eterna gratidão!

O primeiro grau do heroísmo é vencer o medo.

G. Bona

RESUMO

A época de colheita da batata-doce é um dos fatores pré-colheita importantes para modular o escurecimento em batata-doce minimamente processada de cor branca e o esbranquecimento nas de polpa colorida. Neste estudo, foram avaliadas épocas de colheitas para diferentes cultivares de batata doce de polpa branca, Mãe de Família Roxa, BRS Cuia, BRS Rubissol e Petrolina, e batatas-doces de polpa colorida, Beterraba (polpa roxa), BRS Amélia e Jerimum (polpa alaranjada), que reúnam diferentes aspectos qualitativos para sua comercialização após o processamento mínimo. As raízes foram colhidas aos 120, 150 e 180 dias após o plantio, submetidas ao processamento mínimo e mantidas a 5 °C, por 10 dias. Os sintomas que levaram a perda da qualidade visual para as batatas-doces foram o escurecimento e o esbranquecimento, intensificados nas batatas-doces colhidas aos 120 dias. Nas cultivares de polpa branca, colhidas aos 120 dias as atividades das enzimas PPO e POD foram mais altas sendo gatilhos para um rápido escurecimento. As cultivares de polpa coloridas apresentaram pouco escurecimento. Houve uma diminuição nos conteúdos de compostos fenólicos totais com o avanço da época de colheita, para todas as cultivares, com exceção da cv. BRS Amélia. O retardo da colheita proporcionou incrementos de carotenoides totais no primeiro dia para as cultivares de polpa colorida, no entanto, o teor de carotenoides totais diminuiu durante a conservação para essas cultivares. O atraso na colheita de 120 para 180 dias, não incrementou, significativamente, os teores de amido, sólidos solúveis e açúcares solúveis totais. Além disso, foi possível sugerir que a cv. BRS Cuia não é adequada ao processamento mínimo pelo seu rápido escurecimento depois de cortado e a cv. Beterraba, por ter baixos níveis de açúcares, também não foi adequado à indústria de raízes frescas como é o caso de minimamente processadas, e sim para indústria de extração de compostos bioativos, no qual possuem em destaque em seus tecidos. Para a cv. Beterraba (roxa) o conteúdo de betacianina foi maior nas batatas colhidas aos 120 dias, no entanto esse conteúdo diminuiu durante a conservação, ao contrário das batatas colhidas aos 150 e 180 dias que apresentaram um leve incremento durante a conservação, o conteúdo de betaxantina manteve-se constante, na conservação, para as batatas colhidas aos 120 dias e reduziu para aquelas colhidas aos 150 e 180 dias. Batata-doce colhida entre 150 e 180 dias, em condições refrigeradas, apresentaram maior rendimento industrial e escureceram menos durante a conservação, tornando essas raízes mais atrativas para o consumo e permitindo que nesse intervalo de tempo o produtor escolha a época de colheita e cultivar de acordo com a demanda no mercado para a batata-doce.

Palavras-chave: *Ipomoea batatas* (L.) Lam, compostos bioativos, pós-colheita.

ABSTRACT

The harvest time of sweet potatoes is one of the important pre-harvest factors for modulating browning in minimally processed white sweet potatoes and whitening in colored fleshed ones. In this study, harvest times were evaluated for different white-fleshed sweet potato cultivars, Mãe de Família Roxa, BRS Cuia, BRS Rubissol and Petrolina, and colored-fleshed sweet potatoes, Beetroot (purple flesh), BRS Amélia and Jerimum (orange pulp), which bring together different qualitative aspects for their commercialization after minimal processing. The roots were harvested at 120, 150 and 180 days after planting, subjected to minimal processing and maintained at 5 ° C for 10 days. The symptoms that led to the loss of visual quality for sweet potatoes were darkening and whitening, intensified in sweet potatoes harvested at 120 days. In the white pulp cultivars, harvested at 120 days, the activities of the enzymes PPO and POD were higher, being triggers for rapid browning. The colored pulp cultivars showed little darkening. There was a decrease in the contents of total phenolic compounds with the advance of the harvesting season, for all cultivars, except for cv. BRS Amélia. The delay in harvesting resulted in increments of total carotenoids on the first day for colored pulp cultivars, however, the content of total carotenoids decreased during conservation for these cultivars. The delay in harvesting from 120 to 180 days did not significantly increase the levels of starch, soluble solids and total soluble sugars. In addition, it was possible to suggest that cv. BRS Cuia is not suitable for minimal processing due to its quick browning after cutting and cv. Beets, due to their low sugar levels, were also not suitable for the fresh root industry, as is the case for minimally processed, but for the extraction industry of bioactive compounds, in which they have a prominent feature in their fabrics. For cv. Beet (purple) the content of betacyanin was higher in potatoes harvested at 120 days, however this content decreased during storage, unlike potatoes harvested at 150 and 180 days which showed a slight increase during storage, the content of betaxanthin maintained remained constant, in conservation, for potatoes harvested at 120 days and reduced for those harvested at 150 and 180 days. Sweet potatoes harvested between 150 and 180 days, under refrigerated conditions, showed higher industrial yield and darkened less during conservation, making these roots more attractive for consumption and allowing the producer to choose the time of harvest and cultivate in that time. according to market demand for sweet potatoes.

Keywords: *Ipomoea potatoes* (L.) Lam, bioactive compounds, post-harvest.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** – Raízes de batata-doce: cvs. Petrolina, Mãe de Família Roxa, BRS Rubissol, BRS Cuia, BRS Amélia, Jerimum e Beterraba. Mossoró-RN, UFERSA, 2019..... 36
- Figura 2** – Fluxograma utilizado para raízes de batata-doce, adaptado de Brito et al. (2013). Mossoró-RN, UFERSA, 2019..... 38
- Figura 3** – Notas visuais das raízes de batata-doce minimamente processada colhidas aos 120; 150 e 180 dias após plantio (DAP), e mantidas a 5 ± 2 °C por dez dias. cvs. Mãe de Família Roxa (A), BRS Cuia (B), BRS Rubissol (C), Petrolina (D), Beterraba (E), BRS Amélia (F) e Jerimum (G). As linhas pontilhadas em vermelho indicam o limite de aceitação comercial nota 3. Mossoró-RN, UFERSA, 2019. As barras representam o desvio padrão da média..... 48
- Figura 4** – Raízes de batata-doce de polpa colorida minimamente processadas colhidas aos 120; 150 e 180 dias após plantio (DAP), aos dias zero e dez dias de conservação a 5 ± 2 °C. cvs. Beterraba, BRS Amélia, Jerimum. As setas em preto indicam sintomas que levaram a diminuição da qualidade visual pelo esbranquecimento superficial do tecido. Mossoró-RN, UFERSA, 2019..... 49
- Figura 5** – Teor de compostos fenólicos totais, atividade da polifenoloxidase (PPO), e atividade da peroxidase (PPO), em raízes de batata-doce de polpa branca minimamente processadas colhidas aos 120, 150 e 180 dias após plantio (DAP), e mantidas a 5 ± 2 °C por dez dias. cvs. Mãe de Família Roxa (A e E), BRS Cuia (B e F), BRS Rubissol (C e G) e Petrolina (D e H). As barras representam o desvio padrão da média. As letras representam diferença significativa entre os tratamentos, letras maiúsculas para as épocas de colheita e minúsculas para os dias de conservação. Mossoró-RN, UFERSA, 2019.....51
- Figura 6** – Teor de compostos fenólicos totais, atividade da polifenoloxidase (PPO), e

atividade da peroxidase (POD), em raízes de batata-doce de polpa colorida minimamente processadas colhidas aos 120, 150 e 180 dias após plantio (DAP), e mantidas a 5 ± 2 °C por dez dias. cvs. Beterraba (A, D e G), BRS Amélia (B, E e H) e Jerimum (C, F e I). As barras representam o desvio padrão da média. As letras representam diferença significativa entre os tratamentos, letras maiúsculas para as épocas de colheita e minúsculas para os dias de conservação. Mossoró-RN, UFERSA, 2019.....52

Figura 7 – Raízes de batata-doce de polpa branca minimamente processadas colhidas aos 120, 150 e 180 dias após plantio (DAP), aos dias zero e dez dias de conservação a 5 ± 2 °C. cvs. BRS Cuia, BRS Rubissol, Petrolina e Mãe de Família Roxa. As setas em vermelho indicam sintomas que levaram a diminuição da qualidade visual pelo escurecimento superficial do tecido ocasionado pela atividade das enzimas PPO e POD. Mossoró-RN, UFERSA, 2019.....53

Figura 8 – Teores de carotenoides totais em raízes de batata-doce de polpa colorida minimamente processadas colhidas aos 120, 150 e 180 dias após plantio (DAP), e mantidas a 5 ± 2 °C por dez dias. cvs. Beterraba (A), BRS Amélia (B) e Jerimum (C). As barras representam o desvio padrão da média. As letras representam diferença significativa entre os tratamentos, letras maiúsculas para as épocas de colheita e minúsculas para os dias de conservação. Mossoró-RN, UFERSA, 2019.....55

Figura 9 – Teores de carotenoides totais em raízes de batata-doce de polpa branca minimamente processadas colhidas aos 120, 150 e 180 dias após plantio (DAP), e mantidas a 5 ± 2 °C por dez dias. cvs. Mãe de Família Roxa, BRS Cuia, BRS Rubissol e Petrolina. As barras representam o desvio padrão da média. As letras representam diferença significativa entre os tratamentos, letras maiúsculas para as épocas de colheita e minúsculas para os dias de conservação. Mossoró-RN, UFERSA, 2019.....56

Figura 10 – Conteúdo de betaxantina e betacianina em raízes de batata-doce da cv. Beterraba minimamente processada colhidas aos 120; 150 e 180 dias após plantio (DAP), e mantidas a 5 ± 2 °C por dez dias. As barras representam o

desvio padrão da média. As letras representam diferença significativa entre os tratamentos, letras maiúsculas para as épocas de colheita e minúsculas para os dias de conservação. Mossoró-RN, UFERSA, 2019.....57

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	– Escala tipo Likert com cinco pontos para análise visual de batata doce minimamente processada no formato ‘rodela’, cv. Beterraba. Mossoró-RN. UFERSA. 2019.....	40
Tabela 2	– Escala tipo Likert com cinco pontos para análise visual de batata doce minimamente processada no formato ‘rodela’, cv. BRS Amélia. Mossoró- RN. UFERSA. 2019.....	40
Tabela 3	– Escala tipo Likert com cinco pontos para análise visual de batata doce minimamente processada no formato ‘rodela’, cv. Jerimum. Mossoró-RN. UFERSA. 2019.....	41
Tabela 4	– Escala tipo Likert com cinco pontos para análise visual de batata doce minimamente processada no formato ‘rodela’, cv. BRS Rubissol. Mossoró- RN. UFERSA. 2019.....	41
Tabela 5	– Escala tipo Likert com cinco pontos para análise visual de batata doce minimamente processada no formato ‘rodela’, cv. BRS Cuia. Mossoró-RN. UFERSA. 2019.....	42
Tabela 6	– Escala tipo Likert com cinco pontos para análise visual de batata doce minimamente processada no formato ‘rodela’, cv. Petrolina. Mossoró-RN. UFERSA. 2019.....	42
Tabela 7	– Escala tipo Likert com cinco pontos para análise visual de batata doce minimamente processada no formato ‘rodela’, cv. Mãe de Família Roxa. Mossoró- RN. UFERSA. 2019.....	43
Tabela 8	– Rendimento agroindustrial (%) em raízes de batata-doce minimamente processadas colhidas aos 120, 150 e 180 dias após plantio (DAP). cvs. Beterraba, Jerimum, BRS Amélia, BRS Cuia, Mãe de Família Roxa, Petrolina e BRS Rubissol. Mossoró-RN, UFERSA, 2019.....	46

Tabela 9	– Valores médios do tempo de cocção (minutos) em raízes de batata-doce minimamente processadas colhidas aos 120; 150 e 180 dias após plantio (DAP), e mantidas armazenadas a 5 ± 2 °C por dez dias. cvs. Mãe Família Roxa, BRS Cuia, BRS Rubissol, Petrolina, Beterraba, BRS Amélia e Jerimum. Mossoró-RN, UFERSA, 2019.....	47
Tabela 10	– Teor de amido e açúcares solúveis totais (%) em raízes de batata-doce minimamente processadas colhidas aos 120; 150 e 180 dias após plantio (DAP), e mantidas a 5 ± 2 °C por dez dias, cvs. Mãe de Família Roxa, BRS Cuia, BRS Rubissol, Petrolina, Beterraba, BRS Amélia e Jerimum. Mossoró-RN, UFERSA, 2019.....	58
Tabela 11	– Valores médios dos teores de sólidos solúveis (%) em raízes de batata-doce minimamente processadas colhidas aos 120; 150 e 180 dias após plantio (DAP), e mantidas armazenadas em 5 ± 2 ° C por dez dias. cvs. Mãe de Família Roxa, BRS Cuia, BRS Rubissol, Petrolina, Beterraba, BRS Amélia e Jerimum. Mossoró-RN, UFERSA, 2019.....	59

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO GERAL.....	17
2	REVISÃO DE LITERATURA	20
	2.1 Batata-doce: Origem, classificação e características agronômicas.....	20
	2.2 Importância social e econômica.....	20
	2.3 Produtividade e produção.....	21
	2.4 Idade de colheita.....	22
	2.5 Características qualitativas.....	23
	2.5.1 Compostos antioxidantes.....	24
	2.5.1.1 Pigmentos	25
	2.5.1.2 Compostos fenólicos	27
	2.5.2 Enzimas oxidativas.....	28
	2.6 Fatores pós-colheita como indutores de compostos bioativos.....	28
	2.7 Processamento mínimo.....	29
	2.8 Processamento mínimo e qualidade pós-colheita da batata-doce.....	30
3	MATERIAIS E MÉTODOS	35
	3.1 Material vegetal.....	35
	3.2 Localização e caracterização da área de cultivo.....	36
	3.3 Delineamento experimental e Análise Estatística.....	37
	3.4 Processamento mínimo.....	37
	3.5 Avaliações Físicas.....	39
	3.5.1 Rendimento Agroindustrial	39
	3.5.2 Avaliação visual (aparência geral)	39
	3.5.3 Tempo de cocção.....	43
	3.6 Avaliações Físico-químicas.....	43
	3.6.1 Teor de sólidos solúveis totais.....	43
	3.7 Avaliações Bioquímicas e fisiológicas.....	44
	3.7.1 Teor de açúcares solúveis totais.....	44
	3.7.2 Teor de amido.....	44
	3.7.3 Teor de fenóis solúveis totais.....	44
	3.7.4 Extração e ensaio da Polifenoloxidase (EC 1.14.18.1; PPO)	45

e Peroxidase (EC 1.11.17; POD)

	3.7.5 Teor de carotenoides totais.....	45
	3.6.6 Conteúdo de betalaína (betacianina e betaxantina).....	46
4	RESULTADOS	47
5	DISCUSSÃO.....	60
6	CONCLUSÕES.....	66
	REFERÊNCIAS	67

1 INTRODUÇÃO

A batata-doce (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) está entre as cinco culturas mais consumidas na alimentação humana nos países em desenvolvimento, perdendo apenas para as culturas do arroz, trigo, milho e mandioca (LIN et al., 2007). A batata-doce é produzida em mais de 100 países, cuja produção mundial foi de 134,75 milhões de toneladas em 2017 (FAOSTAT, 2017). No Brasil, a cultura é de grande importância social, sendo considerada a quarta hortaliça mais consumida. Em 2017, o país produziu cerca de 776,29 mil toneladas (FAOSTAT, 2018). A batata-doce é cultivada como cultura marginal, com baixo investimento e produtividade, sofrendo com restrições tanto na comercialização nos supermercados quanto na aceitação do consumidor (CHAKRABORTY et al., 2017). É uma cultura negligenciada pelo setor agrícola tanto na pesquisa pública quanto na iniciativa privada, no entanto, esse contexto está mudando nos últimos anos em consequência do aumento do consumo e por consequência o interesse em estudar a cultura (VARGAS et al., 2017), em parte pelo seu potencial antioxidante (PEREIRA & CARDOSO, 2012; CERQUEIRA et al., 2007; LIM et al., 2013).

Há uma grande diversidade de cultivares de batata-doce, que diferem desde a coloração da casca, polpa e película até o formato e tamanho das raízes (EMBRAPA, 2008). Dentre as 24 variedades de batatas-doces cultivadas no Brasil, as mais comercializadas são as de polpa branca e creme (DA SILVA et al., 2015). Contudo, as cultivares de polpa pigmentadas possuem teores elevados de carotenoides (MITRA, 2012; AKHTAR et al., 2013) os quais possuem maior potencial antioxidante, uma possível alternativa para a suplementação alimentar que visa complementar a carência de vitamina A, sendo uma fonte de baixo custo e abundante de β -caroteno quando comparadas com cultivares de polpa branca e creme (ISLAM et al., 2016). As raízes de batata-doce também são fontes de compostos fenólicos, os quais possuem um grande potencial para uso como alimento funcional melhorando a saúde humana, e consequentemente, este conteúdo fenólico pode servir como um indicador útil para as atividades antioxidantes das batatas-doces (TEOW et al., 2007).

A batata-doce minimamente processada vem se destacando como uma alternativa promissora, visto que, após o corte, os compostos fenólicos e a atividade antioxidante são aumentados (REYES et al., 2007). Porém, seu processamento na indústria de alimentos e sua comercialização na forma processada ainda acontece em pequena escala, como por exemplo, batata-doce na forma frita, na forma de fécula e até mesmo minimamente processada,

geralmente, esses produtos possuem os preços diferenciados em relação à mandioca, sendo uma boa alternativa de comercialização.

A composição nutricional, o potencial produtivo e disponibilidade na obtenção coloca a batata-doce entre os interesses da indústria quanto à sua utilização, seja como minimamente processado, matéria-prima para obtenção de biocompostos e corantes de ordem natural, na obtenção de produtos industrializados com qualidade nutricional ou até mesmo na utilização de suas substâncias em outros produtos, visando agregar maior valor comercial (VALDEZ et al., 2001). No tocante à utilização de produtos de origem vegetal visado a síntese de metabólitos secundários com propriedades promotoras de saúde, mostrou várias vantagens quando comparado com outras tecnologias de produção disponíveis (JACOBO-VELÁZQUEZ, et al., 2012). Além disso, investigações complementares devem elucidar condições ótimas de colheita e processamento que induzam o maior acúmulo de compostos nutraceuticos em culturas hortícolas, como a batata-doce. Esta cultura pode ser comercializada no mercado nutraceutico ou utilizada como matéria-prima para a produção de alimentos funcionais (JACOBO-VELÁZQUEZ, et al., 2017).

Em condições de regiões semiáridas, a cultura da batata-doce enfrenta alguns fatores limitantes, como altas temperaturas, excesso de luz e baixa disponibilidade hídrica (MEDEIROS et al., 1990; VILLORDON et al., 2010). E, é sabido que esses fatores climáticos e edáficos influenciam o teor de fitoquímicos presentes na batata-doce, que também são influenciados por fatores intrínsecos como a variedade, genética e estágio de maturação (GOBBONETO; LOPES, 2007). Assim faz-se necessário ajustes pré e pós-colheita para as diferentes cultivares de batata-doce cultivadas em condições semiáridas. Tem-se verificado no Semiárido do Brasil, que o atraso na colheita de batata-doce de 90 para 150 dias aumentou os teores de açúcares, amido e vitamina C, e reduziu o tempo de cozimento, para cultivares de polpa branca e alaranjada (ALBUQUERQUE et al., 2018), fitoquímicos que as tornam potenciais para uso de mesa ou indústria. Neste mesmo estudo foi observado que o atraso da colheita potencializou acúmulo amido, firmeza e tempo de cocção em algumas cultivares. Assim, atrasos na colheita de batata-doce no Sertão até 150 dias, pode ser uma alternativa para comercialização de batatas de polpa creme e laranja para consumo de mesa. No entanto, esses estudos foram realizados com raízes inteiras (ALBUQUERQUE et al., 2018). A técnica de atraso de colheita para cultivares de batata-doce, de diferentes colorações de polpa, minimamente processadas pode ser um bom artifício tecnológico para manter qualidade. O atraso na colheita em mandioca de mesa, aumentam a suscetibilidade da raiz ao

escurecimento, se conservadas minimamente processadas, em parte, devido uma modulação diferencial nas atividades de enzimas do metabolismo antioxidante, polifenoloxidase (PPO) e peroxidase (POD) (COELHO et al., 2019). Em batata-doce, parece ser o inverso, raízes mais jovens são mais suscetíveis ao escurecimento. Estes distúrbios fisiológicos podem ter origem no metabolismo oxidativo (XU et al., 2013), associados com enzimas que oxidam compostos fenólicos como a PPO e POD (TRIBST et al., 2016).

Assim, sugere-se que o atraso na colheita pode mudar a síntese e acúmulo de compostos bioativos importantes com propriedades antioxidantes, e assim, melhorar a qualidade de batata doce minimamente processada, tornando-a mais atrativa para o consumo.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Batata-doce: Origem, classificação e características agronômicas

A batata-doce é oriunda da América do Sul. No referente a sua classificação botânica, ela pertence ao reino Plantae, a sua divisão é Magnoliophyta, sua classe é a Magnoliopsida, sua ordem é Solanales, sua família é Convolvulaceae, seu gênero é o *Ipomoea*, e seu nome científico é *Ipomoea batatas* (L.) Lam (CHUKI et al., 2003). As raízes de batata-doce podem ser de dois tipos, de mesa e forrageiras. Possuem raízes de reserva, que é a principal parte de interesse comercial, seu crescimento pode começar com quatro semanas após o plantio (ECHER, 2015).

A cultura se destaca por ser a sétima cultura mais importante do mundo, não sendo apenas uma fonte rica de energia, mas também por conter muitos subprodutos úteis (MUSSOLINE & WILKIE, 2017). Seu tubérculo é o principal órgão colhido que funciona principalmente no armazenamento e reprodução de nutrientes. Muitas cultivares de batata-doce existem globalmente, e apresentam diferenças no tamanho, cor da casca (podendo ser branca, creme, amarelo, laranja, rosa, vermelha e roxa) (ROSE & VASANTHAKAALAM, 2011) e cor da polpa (podendo ser branca, creme, laranja, amarela e roxa). No entanto, as cultivares que possuem raízes de casca roxa, rosada, e polpa branca e creme são as mais comumente comercializadas (EMBRAPA, 2008).

O ciclo de desenvolvimento da batata-doce é dividido em fase inicial, onde ocorre crescimento das raízes adventícias; fase intermediária, onde se inicia o período de tuberização das raízes; e por fim ocorre o acúmulo de fotoassimilados (QUEIROGA et al., 2007). A batata-doce é uma rica fonte de carboidratos, fibra dietética, β -caroteno, minerais e outros nutrientes, cujas quantidades são dependentes da cultivar (ENDRIAS DAKO, 2016). A aceitação do consumidor diz respeito principalmente à aparência externa dos tubérculos, bem como ao paladar, sendo ambos principalmente influenciados pela composição bioquímica.

2.2 Importância social e econômica

A batata-doce é a única espécie da família *Convolvulaceae* que é utilizada tanto na alimentação humana quanto na animal, as demais espécies dessa família são comumente

utilizadas como plantas ornamentais na Ásia, África e Austrália (ECHER, 2015; HALL; PHATAK, 1993).

Ela possui grande potencial econômico e social, desempenhando um papel importante na nutrição humana, contribuindo na suplementação alimentar nos países em desenvolvimento. O valor nutricional das raízes da batata-doce é semelhante ao da mandioca ou da batata, no entanto possui teores de β -caroteno superiores, devido algumas cultivares possuírem coloração amarela, alaranjada e até mesmo roxa, ricas neste precursor da vitamina A (BOVELL- BENJAMIN, 2007).

A batata-doce tem usos culinários domésticos e também pode servir como matéria-prima para processos industriais, produzindo doces, farinhas, flocos e amido. Devido ao seu alto teor de amido, ela tem o potencial de ser cultivada para fins industriais (ROESLER et al., 2008). No Brasil, o uso industrial da batata-doce ainda é limitado, sendo consumida majoritariamente cozida. Em relação à produção, cerca de 40% das raízes não se encontram em boas condições para comercialização.

2.3 Produtividade e produção

No Brasil, o investimento na cultura da batata-doce ainda é pouco, os principais fatores que contribuem nesse cenário são tecnologia de produção inadequada, falta de cultivares selecionadas e de manejo adequado (SILVA; LOPES; MAGALHÃES, 2004).

O cultivo da batata-doce é empregado como uma cultura de subsistência e apenas o excesso é comercializado (SANTOS et al., 2006). A cultura tem grande potencial em trazer retorno financeiro, já que possui facilidade de cultivo e baixos custos de produção. Foi realizado experimento na região de Itabaiana-SE, com o objetivo de calcular os custos e lucro para a cultura irrigada (MELO, 2009). Os resultados foram satisfatórios, sendo obtidos cerca de R\$ 9,540, 87 por hectare plantado, obtendo-se mensalmente cerca de R\$ 795,07. Mostrando, assim que a cultura da batata doce pode manter o homem no campo, já que ela permite um bom lucro para o capital investido.

No período de 2005 a 2014, a produtividade brasileira de batata-doce aumentou de 11,3 a 13,2 t/ha, e variou entre 513,6 (2005) a 544,8 (2011) em t, aumentando a produtividade de 209,319 (2005) a 526,084 milhões t ha⁻¹ (2014) (IBGE, 2015).

A produtividade e a qualidade da batata-doce podem ser afetadas, principalmente, pela presença de pragas no solo sendo os responsáveis pelos maiores danos, que acabam diminuindo o tempo de conservação, comprometendo a aparência e consequentemente a comercialização, levando a redução do preço devido à baixa qualidade (HUANG et al., 1986).

A cultura da batata-doce apresenta-se como uma atividade com retorno financeiro devido à facilidade de cultivo e baixos custos operacionais que, devido a alguns aspectos, não exige sofisticação e tecnologia para seu desenvolvimento (SILVA, 2010).

2.4 Idade de colheita

A batata-doce é uma cultura perene e suas raízes tuberosas apresentam crescimento contínuo após o início da tuberização, porém, é cultivada como anual, por apresentar uma sigmoide de crescimento, atingindo o maior teor de matéria seca e de carboidrato quando as plantas atingem o patamar sigmoidal (CORRÊA, 2016; QUEIROGA et al., 2007). A tuberização das raízes pode ser iniciada entre 40 e 70 dias após o plantio, dependendo das condições ambientais e da cultivar (ERPEN et al., 2013). Após este período, toda a energia é direcionada ao acúmulo de carboidratos nas raízes, reduzindo a densidade foliar, visto que a planta transloca os fotoassimilados para as raízes tuberosas (ECHER, 2015). Neste caso, a determinação da idade ideal de colheita tem grande influência na produção vegetativa, produtividade de raízes e qualidade das mesmas (ERPEN et al., 2013). Não obstante, ainda não há momento específico determinado para colheita, podendo ser iniciada aos 90 dias, mas em geral, ocorre entre 120 e 150 dias após o plantio, com o amarelecimento e queda das folhas. A antecipação da colheita, geralmente, proporciona raízes menores e, consequentemente, uma produtividade menor, já o adiamento do ciclo pode ocasionar o ciclo das pragas, além da formação de raízes grandes e malformadas. A melhor idade depende da cultivar e das condições ambientais de cultivo, dos preços de mercado e destinação final do produto (RESENDE, 2000; SILVA, LOPES e MAGALHÃES, 2008). Em geral, o momento de colheita das raízes de batata-doce pode ser definido pelo tamanho ou peso das raízes, fator observado colhendo-se uma amostra da área plantada (WEES; SEGUIN; BOISCLAIR, 2016). Muitos estudos são realizados com os autores se baseando no tamanho, diâmetro, peso e qualidade físico-química das raízes para tirar conclusões de qual a melhor idade de colheita (SOUSA et al., 2010; ARANCIBIA et al., 2014). Queiroga et al. (2007) observaram influência da idade de colheita em duas cultivares de batata-doce quanto às características de

comprimento de raízes. As raízes tiveram maiores comprimentos aos 105 e 130 dias após o plantio, porém o diâmetro não variou nas diferentes idades, observou-se também maior número de raízes por planta aos 155 dias após o plantio. Ao avaliarem a idade de colheita para raízes de batata-doce, Reynolds et al. (1994) perceberam que a concentração de amido e o peso seco diminuíram, ao contrário da quantidade de açúcares totais, que aumentou na medida em que a colheita foi adiada.

Almeida (2018) estudando três cultivares de batata-doce minimamente processadas, observou que o atraso na colheita das raízes de batata-doce 120 para 150 e 180 dias, resultou em tecidos com maior estabilidade durante a conservação, menores alterações no metabolismo dos compostos fenólicos e maior composição de fitoquímicos com propriedades funcionais. Além disso, uma maior composição de pigmentos, β e α carotenos, luteína, e flavonoides para a cv. Paraná, que possui coloração de polpa alaranjada.

2.5 Características qualitativas

Se comparada com outras amiláceas, a batata-doce possui maior conteúdo de massa seca, carboidratos, lipídios, cálcio e fibras que a batata inglesa, mais carboidratos e lipídios que o Inhame e mais proteína que a mandioca (EMBRAPA, 2008)

Ela possui o segundo maior teor de carboidratos, variando entre 25% e 30%, dos quais 98% são facilmente digeríveis, açúcares, sais minerais, vitaminas A, C e complexo B, sendo uma rica fonte de nutrientes e energia (OLIVEIRA et al., 2006), também apresenta altas quantidades de potássio, ferro e cálcio (LUENGO, et al., 2000), além de possuir um baixo índice glicêmico. Também apresenta quantidades consideráveis de metionina, um dos aminoácidos essenciais para o bem-estar humano (MIRANDA et al., 1989).

Foi constatado que cerca de 80% da matéria seca da batata-doce são carboidratos, sendo ela considerada uma fonte importante desses macronutrientes. Tendo o amido como principal carboidrato presente, muito utilizado como uma matéria prima na indústria na fabricação de alimentos (BOVELL- BENJAMIN, 2007). Além disso, possui em sua composição açúcares como a sacarose, frutose, maltose, glicose (CEREDA et al., 2001; OLIVEIRA et al, 2005).

Vários fatores influenciam na qualidade final das raízes colhidas, entre eles a temperatura elevada, a umidade relativa do ar; excesso de água, quantidade de nitrogênio

presente no solo e baixos níveis de cálcio; contato dos vegetais com o solo. A idade de colheita também influencia nos atributos qualitativos das raízes de batata-doce (ANDRADE et. al., 2014).

2.5.1 Compostos antioxidantes

Compostos antioxidantes, comumente encontrados em alimentos funcionais, são capazes de retardar ou inibir injúrias provocadas por radicais livres, que são moléculas com um ou mais elétrons desemparelhados que reagem rapidamente com diferentes alvos celulares causando danos relacionados a doenças degenerativas e ao envelhecimento (PEREIRA & CARDOSO, 2012). As respostas metabólicas causadas pelos radicais livres podem ser recompostas pela ação dos antioxidantes, que são obtidos através do consumo de vegetais ricos nesses compostos, como por exemplo, o ácido ascórbico, α -tocoferol, carotenóides e polifenóis (CERQUEIRA et al., 2007), e uma grande parte desses compostos antioxidantes são encontrados em batata-doce.

Estudos têm apontado o potencial da batata-doce na preservação da saúde humana. Por exemplo, extratos de batatas-doces de polpa roxa, que são comprovadamente ricas em antocianinas, podem proteger contra o câncer colorretal por diferentes mecanismos, como a interrupção do ciclo celular, atividade antiproliferativa e a apoptose (LIM et al., 2013).

Espécies reativas de oxigênio (EROs), como o ânion superóxido (O_2^-), radical hidroxila (OH) e peróxido de hidrogênio (H_2O_2), estão presentes normalmente em organismos vivos (RILEY, 1994). As EROs geradas durante o metabolismo, naturalmente podem comprometer algumas estruturas biológicas como as proteínas, lipídios e DNA e provocar uma série de doenças (ELAHI & MATATA, 2006; THRASIVOULOU et al., 2006). O acúmulo das EROs é considerado como um dos motivos da deterioração dos alimentos através da indução da peroxidação lipídica (KINSELLA et al., 1993).

Muitos antioxidantes têm sido usados para retardar a peroxidação lipídica em alimentos e defender o corpo humano contra doenças, mas muitos antioxidantes sintéticos mostraram efeitos tóxicos ou até mutagênicos (MIZUTANI et al., 1987). Por isso, os antioxidantes naturais dos alimentos vêm atraindo atenção e muito esforço tem sido feito para procurar agentes medicinais seguros e eficazes contra doenças relacionadas ao estresse oxidativo. Uma infinidade de frutas e vegetais possuem conteúdos significativos de

antioxidantes e corantes que evitam a peroxidação lipídica em alimentos e ajudam o corpo humano a reduzir os danos oxidativos (PRIOR, 2003; WANG & LIN, 2000).

A batata-doce, especialmente as de polpa colorida, está associada a uma alta atividade antioxidante, e vem sendo considerada uma escolha alimentar saudável e como fonte potencial de corantes naturais (SOARES et al., 2002; TEOW et al., 2007).

Variedades de batata-doce de polpa alaranjada contém quantidades consideráveis de β -caroteno, podendo ser uma alternativa para elevar os níveis de vitamina A (LAURIE et al., 2015).

2.5.1.1 Pigmentos

Os carotenoides são considerados compostos bioativos com potencial antioxidante, pigmentos naturais responsáveis pela a coloração amarela, laranja ou roxa da batata-doce. Desempenham funções importantes para a saúde, estudos demonstram que promovem benefícios contra cânceres, doenças cardiovasculares e funcionam como reguladores de resposta do sistema imunológico (DELGADO-VARGAS, F.; JIMÉNEZ, A. R.; PAREDESLÓPEZ, 2000).

Na batata-doce encontram-se altos teores de carotenoides. Já foram relatados inúmeros tipos, podendo ser precursores da vitamina A, dentre esses destacam-se o β -caroteno, as xantofilas, a luteína e zeaxantina (BLOCK, 1994).

Na batata-doce as concentrações de carotenoides são muito estáveis, no entanto quando são processadas, esses teores tornam-se muito instáveis pela ação do calor, luz e oxigênio (FONSECA et al., 2008). Podendo ser parcialmente isomerizados ou totalmente degradados, dependendo das condições utilizadas durante o processamento. (RODRIGUEZ-AMAYA, 1999 e 1989)

Um estudo contrastou teores de carotenoides em cultivares de batata-doce de polpa creme e laranja, quantificaram as perdas desde o produto fresco até desidratado. Constatou-se com os resultados que os teores de carotenoides totais foram de: $437 \mu\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$ para o produto fresco para a cultivar de polpa creme, e $10.120 \mu\text{g } 100\text{g}^{-1}$ para a de polpa laranja. Já para as raízes desidratadas os valores foram de $1,587 \mu\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$ e $29,397 \mu\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$ para polpa creme e a laranja, respectivamente. O processo de desidratação ocasionou perdas de conteúdo de carotenoides de 41% para as cultivares de polpa creme e 38% para a de polpa laranja. Os fatores decisivos para o aumento da perda de carotenoides foram à exposição ao oxigênio e o

choque térmico ao qual as raízes foram submetidas antes do processo de desidratação e logo após o corte em fatias. No entanto, a batata-doce de polpa laranja teve 62% dos teores de carboidratos conservados, indicando possuir um alto valor nutricional mesmo após processamento (FONSECA et al., 2008).

Estudos constataram que a batata-doce de polpa alaranjada possui maiores quantidades de β -caroteno representando cerca de 94% do total de carotenoides (KIDMOSE et al., 2007), o qual possui um maior teor de açúcar quando comparado a outros tipos de carotenoides, propiciando maior doçura se comparada com as batatas-doces de polpa roxa, por exemplo.

Essa quantidade de carotenoide varia de acordo com os diferentes métodos de processamento. Quando submetida ao cozimento ou qualquer outro tratamento térmico, existe o aumento da concentração de compostos pró-vitamina A, quando comparado com raízes cruas (BENGTSSON et al., 2008).

Uma identificação dos principais carotenoides de quatro cultivares de batata-doce, mostrou que todas apresentaram altos teores de carotenoides (entre 284,1 e 458,2 $\mu\text{g g}^{-1}$ de base fresca), onde o β -caroteno foi verificado em maior quantidade quando comparado com os outros carotenoides identificados como as xantofilas, luteína e zeaxantina.

As antocianinas são pigmentos amplamente distribuídos em frutas, cereais, vegetais e são responsáveis pela coloração vermelha, azul e púrpura encontradas na natureza. Os isolados de antocianinas concentradas de frutas e legumes ganharam popularidade como alteradores naturais de cor para corantes vermelhos sintéticos e até mesmo outras fontes naturais, como o ácido carmínico derivado de insetos. Além das contribuições de cores, as antocianinas têm relatado benefícios para a saúde, como redução de EROs, prevenção de doenças cardiovasculares, atividade anti-inflamatória e anticarcinogênica (HE & GIUSTI, 2010).

Diferentes cultivares de batata-doce roxa contêm composições de antocianinas variáveis que possuem muitos benefícios para a saúde humana, com destaque para a propriedade antioxidante, propriedades antineoplásicas, bem como propriedades anticancerígenas. As antocianinas são utilizadas como antioxidante natural de alta qualidade, com função potencialmente preventiva contra doenças relacionadas ao estilo de vida, como antimutagenicidade, atividade anticarcionogênica e ação antidiabética. As antocianinas em frutas e vegetais têm sido extensivamente estudadas (BAO et al., 2005; GULCIN et al., 2005),

e muitos relatos demonstraram que as antocianinas da batata-doce roxa possuem uma atividade de eliminação de radicais livres mais forte do que outras frutas e vegetais, como repolho roxo, casca de uva, sabugueiro e milho roxo (PHILPOTT et al., 2004; STEED e TRUONG, 2008).

2.5.1.2 Compostos fenólicos

Os compostos fenólicos, em alimentos, são originários de uma das principais classes de metabólitos secundários nas plantas, são derivados de fenilalanina e em menor proporção de tirosina. Quimicamente, os compostos fenólicos podem ser definidos como substâncias que possuem um anel aromático com um ou mais grupos hidroxila, incluindo seus derivados funcionais. As plantas e os alimentos contêm uma grande variedade de derivados fenólicos, incluindo fenóis simples, fenilpropanóides, flavonóides, derivados do ácido benzóico, estilbenos, taninos, lignanas e ligninas, essenciais no crescimento e a reprodução de plantas. Os compostos fenólicos atuam como elementos antipatogênicos, protetores contra a radiação ultravioleta entre outras funções que incluem a pigmentação natural dos vegetais (SHAHIDI;NACZK, 2004).

Proporcionam pigmentação natural da polpa das raízes da batata-doce (amarelo, laranja ou roxo) junto com os carotenoides. O ácido clorogênico foi o principal composto fenólico encontrado em diferentes cultivares de batata-doce (PADDA; PICHA, 2008).

Entre as 23 hortaliças mais consumidas no mundo ricas em compostos fenólicos, a batata-doce ocupa o oitavo lugar (VINSON et al., 1998). Eles têm sido descritos em inúmeros estudos que objetivam avaliar a composição e atividade antioxidante desses compostos presentes em diferentes alimentos, principalmente frutas e vegetais, incluindo a batata-doce. Dentre os compostos fenólicos destacam-se os flavonoides, os ácidos fenólicos, os taninos e os tocoferóis. Estudo com a batata-doce com extratos polifenólicos das raízes, demonstrou-se grande potencial na atividade antioxidante e efeitos antidiabéticos (NAGAI et al., 2011).

Tanto as raízes como as folhas da batata-doce são boas fontes de compostos fenólicos. Nos dados usados para criar a referência para o USDA-ORAC (U.S. Department of Agriculture: Agricultural Research Service), o conteúdo fenólico total de raízes de 4 variedades dos EUA variou de 45 a 103 mg equivalentes de ácido gálico (GAE) / 100 g matéria fresca (WU et al., 2004).

Por possuir altos níveis de compostos fenólicos, a batata-doce possui grande potencial como um alimento funcional para melhorar a saúde humana. Em estudos anteriores com compostos fenólicos da batata-doce, foi demonstrando o potencial inibitório dos mesmos no crescimento de células de câncer de cólon, leucemia, câncer de estômago (KURATA et al., 2007), para melhorar diabetes em humanos (LUDVIK et al., 2008) e a inibição do crescimento *in vitro* de alguns vírus e fungos (MAHMOOD et al., 1993; PETERSON et al., 2005).

2.5.2 Enzimas oxidativas

Têm como função a catálise e mediação de reações químicas e bioquímicas. Elas têm uma importante participação no processo de escurecimento de alguns vegetais e frutas depois de cortados. Estudos relatam que três enzimas são importantes na degradação oxidativa dos compostos fenólicos por levarem a produção de polímeros de cor marrom, são elas a polifenoloxidase (PPO), a peroxidase (POD) e catalase (CAT), (TOMÁS-BARBERÁN e SPÍN 2001). A enzima PPO catalisa a oxidação de monofenóis e difenóis pelo oxigênio molecular, produzindo as quinonas que se polimerizam formando as melaninas (BELITZ e GROSCH, 1997).

As enzimas POD atuam na reação de oxidação de compostos fenólicos na presença de peróxido de hidrogênio, e seus produtos também são as quinonas, que após a oxidação na presença de O₂ ocorre à polimerização formando-se as melaninas (TOMÁS-BARBERÁN e SPÍN, 2001).

2.6 Fatores pós-colheita como indutores de compostos bioativos

Nos últimos anos, o uso de plantas para produzir compostos químicos com propriedades promotoras de saúde tem sido extensivamente estudado. Inúmeras plantas, como batata, arroz, tomate, entre outras, foram geneticamente modificados para produzir níveis mais altos de antioxidantes. No entanto, o uso de estresses abióticos é uma tecnologia prática e eficaz que permite o acúmulo de antioxidantes nas plantas (REYES, VILLARREAL E CISNEROS-ZEVALLOS, 2006).

Estresses abióticos aplicados em plantas favorece a síntese de metabólitos secundários, fazendo com que essas plantas tenham potencial para aplicação nos mercados de alimentos funcionais, suplementos alimentares, produtos farmacêuticos, cosméticos e agroquímicos. Essa abordagem pode ser estendida a diversas culturas hortícolas, como aquelas que não atendem aos padrões de qualidade comercial e, portanto, são considerados refugos (JACOBO-VELÁZQUEZ E CISNEROS-ZEVALLOS, 2012).

A utilização de plantas com intuito de promover síntese de metabólitos secundários com propriedades promotoras de saúde; mostrou várias vantagens quando comparado com outras tecnologias de produção disponíveis, como o melhoramento genético. Aplicação de estresses abióticos pós-colheita em frutas e vegetais frescos induz, sabidamente, o acúmulo de antioxidantes. No entanto, pouco se sabe sobre as bases fisiológicas e moleculares para o acúmulo de antioxidantes como resposta ao estresse pós-colheita. O uso de estresses abióticos pós-colheita em culturas comumente cultivadas, para a produção de metabólitos secundários com propriedades promotoras de saúde é de interesse científico, econômico e social (REYES, VILLARREAL E CISNEROS-ZEVALLOS, 2006).

Em frutas e vegetais foi observado, em vários estudos, que o efeito de diferentes tipos de estresses abióticos pós-colheita, como ferimentos, luz UV, hiperoxia e aplicação exógena de fitormônios, colaboram com o acúmulo de compostos fenólicos. Reyes e Cisneros-Zevallos (2005) avaliaram o acúmulo de compostos fenólicos em batatas de polpa roxa submetidas a etileno, jasmonato de metila, temperatura, luz e estresse por ferimento. Observou-se que apenas o estresse causado por ferimento induzia o aumento de 60% no teor de compostos fenólicos em batatas de polpa roxa. Almeida (2018), também observou um aumento no conteúdo de compostos fenólicos durante a conservação de batata-doce minimamente processada das cultivares ESAM 1 e Mãe de Família, que possuem coloração de polpa branca.

2.7 Processamento mínimo

A tecnologia do processamento mínimo surgiu nos Estados Unidos em 1964, onde cerca de 9% da produção das hortaliças produzidas nesse ano foram utilizadas para esta finalidade, gerando um valor em torno de 5,2 bilhões de dólares. Com o passar dos anos o aumento do consumo e produção cresceram, atingiu em 1996 aproximadamente 17,7 bilhões de dólares. Devido à alta demanda por esses produtos em 2002, 8% das vendas dos principais

supermercados foram representadas pela a venda de produtos minimamente processados (VITTI E KEUGE, 2002). Na década de 70 o processamento mínimo chegou ao Brasil através das redes “fast food”, e por se tratar de uma tecnologia nova e promissora para o mundo dos alimentos, despertou interesse de pesquisadores e possibilitou o avanço dessa técnica, no entanto o processamento mínimo no Brasil ainda precisa de muitos estudos e aperfeiçoamento (MORETTI, 2007).

O processamento mínimo oferece produtos pré-prontos para o consumo, e consiste, basicamente, nas etapas de seleção do material, lavagem, corte, descasque, fatiamento, sanitização, centrifugação ou drenagem, embalagem e armazenagem refrigerada (MORETTI, 2007).

Embora agregue valor, praticidade e mantenha a forma *in natura* das frutas e hortaliças, causa danos mecânicos que interferem diretamente na fisiologia e qualidade dos vegetais. As alterações físicas que os minimamente processados sofrem; levam a perda da integridade das células superficiais, aumento nas taxas respiratórias e consequentemente maior desidratação e aumento da atividade de algumas enzimas, evolução do etileno, entre outras alterações fisiológicas que reduzem a qualidade e tempo de vida útil dos vegetais minimamente processados (SIMÕES et al., 2007).

Em raízes minimamente processadas, como mandioca de mesa, inhame, cenoura e beterraba os principais problemas são o escurecimento enzimático e esbranquiçamento superficial que refletem diretamente na qualidade visual, sensorial e nutricional do produto (COELHO et al., 2017; DONEGÁ et al., 2013; SIMÕES et al., 2009).

A temperatura de armazenamento e o uso de embalagens adequadas ajudam a retardar os processos fisiológicos desencadeados pelo processamento mínimo (OLIVEIRA; SANTOS, 2015). Porém muitas vezes não são suficientes para minimizar tais processos, necessitando do incremento de outras técnicas, como o uso revestimentos comestíveis que agem como barreira impedindo as trocas gasosas entre vegetal e meio aumentando assim a qualidade e tempo de prateleira, como já foi constatado em muitos trabalhos (SIMÕES et al., 2009; FAI, et al., 2015; COELHO et al., 2017).

2.8 Processamento mínimo e qualidade pós-colheita da batata-doce

Um dos principais fatores que devem ser considerados no processamento mínimo de raízes é a idade de colheita para a aplicação do processamento, pois pode influenciar diretamente na qualidade final do produto (RINALDI, et al 2010). O escurecimento enzimático, a desidratação, alteração na firmeza, aumento da taxa respiratória, o aumento da produção de etileno e da atividade de certas enzimas, a descoloração das raízes, variações do pH e nos teores de sólidos e açúcares solúveis (SILVA et al., 2009., SIMÕES, 2009., NAGAI et al., 2011), são as principais consequências indesejáveis que influenciam na qualidade final dos produtos minimamente processados.

As cultivares se diferenciam em alguns aspectos, como formato, cor da película e polpa, teor de sólidos solúveis, tempo de cozimento, etc. Com isso faz-se necessária a identificação de cultivares que possuam as características descritas é de extrema importância para que se consiga adequar cultivares de batata-doce ao processamento mínimo (ALVES et al., 2016).

A colheita da batata-doce é comumente realizada entre 120 a 180 dias após o plantio, principalmente para a comercialização *in natura* (AZEVEDO et al, 2014). Estudos com a cv. Paraná colhida aos 120, 135 e 150 dias após plantio, verificou que a colheita pode ser realizada mais tarde (ALMEIDA, 2016., ALVES et al. 2016) diferente do que acontece em mandioca de mesa minimamente processada em que apresentam teores de sólidos solúveis mais elevados e redução do escurecimento enzimático em raízes colhidas precocemente (COELHO, 2015). Recentemente foram desenvolvidos trabalhos com o objetivo de determinar a cv. mais apropriada para cultivo, destacaram-se, em relação a produtividade, as cultivares ESAM 1, Paraná e Mãe de Família na Região Nordeste (ALBUQUERQUE, 2016) e adequação para aplicação da tecnologia do processamento mínimo (ALMEIDA, 2016 e ALVES, et al., 2016).

Estudos têm sido realizados como objetivo de observar a interferência da idade de colheita sobre a qualidade de raízes de batata-doce. Andrade Júnior et al. (2012) analisou doze cultivares de batata-doce colhida aos 180 dias após o plantio, e observou uma variação na quantidade de açúcares, entre 2,3 a 3,5 %.

Morretti, et al., 2002, trabalhando com diferentes cultivares de batata-doce, Princesa, Brazlândia Roxa e Brazlândia minimamente processadas, observou diferenças entre elas em relação a taxa respiratória, onde a cv Princesa, duas horas depois que foi cortada, houve um grande aumento na evolução do CO₂. Esse aumento foi cerca de 40% superior em relação as

outras duas cultivares. Após três horas da realização do processamento mínimo houve uma diminuição da evolução do CO₂ para a Brazlândia Roxa e Brazlândia, já para a cv Princesa ocorreu duas horas depois do processamento. Quando atingiu quatro horas após o processamento não houve diferença entre elas. O aumento da taxa respiratória foi devido ao corte dos produtos frescos e pelos prejuízos referentes à aplicação da técnica do processamento mínimo. Portanto, a manutenção da qualidade dos produtos é objetivo os pesquisadores, dos pequenos e grandes produtores e para as indústrias alimentícias.

Segundo Tomás-Barberán e Spín (2001), a enzimas polifenol oxidase (PPO) e peroxidase (POD), atuam na degradação oxidativa dos compostos fenólicos, gerando o escurecimento enzimático. De acordo com Whitaker e Lee (1995) estima-se que mais de 50% das perdas em frutas ocorrem como resultado do escurecimento enzimático.

O escurecimento enzimático mediado pela POD torna-se um método limitado para verificação da taxa de escurecimento, devido a quantidade de H₂O₂ sendo necessário estudar e esclarecer a relação com o escurecimento e o envolvimento entre a PPO e POD, para obter resultados mais completos (UNDERHILL e CRITCHLEY, 1995).

Marshall, Him e Wei (2000) indicaram que a batata-doce e outras fontes de amido, são susceptíveis ao escurecimento enzimático, causando grandes prejuízos na sua comercialização. Os teores de compostos fenólicos têm sido utilizados como indicadores de qualidade em algumas hortaliças. Em raízes de batata-doce, podem servir para indicar boa qualidade da hortaliça minimamente processada. Na mandioca de mesa rapidamente ocorre o desenvolvimento de estrias azuladas por toda a raiz, comprometendo a aceitação desse produto pelos consumidores, e esse escurecimento é atribuído a reações oxidativas que envolvem a síntese de compostos fenólicos (CEREDA e VILPOUX, 2003; CARVALHO et al., 1985).

Trabalhos mostram o efeito de idades de colheita no rendimento e em alguns aspectos de qualidade de cultivares de batata-doce. A metodologia para análise visual para verificar o grau de descoloração e escurecimento desenvolvida por Moraes, et al., (2016) para as cultivares de batata-doce, ESAM 1, Mãe de Família e Paraná, elaborada após estudos dos comportamentos de cada cv. durante o período de conservação. As escalas de notas visuais variam entre as notas 5 a 1. Quando os produtos se encontram em ótimas condições para consumo e comercialização, 0% de esbranquecimento e escurecimento, recebem a nota 5. De acordo com o aumento esbranquecimento e escurecimento as notas caem e quando atingem a

nota 3, encontram-se no limite para consumo e comercialização, ao receber nota inferior a esta já se encontra em condições impróprios para o uso. A escala visual é considerada uma ferramenta adicional para análise da qualidade de cultivares de batata-doce minimamente processada, já que a aparência é um fator de extrema importância quando se trata de qualidade de produtos não só quando comercializados intactos, como também na forma minimamente processada.

Diversos trabalhos com inhame e mandioca de mesa minimamente processada usam uma escala visual subjetiva como ferramenta para avaliação de qualidade, já que aspecto visual indesejado leva a rejeição do consumidor (COELHO JÚNIOR, 2015; BRITO et al, 2013).

As cvs. ESAM1 e Mãe de Família, de polpa branca, tendem a escurecer com o aumento dos dias de conservação. Sendo que na cv. ESAM1 esse escurecimento foi muito rápido, iniciando em poucas horas após o corte, semelhante as raízes de inhame (COELHO JÚNIOR, 2015). Enquanto a cv. Paraná, que possui polpa alaranjada, inicialmente tendeu a ficar com superfície esbranquiçada, possivelmente, devido a deposição de amido e devido ao corte ao qual foi submetido durante o processamento mínimo (DONEGÁ et al., 2013) e depois de alguns dias, iniciou um leve escurecimento.

Esse escurecimento se deve principalmente devido a ação da PPO e da POD, que também atuam como catalisadores orgânicos. A maioria das mudanças do aroma e sabor em frutas e hortaliças cruas está relacionada com a POD. Nas plantas, as PODs apresentam afinidade com substâncias doadoras de hidrogênio, tais como, os polifenóis, e podem contribuir também para o escurecimento enzimático (LAMIKANRA, 2002), tornando-se a manutenção da cor dos produtos minimamente processados um dos aspectos críticos.

Almeida (2016) trabalhando com a cv. Paraná minimamente processada colhida aos 120 dias após o plantio e conservada até os 12 dias, observou que o rendimento agroindustrial foi próximo a 80%, valores relativamente altos, atrativos para processadores. Não demonstrou diferença significativa quanto aos valores de sólidos solúveis. No entanto, houve um avanço gradativo do esbranquecimento e escurecimento e nas rodela de batata-doce, isso levou a queda nas notas médias das escalas visuais durante a conservação. O tempo de cocção, os valores do pH, aumentaram com o avanço dos dias de conservação. O aumento no tempo de cozimento pode ter sido influenciado pela desidratação da batata-doce, como foi observado

por Oliveira et al. (2005) em mandioca de mesa, em que verificaram o aumento no tempo de cozimento de acordo com dias de conservação e grau de desidratação.

Trabalho desenvolvido com a cultivar ESAM 1, polpa branca, colhidas aos 120 dias após o plantio, conservada até os 12 dias. Apresentou rendimento agroindustrial, aproximadamente de 70 %. Houve uma redução gradual nas notas das escalas visuais devido ao aumento no grau de escurecimento, e a partir de 9 dias de conservação essa redução foi intensa, atingindo notas menores que 3, assim inadequada ao consumo e comercialização, de acordo com escala realizada desenvolvida por Moraes et al (2016).

Moretti et al. (2002) trabalhou com três cultivares de batata doce para fins de processamento mínimo, a Brazlândia Roxa, Brazlândia Branca e a Princesa. Houve diferença em relação ao escurecimento das raízes onde a Brazlândia Roxa e Brazlândia Branca apresentaram menor escurecimento em relação a cv. Princesa, onde está, logo após o processamento mínimo, o escurecimento já foi superior às outras duas cultivares. No quinto dia de conservação a cv. Princesa já se encontrava sem condições para comercialização, devido ao seu aumento no escurecimento, uma vez que o metabolismo fenólico e oxidativo afetam diretamente a qualidade comercial dos tubérculos. Porém as cultivares Brazlândia Roxa e Brazlândia Branca encontravam-se em condições de comercialização e consumo. Resultados mostram que essa diferença entre as cultivares no nível de escurecimento podem estar relacionados com as características genéticas, bem como os padrões diferentes de dióxido de carbono.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Material vegetal

As raízes das sete variedades de batata-doce analisadas foram obtidas na Coleção Didática de Germoplasma de batata-doce da UFERSA, Mossoró-RN. Sendo estudadas, a cultivar BRS Cuia, que apresenta casca e polpa creme, mas em tonalidades diferentes. Embora seja excelente para consumo doméstico, devido ao tamanho relativamente grande de batatas, mostra boa adequação ao processo industrial. A cultivar BRS Rubissol, que apresenta forma redondo-elíptica com boa uniformidade. A casca apresenta cor púrpura claro com leve aspereza ao tato. A polpa é de cor creme tendendo ao amarelo, com pontuações em amarelo mais intenso. Possui excelentes características para consumo de mesa e também pode ser utilizada no processamento industrial. Possui boa uniformidade e aparência das batatas. A cultivar BRS Amélia, é biofortificada rica em pró-vitamina A, apresenta formato elíptico longo, casca de coloração rosa claro com pigmentação também rosada. Salienta-se pela grande aceitação do consumidor devido ao sabor e à cor da polpa alaranjada (EMBRAPA, 2011).

A cultivar Mãe de Família Roxa apresenta raízes longas irregulares com película externa púrpura e polpa branca. A cultivar Petrolina possui raízes longas e irregulares, casca de coloração púrpura intenso e polpa branca. A cultivar Beterraba possui raízes com boa uniformidade, possui casca e polpa de coloração roxo intenso. A cultivar Jerimum possui formato redondo-elíptico, casca de coloração amarelo claro e polpa de coloração alaranjado intenso.



Figura 1. Raízes de batata-doce. cvs. Petrolina. Mãe de Família Roxa, BRS Rubissol, BRS Cuia. BRS Amélia, Jerimum e Beterraba. Mossoró-RN, UFERSA, 2019.

3.2 Localização e caracterização da área de cultivo

O plantio e colheita das batatas-doces foram realizados na Fazenda Rafael Fernandes da Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA) em Mossoró-RN, localizada geograficamente a 5° 11' S 37° 20' W e 18 m de altitude. O clima da região é seco e muito quente, classificado de acordo com Köppen em BSwh, com duas estações climáticas definidas, uma chuvosa (fevereiro a maio) e uma seca (junho a janeiro) (CARMO FILHO; OLIVEIRA, 1989). O plantio foi realizado em vinte de abril de dois mil e dezoito no período seco, com espaçamento de 0,8 m entre linhas (leiras) e 0,30 m entre plantas. Contendo 5 linhas de 20 m para cada cultivar. O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo Eutrófico Abrupto, textura areia franca (EMBRAPA, 2013). A adubação foi realizada de acordo com o manual do Instituto Agrônomo de Pernambuco - IPA (2008).

As irrigações foram efetuadas por meio de fitas de gotejo, com turno de rega diária em duas aplicações (manhã e tarde), conforme requerimento hídrico da cultura.

3.3 Delineamento experimental e Análise Estatística

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso (DBC) em esquema fatorial 3x3, três idades de colheita diferentes (120, 150 e 180 dias após o plantio) e três dias de conservação (0, 5 e 10 dias), para cada cultivar (Beterraba, Petrolina, Mãe de Família Roxa, BRS Cuia, BRS Rubissol, BRS Amélia e Jerimum). Foi avaliada a normalidade dos dados 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 para os dados qualitativos. A análise estatística foi obtida através do software SAS. Os gráficos foram elaborados no Sigma Plot 10.0.

3.4 Processamento mínimo

As colheitas das sete cultivares de batata-doce, Mãe de Família Roxa, BRS Cuia, BRS Rubissol, Petrolina, Beterraba, BRS Amélia e Jerimum (Figura 1), ocorreram aos 120, 150 e 180 dias após o plantio. Após a colheita, as raízes foram transportadas para o Núcleo da Pós-Graduação em Produção Vegetal, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Serra Talhada (PGPV - UFRPE/ UAST), Serra Talhada-PE. As raízes foram selecionadas, as fora dos padrões comerciais, foram descartadas e apenas as com boa qualidade foram utilizadas no processamento mínimo. Em seguida, foram lavadas com água corrente, a periderme foi retirada, e em seguida as raízes de batata-doce foram cortadas em rodela, com tamanho uniforme médio de aproximadamente 2 cm de espessura e o diâmetro médio variando de acordo com cada cultivar. Após isso, foi realizado o primeiro enxágue em água a 5 °C, por 10 segundos, seguida pela sanitização por 10 minutos em água a 5 °C, concentração a 200 mg L⁻¹ cloro ativo a 5 °C, e enxágue em água gelada contendo 5 mg L⁻¹ de cloro ativo por 10 minutos. As rodela foram drenadas em escurredores domésticos por 10 minutos. Logo após, foram acondicionadas em embalagens de polipropileno (150 x 200 x 0,0005 mm de espessura) e mantidas a 5 ± 2 °C, por 10 dias. O processamento mínimo descrito acima foi realizado segundo Brito et al. (2013), com adaptações (Figura 2).

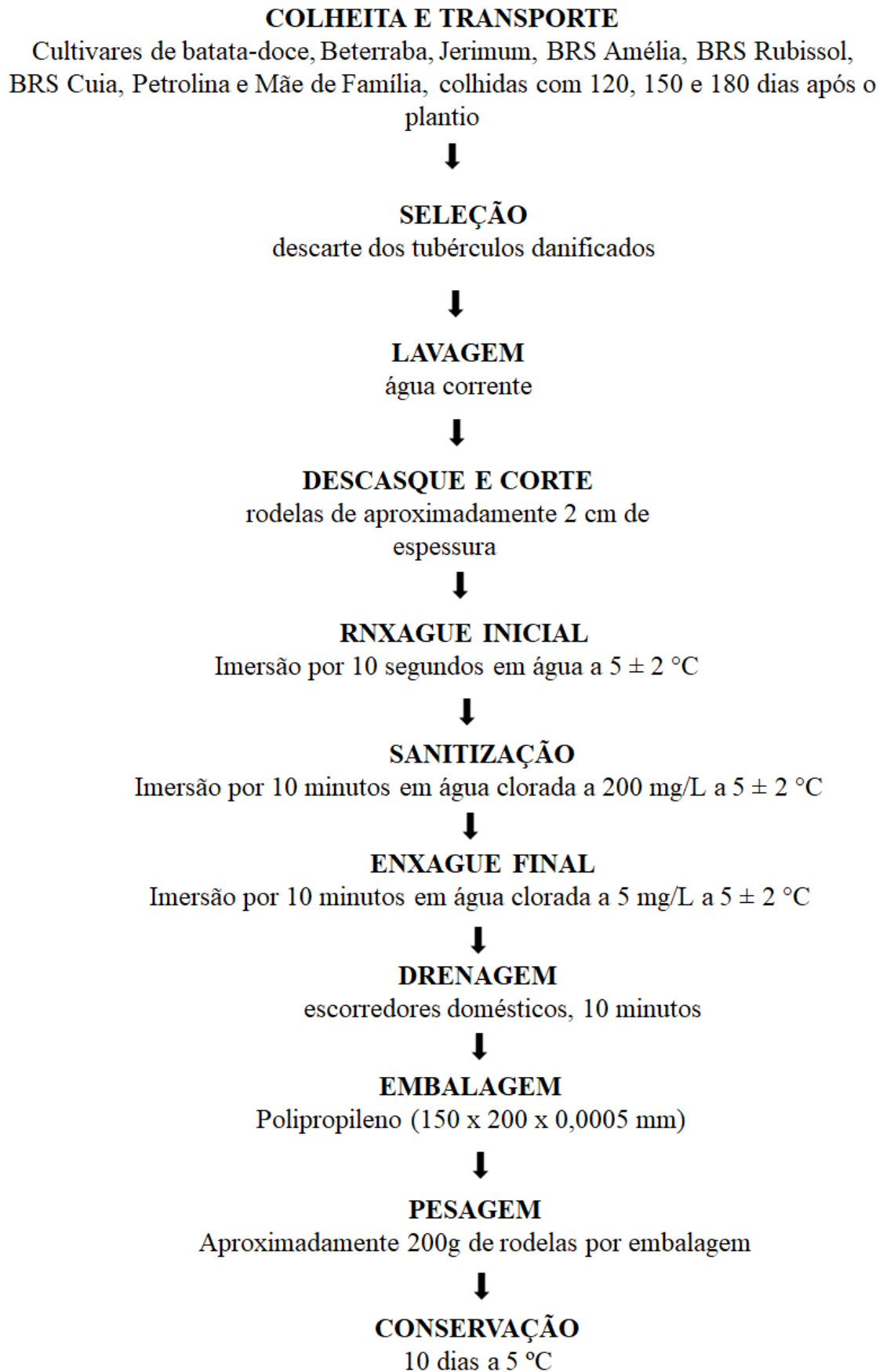


Figura 2. Fluxograma utilizado para raízes de batata-doce, adaptado de Brito et al. (2013).

3.5 Avaliações Físicas

Após o processamento mínimo, e a cada cinco dias durante 10 dias, as rodela de batata-doce foram analisadas como descrito abaixo.

3.5.1 Rendimento Agroindustrial

O rendimento agroindustrial foi obtido em percentual, pela relação entre a massa do produto depois de processado e da matéria-prima inicial (FREIRE et al, 2014). De acordo com a seguinte fórmula:

$$RA = [(MF/MI) \times 100]$$

Onde:

RA = Rendimento agroindustrial (%)

MF = Massa final (g)

MI = Massa inicial (g)

3.5.2 Avaliação visual (aparência geral)

Foi realizada a cada três dias durante dez dias de conservação refrigerada, com base em uma escala Likert elaborada para cada cultivar estudada. Foram atribuídas notas entre 5 e 1; onde 5 correspondeu às rodela com ótima qualidade de comercialização, a nota 4 às rodela com aproximadamente 5% de escurecimento ou esbranquecimento, mas ainda apta para consumo e comercialização; a nota 3 correspondeu ao limite de aceitação para consumo e comercialização; a nota 2 e 1 correspondeu as rodela de batata doce inadequadas ao consumo e comercialização com mais de 50% da área das rodela com sinais de escurecimento ou esbranquecimento.

Tabela 1. Escala tipo Likert com cinco pontos para análise visual de batata doce minimamente processada no formato ‘rodela’, cv. Beterraba. Mossoró- RN. UFERSA. 2019.

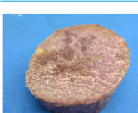
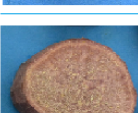
IMAGEM	NOTA	DESCRIÇÃO
	5	Superfície roxa com estrias esbranquiçadas características da cultivar, com 0% de esbranquecimento e escurecimento, com boa aparência para consumo e comercialização.
	4	Leve esbranquecimento e amarelecimento, não chegando a 5% da superfície, sendo ainda própria para o consumo e comercialização.
	3	Esbranquecimento e amarelecimento moderado, e perda da coloração característica atingindo mais de 10% da superfície, limite para o consumo e comercialização.
	2	Esbranquecimento e perda da coloração, em toda superfície acima de 50%, sendo imprópria para o consumo e comercialização.
	1	Esbranquecimento e perda da coloração intensa em toda superfície acima de 50%, sendo imprópria para o consumo.

Tabela 2. Escala tipo Likert com cinco pontos para análise visual de batata doce minimamente processada no formato ‘rodela’, cv. BRS Amélia. Mossoró- RN. UFERSA. 2019.

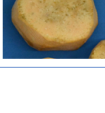
IMAGENS	NOTAS	DESCRIÇÃO
	5	Superfície alaranjada, com 0% de esbranquecimento e escurecimento com boa aparência para consumo e comercialização.
	4	Leve esbranquecimento da superfície não chegando a 5%, sendo ainda própria para o consumo e comercialização.
	3	Esbranquecimento moderado e perda da coloração alaranjada atingindo mais de 10% da superfície, sendo imprópria para o consumo e comercialização.
	2	Esbranquecimento, perda da coloração em toda superfície acima de 50%, e surgimento de pontos escuros no centro, sendo imprópria para o consumo e comercialização.
	1	Esbranquecimento e perda da coloração intensa em toda superfície acima de 50%, intensificação dos pontos escuros no centro, sendo imprópria para o consumo e comercialização.

Tabela 3. Escala tipo Likert com cinco pontos para análise visual de batata doce minimamente processada no formato ‘rodela’, cv. Jerimum. Mossoró- RN. UFERSA. 2019.

IMAGENS	NOTAS	DESCRIÇÃO
	5	Superfície laranja uniforme característica, com 0% de esbranquecimento com boa aparência para consumo e comercialização.
	4	Leve esbranquecimento na região central não chegando a 5% da superfície, sendo ainda própria para o consumo e comercialização.
	3	Esbranquecimento moderado, e perda da coloração característica atingindo mais de 10% da superfície, sendo imprópria para o consumo e comercialização.
	2	Moderados esbranquecimento e perda da coloração, em toda superfície acima de 50%, sendo imprópria para o consumo e comercialização.
	1	Esbranquecimento e perda da coloração intensa em toda superfície acima de 50%, sendo imprópria para o consumo.

Tabela 4. Escala tipo Likert com cinco pontos para análise visual de batata doce minimamente processada no formato ‘rodela’, cv. BRS Rubissol. Mossoró- RN. UFERSA. 2019.

IMAGENS	NOTAS	DESCRIÇÃO
	5	Superfície branca uniforme, com 0% de escurecimento, com boa aparência para consumo e comercialização.
	4	Leve escurecimento em pontos na região central não chegando a 5% da superfície, sendo ainda própria para o consumo e comercialização.
	3	Escurecimento moderado em pontuações na região central atingindo mais de 10% da superfície, sendo imprópria para o consumo e comercialização.
	2	Escurecimento e perda da coloração, em toda superfície acima de 50%, sendo imprópria para o consumo e comercialização.
	1	Escurecimento intenso e descoloração intensa em toda superfície acima de 50%, sendo imprópria para o consumo.

Tabela 5. Escala tipo Likert com cinco pontos para análise visual de batata doce minimamente processada no formato ‘rodela’, cv. BRS Cuia. Mossoró- RN. UFERSA. 2019.

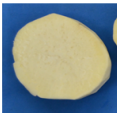
IMAGENS	NOTAS	DESCRIÇÃO
	5	Superfície branca uniforme, com 0% de escurecimento, com boa aparência para consumo e comercialização.
	4	Leve escurecimento na região periférica não chegando a 5% da superfície, sendo ainda própria para o consumo e comercialização.
	3	Escurecimento moderado na região periférica e do floema secundário, atingindo mais de 10% da superfície, sendo imprópria para o consumo e comercialização.
	2	Escurecimento em toda superfície acima de 50%, sendo imprópria para o consumo e comercialização.
	1	Esbranquecimento intenso em toda superfície acima de 50%, sendo imprópria para o consumo.

Tabela 6. Escala tipo Likert com cinco pontos para análise visual de batata doce minimamente processada no formato ‘rodela’, cv. Petrolina. Mossoró- RN. UFERSA. 2019.

IMAGENS	NOTAS	DESCRIÇÃO
	5	Superfície branca uniforme, com 0% de escurecimento, com boa aparência para consumo e comercialização.
	4	Leve escurecimento na região periférica não chegando a 5% da superfície, sendo ainda própria para o consumo e comercialização.
	3	Escurecimento moderado na região periférica e do floema secundário, atingindo mais de 10% da superfície, sendo imprópria para o consumo e comercialização.
	2	Escurecimento superficial abaixo de 50%, sendo imprópria para o consumo e comercialização.
	1	Escurecimento na região do floema secundário em toda superfície, acima de 50%, sendo imprópria para consumo e comercialização.

Tabela 7. Escala tipo Likert com cinco pontos para análise visual de batata doce minimamente processada no formato ‘rodela’, cv. Mãe de família roxa. Mossoró- RN. UFERSA. 2019.

IMAGENS	NOTAS	DESCRIÇÃO
	5	Superfície branca uniforme, com 0% de escurecimento, com boa aparência para consumo e comercialização.
	4	Leve escurecimento nas extremidades da raiz não chegando a 5% da superfície, sendo ainda própria para o consumo e comercialização.
	3	Escurecimento moderado nas extremidades da raiz atingindo mais de 10% da superfície, sendo imprópria para o consumo e comercialização.
	2	Escurecimento e perda da coloração nas extremidades da raiz acima de 50%, sendo imprópria para o consumo e comercialização.
	1	Escurecimento intenso e descoloração intensa em toda superfície acima de 50%, sendo imprópria para o consumo.

3.5.3 Tempo de cocção

O tempo de cocção foi determinado em aparelho de Mattson, com adaptações ao método proposto por Feniman (2004). Cada tratamento foi replicado para cada amostra compreendendo 12 cubos padronizados de batata-doce. Para cada amostra, doze hastes foram usadas durante o teste, com a ponta da haste posicionada no centro do cubo. Para dar início ao teste de cocção, procedeu-se à imersão do aparelho em banho-maria, com água destilada em ebulição. O nível de água dentro do recipiente sempre esteve acima dos cubos de batata-doce durante todo o teste de cocção. O tempo de cocção foi determinado quando 50% + 1 das 12 varetas (7 varetas) penetrassem nos cubos e tocassem a parte superior do aparelho de Mattson modificado.

3.6 Avaliações Físico-químicas

3.6.1 Teor de sólidos solúveis totais

Aproximadamente 30 g de rodela de batata-doce 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.

3.7 Avaliações Bioquímicas e fisiológicas

3.7.1 Teor de açúcares solúveis totais

Os açúcares totais foram determinados pelo método de antrona, conforme Yemn e Willis (1954), a partir de 1 g das amostras diluídas em balão volumétrico de 50 mL. Dessas, foi retirada uma alíquota de 25 μ L para realizar a análise. A leitura foi realizada em espectrofotômetro (modelo libra S8; Biochrom) a 620 nm e os resultados expressos em %.

3.7.2 Teor de amido

O teor de amido foi determinado pelo método de hidrólise ácida sob refluxo e quantificado por meio do reagente DNS, conforme Miller (1959), com análise em espectrofotômetro (modelo libra S8; Biochrom) a 540 nm e os resultados expressos em (%).

3.7.3 Conteúdo de fenóis solúveis totais

Foi realizado de acordo com método Freire et al. (2015) com adaptações. Pesou-se 0,25 g de batata doce em almofariz contendo 1,5 mL de metanol puro. O extrato permaneceu em repouso por 20 horas no escuro a 4 °C. Foram centrifugadas a 10.000 x g a 2 °C por 21 minutos. Misturou-se 150 μ L do sobrenadante, 2.400 μ L de água destilada, 150 μ L de Folin Ciocalteu (0,25 N). A mistura foi homogeneizada, durante 3 minutos. Foram adicionados 300 μ L de carbonato de sódio (1N), e mantidos no escuro em temperatura ambiente por 2 horas. O branco foi feito com 5 μ L de metanol substituindo o sobrenadante. As leituras foram realizadas em espectrofotômetro (modelo libra S8; Biochrom) a 725 nm e os resultados expressos em mg de ácido gálico. 100g⁻¹ MF, quantificados com base em curva padrão de Ácido Gálico.

3.7.4 Extração e ensaio da Polifenoloxidase (EC 1.14.18.1; PPO) e Peroxidase (EC 1.11.1.7; POD)

A determinação da atividade das enzimas PPO e POD foi realizada de acordo com Almeida et al. (2018) com adaptações. Amostras de 0,25 g de batata doce foram maceradas em 6 mL de tampão fosfato de sódio 0,2M (pH 6,0) gelado. O extrato foi centrifugado a 7.960 x g por 23 minutos a 4 °C. O ensaio da PPO foi determinado pela adição de 20 µL do sobrenadante ao meio de reação contendo 1,480 mL de tampão de fosfato 0,2 M, (pH 6,0) e 1,5 mL de catecol 0,2 M. As leituras foram realizadas em espectrofotômetro (modelo libra S8, Biochrom) a 425 nm, por três minutos com intervalo entre leituras de 30 segundos. A atividade da PPO foi calculada com base no coeficiente de extinção molar de 3.400 mM⁻¹ cm⁻¹ para catecol, e expressa em µmol min⁻¹ g⁻¹ MF⁻¹.

O ensaio da POD foi determinado pela adição de 20 µL do sobrenadante ao meio de reação contendo 1,780 mL de tampão fosfato 0,2 M (pH 6,0), 100 µL de guaiacol (0,5%) e 100 µL de peróxido de hidrogênio (0,08%). As leituras foram realizadas em espectrofotômetro (modelo libra S8, Biochrom) a 470 nm, a uma temperatura de 30 °C, a cada 30 segundos. A atividade da peroxidase foi calculada com base no coeficiente de extinção molar de 26,6 mM⁻¹ cm⁻¹ para guaiacol, e expressa em µmol min⁻¹ g⁻¹ MF⁻¹.

3.7.5 Teor de carotenoides totais

Carotenoides totais foram determinados de acordo com Lichtenthaler (1987). Oito gramas amostras de batata-doce foram pesados e adicionadas em 5 ml de acetona (80%). As amostras foram centrifugadas a 6000 g por 15 minutos a 4 °C. Posteriormente coleta-se o sobrenadante e a absorbância é medida a 663, 645 e 455 nm, usando um espectrofotômetro (modelo libra S8, Biochrom). Os teores de carotenoides totais (µg 100g⁻¹ MF⁻¹) foram calculados utilizando as seguintes equações:

$$\text{Equação 1: Clorofila a} = 12,25 \times A_{663} - 2,79 \times A_{645}$$

$$\text{Equação 2: Clorofila b} = 12,25 \times A_{645} - 2,79 \times A_{663}$$

$$\text{Equação 3: carotenoides} = (1000 \times A_{455} - 11,62 \times \text{Clorofila a} - 94,89 \times \text{Clorofila b})/198$$

3.7.6 Conteúdo de betalaína (betacianina e betaxantina)

O teor de betacianina e betaxantina foi determinado segundo a metodologia adaptada de Nilson (1970). Dois gramas de amostras previamente congeladas foram maceradas em 5 mL de água destilada. A solução foi colocada em tubos e centrifugada a 15.000 rpm e 4 °C durante 40 minutos. Um mL do líquido transbordante e 24 mL de água destilada foram homogeneizados em um tubo de ensaio. As leituras foram realizadas em espectrofotômetro (modelo libra S8, Biochrom) a 476nm, 538nm e 600nm. Os valores das quantidades de betacianina e betaxantina ($\mu\text{g } 100\text{g}^{-1} \text{ MF}^{-1}$) foram obtidos através das equações:

$$x = 1,095 (a-c)$$

$$y = b-z-x / 3,1$$

$$z = a-x$$

em que:

a = leitura da amostra (538 nm);

b = leitura da amostra (476 nm);

c = leitura da amostra (600 nm);

x = absorção de betacianina;

y = absorção de betaxantina;

z = absorção de impurezas.

4 RESULTADOS

4.1. O retardo na colheita melhora a qualidade, aumenta o rendimento industrial, e não muda o tempo de cocção em batata-doce minimamente processada

O rendimento agroindustrial, para todas as cultivares de batata-doce estudadas, foi acima de 57 %, para as raízes que foram colhidas aos 150 e 180 dias, em comparação àquelas que foram colhidas aos 120 dias (Tabela 8), com exceção para as cvs. Mãe de Família Roxa e BRS Rubissol (Tabela 8). Os menores rendimentos foram obtidos para as cvs. Beterraba, Jerimum, BRS Amélia e BRS Cuia colhidas aos 120 dias (Tabela 8).

Tabela 8. Rendimento agroindustrial (%) em raízes de batata-doce minimamente processadas colhidas em diferentes épocas (120,150 e 180 dias). cvs. Mãe de Família Roxa, BRS Cuia, BRS Rubissol, Petrolina, Beterraba, BRS Amélia e Jerimum. Mossoró-RN, UFERSA, 2019.

ÉPOCAS DE COLHEITA (Dias)	Mãe de Família Roxa	BRS Cuia	BRS Rubissol	Petrolina	Beterraba	BRS Amélia	Jerimum
120	63,17	35,44	58,94	46,76	34,94	35,44	34,67
150	75,37	76,21	63,51	73,99	69,3	75,33	58,42
180	67,99	60,26	57,89	68,1	73,48	69,24	73,48

De forma geral, não ficou claro se o retardo na colheita altera o tempo de cocção para as cultivares estudadas, pois percebeu-se que em algumas cultivares a cocção foi mais rápido e outras não (Tabela 9). Além disso, comparando-se as raízes minimamente processadas nos dias zero e 10 dias refrigerados, percebeu-se que, na maioria dos casos, a conservação tendeu a aumentar o tempo de cocção (Tabela 9).

Tabela 9. Valores médios do tempo de cocção (minutos) em raízes de batata-doce minimamente processadas colhidas em diferentes épocas (120,150 e 180 dias) e mantidas armazenadas a 5 ± 2 °C por dez dias. cvs. Mãe Família Roxa, BRS Cuia, BRS Rubissol, Petrolina, Beterraba, BRS Amélia e Jerimum. Mossoró-RN, UFERSA, 2019.

ÉPOCAS DE COLHEITA (Dias)	Dias, 5 °C													
	0							10						
	Mãe de Família	BRS Cuia	BRS Rubissol	Petrolina	Beterraba	BRS Amélia	Jerimum	Mãe de Família Roxa	BRS Cuia	BRS Rubissol	Petrolina	Beterraba	BRS Amélia	Jerimum
120	8	7	8	10	6	4	8	9	8	7	8	6	7	9
150	9	11	7	9	8	9	8	9	11	8	8	11	8	8
180	7	8	7	7	7	6	7	7	8	6	7	8	6	8

As notas correspondentes a escala visual subjetiva caiu durante a conservação para todas as cultivares (Figura 3). A redução nas notas visuais foi maior para época de colheita mais precoce, 120 dias, principalmente para as cultivares de polpa branca (BRS Cuia, BRS Rubissol e Petrolina), que apresentaram sinais rápidos de escurecimento e ficaram com a nota limite de aceitação igual ou inferior a 3 no dia 0 (Figura 3, B-C-D). As cultivares de polpa colorida, Beterraba e BRS Amélia, o esbranquecimento foi a principal causa de redução da nota (Figura 3, E-F; e 4). O retardo na colheita de 120 para 180 dias, manteve as notas igual ou superior a 3, para todas as cultivares, aos 10 dias (Figura 3). Com exceção das cvs. Mãe de Família Roxa e Jerimum, que mantiveram as notas visuais dentro do limite de aceitação (nota 3) até o décimo dia de conservação, em todas as épocas de colheita (120, 150 e 180 dias) (Figura 3, A-G).

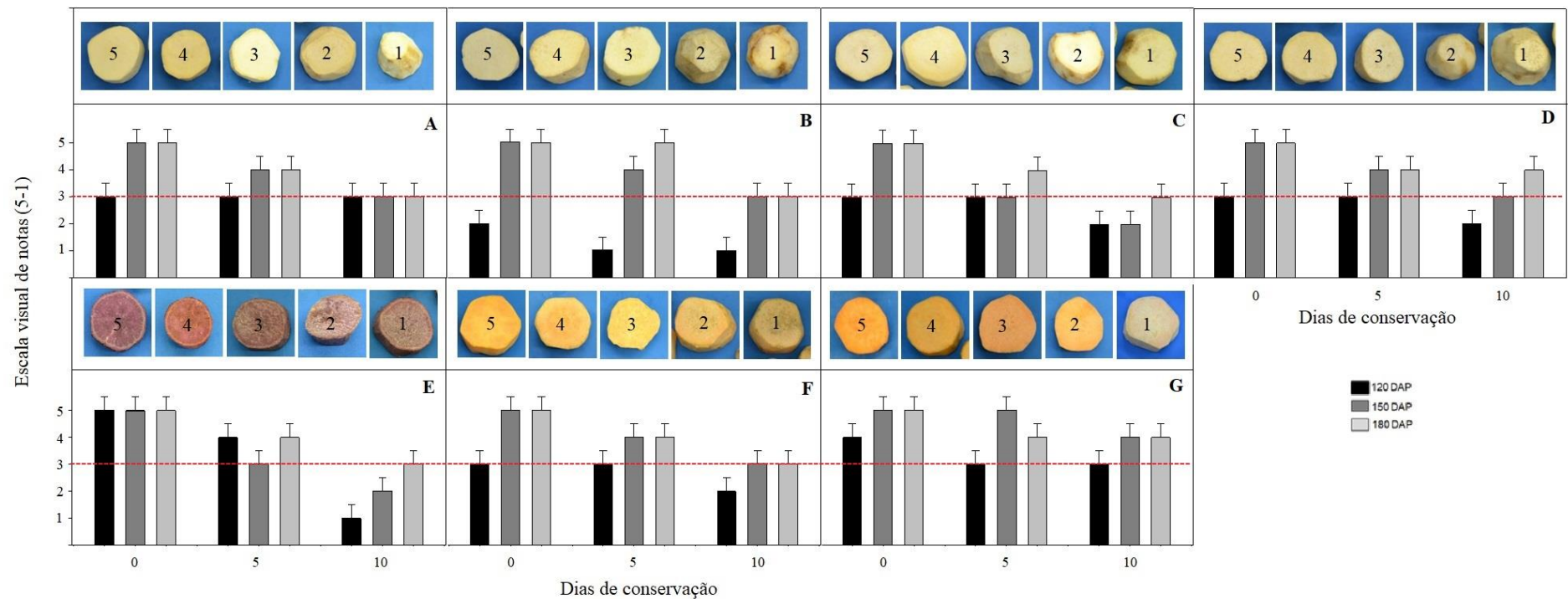


Figura 3. Notas visuais das raízes de batata-doce minimamente processada colhidas em diferentes épocas (120, 150 e 180 dias após plantio, DAP) e mantidas a 5 ± 2 °C por dez dias. cvs. Mãe de Família Roxa (A), BRS Cuia (B), BRS Rubissol (C), Petrolina (D), Beterraba (E), BRS Amélia (F) e Jerimum (G). As linhas pontilhadas em vermelho indicam o limite de aceitação comercial nota 3. As barras representam o desvio padrão da média. Mossoró-RN, UFERSA, 2019

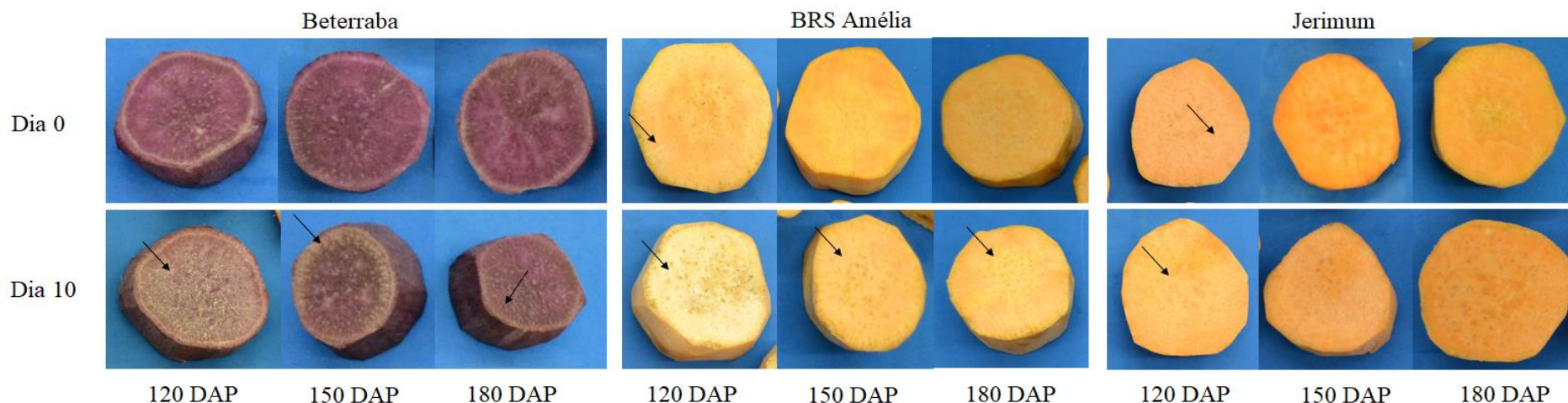


Figura 4. Raízes de batata-doce de polpa colorida minimamente processadas colhidas aos 120; 150 e 180 dias após plantio (DAP), aos dias zero e dez dias de conservação a 5 ± 2 °C. cvs. Beterraba, BRS Amélia, Jerimum. As setas em preto indicam sintomas que levaram a diminuição da qualidade visual pelo esbranquecimento superficial do tecido. Mossoró-RN, UFERSA, 2019.

4.2 Compostos fenólicos e enzimas oxidativas estão envolvidas no escurecimento de batata-doce de polpa branca

O teor de compostos fenólicos aumentou durante a conservação refrigerada, independente da época de colheita, apresentando os maiores aumentos para a cultivar Mãe de Família Roxa e BRS Cuia dentre as cultivares de polpa branca (Figura 5, A e B) e Beterraba e Jerimum para as cultivares de polpa colorida, em todos os casos, quando as cultivares colhidas aos 120 dias (Figura 6, A e C). Além disso, os teores de compostos fenólicos foram maiores para as batatas colhidas aos 120 dias, seguido de 150 e 180 dias, nesta ordem decrescente (Figura 5, A, B, C e D; e 6, A, B e C). As atividades das enzimas polifenoloxidase (PPO) e peroxidase (POD) nas raízes de batata-doce minimamente processadas para as cultivares de polpa branca, Mãe de família roxa, BRS Cuia, Petrolina, e as de polpa colorida BRS Amélia e Jerimum, foram significativamente maiores, nas raízes colhidas aos 120 dias, em relação àquelas colhidas aos 150 e 180 dias (Figura 5, E e I, F e G, H e M; e 6, E e M, F e I). Por

outro lado, para as raízes da cv. Beterraba, a atividade dessas enzimas foi inferior nas raízes colhidas aos 120 dias, em relação as que foram colhidas aos 150 e 180 dias (Figura 6, D e G). Ficou evidente que o escurecimento, os compostos fenólicos totais e a atividade das enzimas PPO e POD, estão relacionadas, principalmente nas batatas de polpa branca Mãe de família Roxa, BRS Cuia, BRS Rubissol e Petrolina, no qual essas medidas tornaram-se as mais elevadas quando essas batatas foram colhidas aos 120 dias, período que escureceram mais (Figuras 3, A, B, C e D; 5, e 7). Além disso, o escurecimento enzimático nas raízes colhidas aos 150 e 180 dias foi significativamente menor do que nas raízes colhidas aos 120 dias para as cultivares de polpa branca (Figura 7).

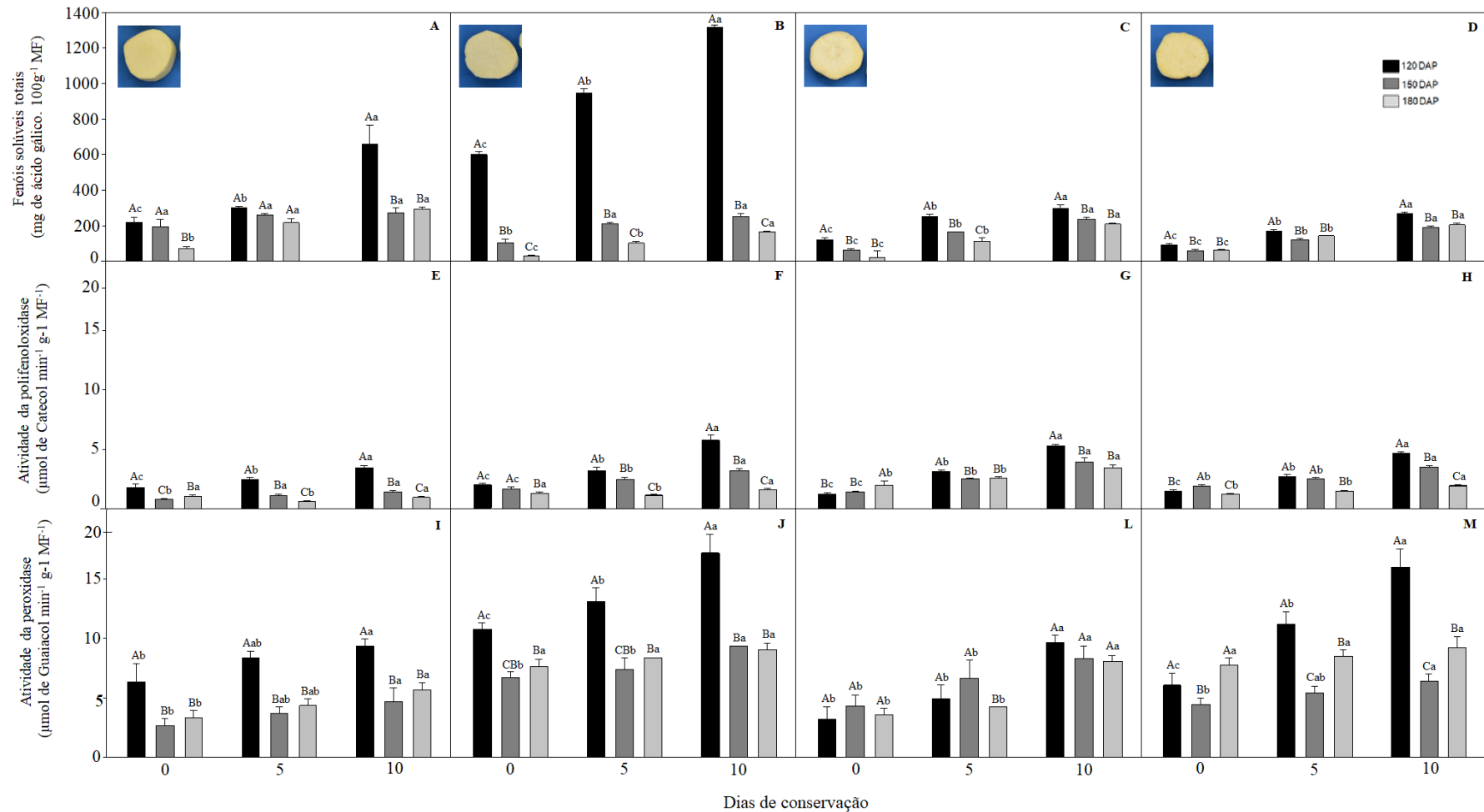


Figura 5. Teor de compostos fenólicos totais, atividade da peroxidase – POD, e atividade da polifenoloxidase – PPO, em raízes de batata-doce de polpa branca minimamente processadas colhidas em diferentes épocas (120, 150 e 180 dias após o plantio, DAP) e mantidas a 5 ± 2 ° C por doze dias. cvs. Mãe de Família Roxa (A e E), BRS Cuia (B e F), BRS Rubissol (C e G) e Petrolina (D e H). As barras representam o desvio padrão da média. As letras representam diferença significativa entre os tratamentos, letras maiúsculas para as épocas de colheita e minúsculas para os dias de conservação. Mossoró-RN, UFERSA, 2019.

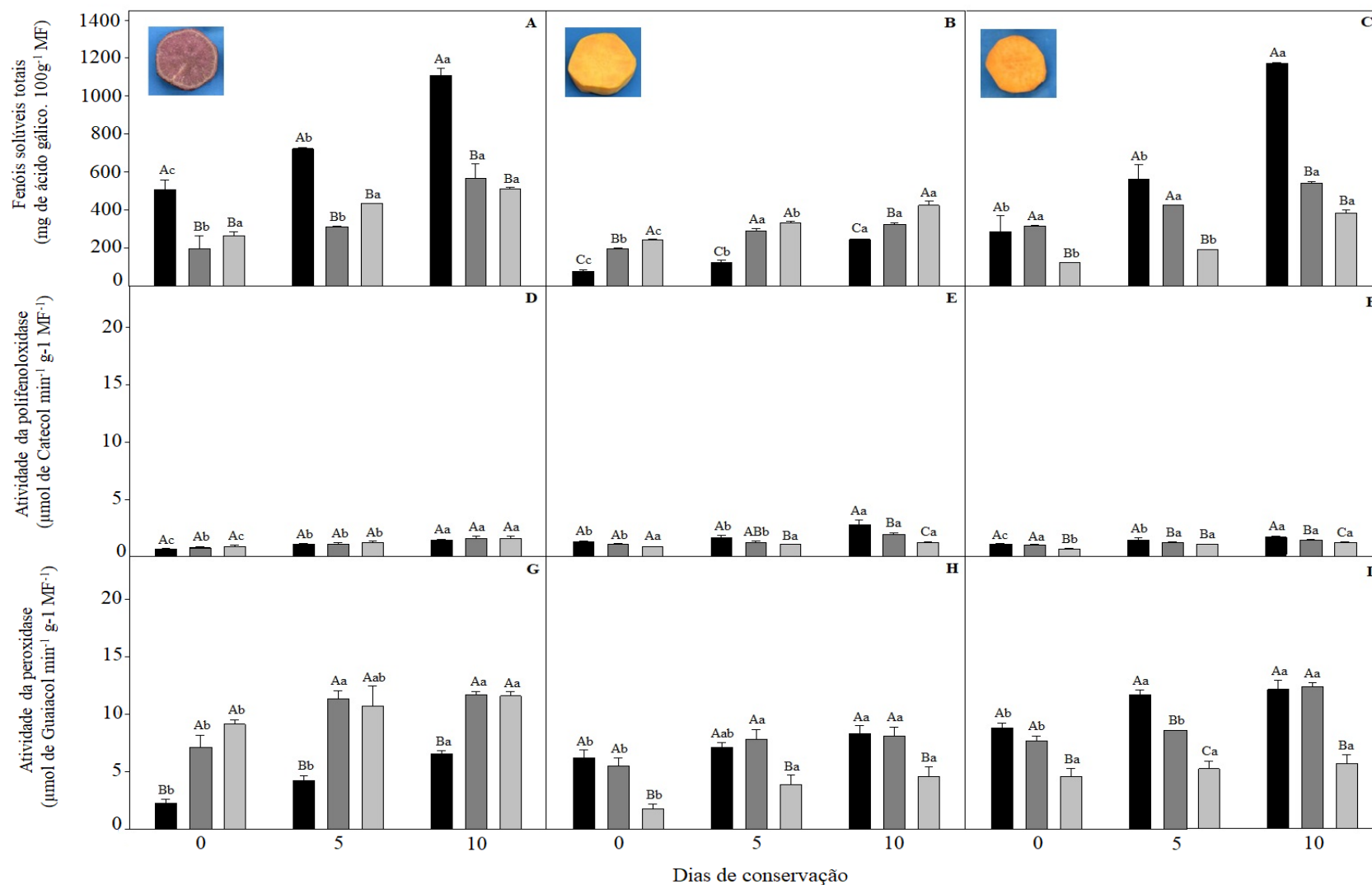


Figura 6. Teor de compostos fenólicos totais, atividade da peroxidase – POD, e atividade da polifenoloxidase – PPO, em raízes de batata-doce de polpa colorida minimamente processadas colhidas em diferentes épocas (120,150 e 180 dias) e mantidas a 5 ± 2 °C por dez dias. cvs.

Beterraba (A, D e G), BRS Amélia (B, E e H) e Jerimum (C, F e I). As barras representam o desvio padrão da média. As letras representam diferença significativa entre os tratamentos, letras maiúsculas para as épocas de colheita e minúsculas para os dias de conservação. Mossoró-RN, UFERSA, 2019.

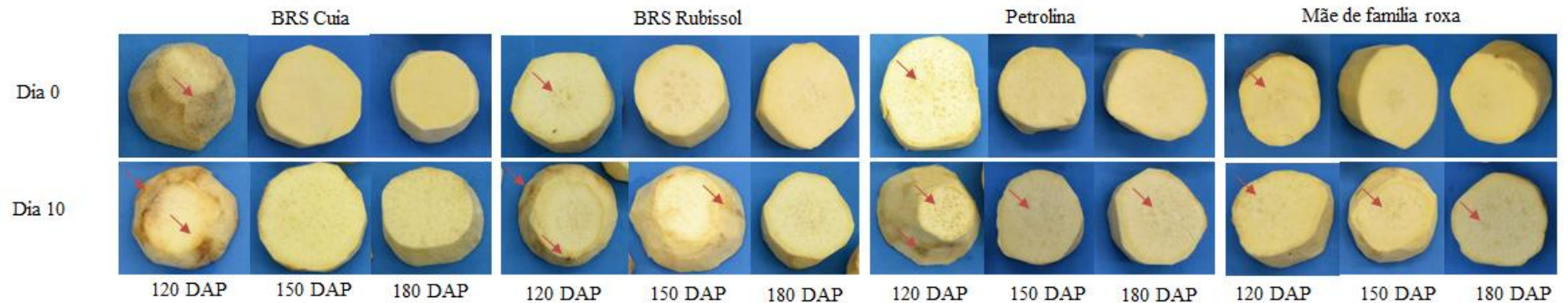


Figura 7. Raízes de batata-doce de polpa branca minimamente processadas colhidas aos 120; 150 e 180 dias após plantio (DAP), aos dias zero e dez dias de conservação a 5 ± 2 °C. cvs. BRS Cuia, BRS Rubissol, Petrolina e Mãe de Família Roxa. As setas em vermelho indicam sintomas que levaram a diminuição da qualidade visual pelo escurecimento superficial do tecido ocasionado pela atividade das enzimas PPO e POD. Mossoró-RN, UFERSA, 2019.

4.3 Marcadores fitoquímicos de qualidade em batatas coloridas são alterados pelo retardo da colheita e pela conservação refrigerada em batata-doce minimamente processada

Observou-se que o retardo da colheita proporcionou incrementos de carotenoides totais no primeiro dia de estudo (dia zero) para as cultivares Beterraba, BRS Amélia e Jerimum (Figura 8, A, B e C), não sendo observado o mesmo incremento nas cvs. BRS Cuia, Mãe de família roxa, BRS Rubissol e Petrolina (Figura 9, A, B, C e D). Notando-se também que a conservação por 5 ou 10 dias reduziram ou retiraram essas diferenças nos teores de carotenoides entre colheitas de 120 dias e 150 e 180 dias para as cvs. Beterraba, BRS Amélia e Jerimum (Figura 8, A, B e C). Os teores de carotenoides totais permaneceram estáveis durante a conservação em todas as cultivares de polpa branca (Mãe de família roxa, cvs. BRS Cuia, BRS Rubissol e Petrolina) (Figura 9, A, B, C e D). Por outro lado, para as batatas de polpa colorida (cvs. Beterraba, BRS Amélia e Jerimum) o teor de carotenoides diminuiu durante a conservação (Figura 8, A, B e C). Nessas batatas, os níveis de carotenoides ficaram acima de $200 \mu\text{g } 100 \text{ g}^{-1} \text{ MF}^{-1}$ (Figura 8, A, B e C) com destaque para a cv. Beterraba, apresentando valores próximos a $2000 \mu\text{g } 100 \text{ g}^{-1} \text{ MF}^{-1}$ (Figura 8, A). Nas batatas de polpa branca, os valores ficaram abaixo de $200 \mu\text{g } 100 \text{ g}^{-1} \text{ MF}^{-1}$ (Figura 9, A, B, C e D).

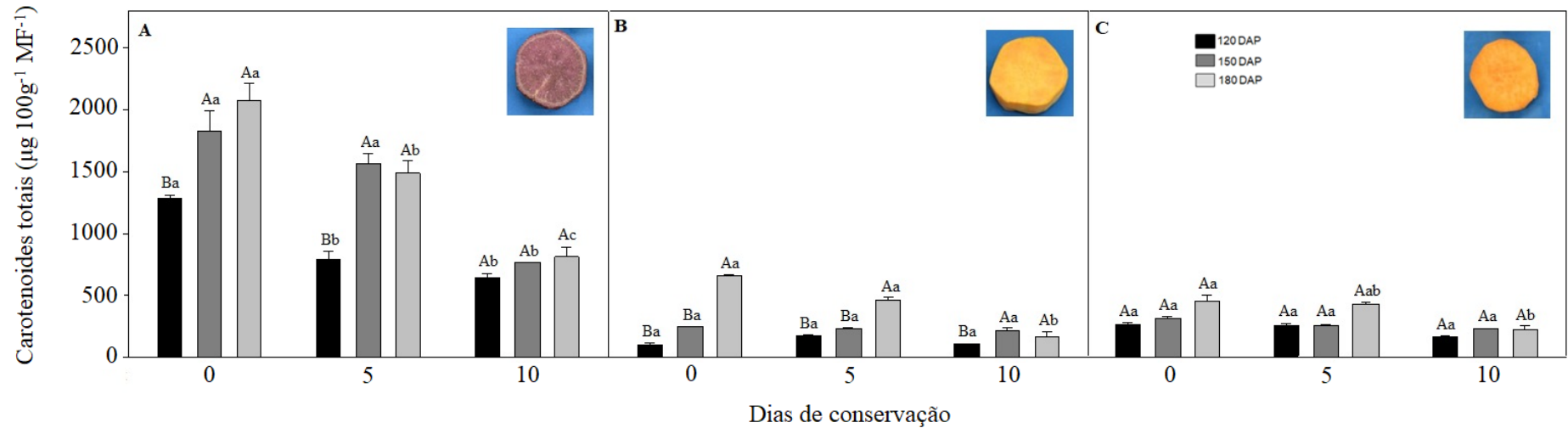


Figura 8. Teores de carotenoides totais em raízes de batata-doce de polpa colorida minimamente processadas, cvs. Beterraba (A), BRS Amélia (B) e Jerimum (C), colhidas em diferentes épocas (120, 150 e 180 dias após plantio, DAP) e mantidas a 5 ± 2 °C por dez dias. As barras representam o desvio padrão da média. As letras representam diferença significativa entre os tratamentos, letras maiúsculas para as épocas de colheita e minúsculas para os dias de conservação. Mossoró-RN, UFERSA, 2019.

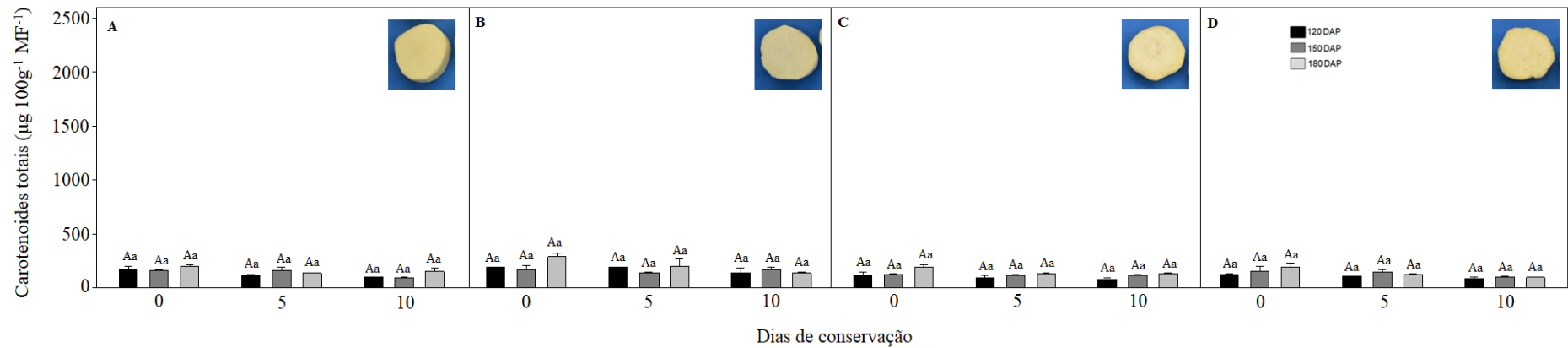


Figura 9. Teores de carotenoides totais em raízes de batata-doce de polpa branca minimamente processadas, cvs. Mãe de Família Roxa (A), BRS Cuia (B), BRS Rubissol (C) e Petrolina (D), colhidas em diferentes épocas (120,150 e 180 dias após plantio, DAP) e mantidas a 5 ± 2 °C por dez dias. As barras representam o desvio padrão da média. As letras representam diferença significativa entre os tratamentos, letras maiúsculas para as épocas de colheita e minúsculas para os dias de conservação. Mossoró-RN, UFERSA, 2019.

As batatas da cv. Beterraba colhidas aos 120 dias, mantiveram, significativamente, os mais altos teores de betacianina no início do armazenamento (dia zero), diferentemente para betaxantina, no qual seus valores foram significativamente os mais baixos (Figura 9). Além disso, o conteúdo de betacianina decresceu, significativamente, ao longo dos dias de conservação para as batatas colhidas aos 120 dias, ao contrário das batatas colhidas aos 150 e 180 dias, que apresentaram leve incremento, significativo ou não, durante a conservação (Figura 9). Além disso, o teor de betaxantina manteve-se constante, na conservação, para as batatas colhidas aos 120 dias e reduziu para aquelas colhidas aos 150 e 180 dias (Figura 10).

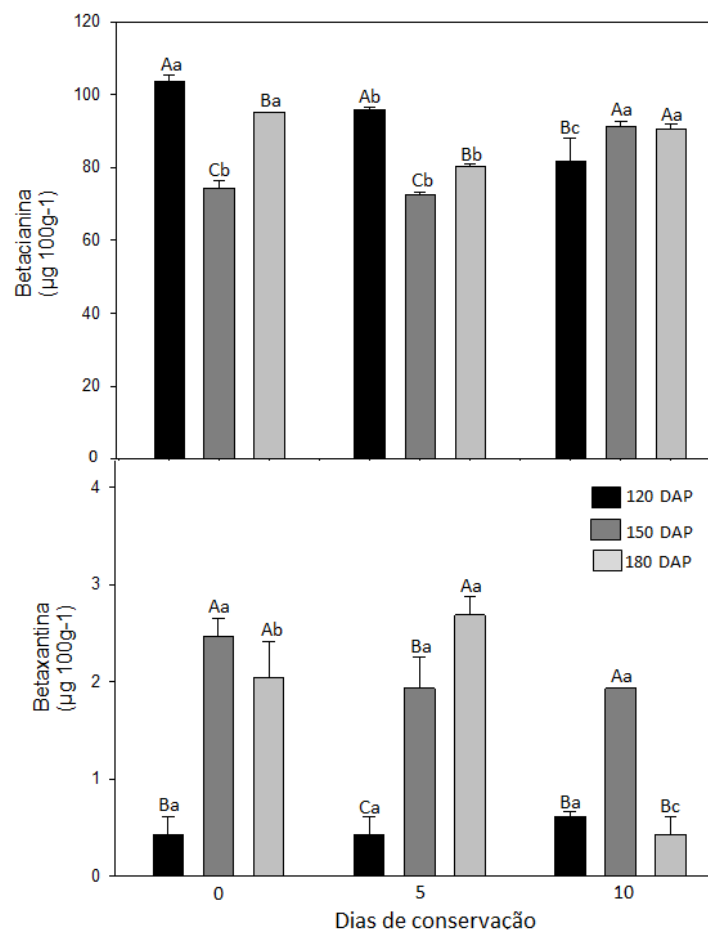


Figura 10. Betaxantina e betacianina em raízes de batata-doce da cv. Beterraba minimamente processada colhida em diferentes épocas (120,150 e 180 dias após plantio, DAP) e mantidas a 5 ± 2 °C por dez dias. As barras representam o desvio padrão da média. As letras representam diferença significativa entre os tratamentos, letras maiúsculas para as épocas de colheita e minúsculas para os dias de conservação. Mossoró-RN, UFERSA, 2019.

Observou-se que o atraso na colheita, de 120 para 180 dias, não incrementou, significativamente, os teores de amido, sólidos solúveis e açúcares solúveis totais, com exceção para a cultivar BRS Rubissol, no caso de amido, e Petrolina para açúcares totais (Tabela 10 e 11). Além disso, comparando-se o início da conservação, dia zero, com os 10 dias, observou-se que em todas as colheitas o teor de amido não mudou, muito embora nas cultivares Petrolina e BRS Rubissol a redução foi significativa nas colheitas de 150 e 180 dias (Tabela 10). Ao contrário, o teor de sólidos solúveis totais e açúcares solúveis totais comparando-se no início e aos 10 dias, seus valores tenderam aumentar, significativamente, nas cvs. Beterraba e BRS Rubissol colhidas aos 150 dias e Jerimum, BRS Cuia e Petrolina na colheita de 120 dias (Tabela 11).

Tabela 10. Teor de amido e açúcares solúveis totais (%) em raízes de batata-doce minimamente processadas colhidas em diferentes épocas (120, 150 e 180 dias após plantio, DAP) e mantidas a 5 ± 2 °C por dez dias. cvs. Mãe de Família Roxa, BRS Cuia, BRS Rubissol, Petrolina, Beterraba, BRS Amélia e Jerimum. Mossoró-RN, UFERSA, 2019.

ÉPOCAS DE COLHEITA (Dias)	%	Dias, 5 °C													
		0							10						
		Mãe de Família Roxa	BRS Cuia	BRS Rubissol	Petrolina	Beterraba	BRS Amélia	Jerimum	Mãe de Família Roxa	BRS Cuia	BRS Rubissol	Petrolina	Beterraba	BRS Amélia	Jerimum
120	Amido	20,62 Ba	19,32 Aa	20,05 Ba	20,59 Aa	19,99 Aa	17,55 Aa	18,41 Aa	19,76 Aa	18,84 Aa	19,89 Aa	20,14 Aa	19,26 Ba	17,41 Aa	18,88 Aa
	Açúcares	2,74 Aa	2,97 Ab	2,2 Aa	1,91 Bb	2,46 Aa	2,7 Aa	3,32 Ab	2,61 Ba	4,78 Aa	2,19 Ba	3,8 Aa	2,6 Ba	2,8 Aa	5,44 Aa
150	Amido	23,06 Aa	18,49 Aa	22,11 Aa	22,24 Aa	21,85 Aa	18,28 Aa	18,88 Aa	20,94 Ab	19,56 Aa	20,89 Ab	17,96 Bb	21,64 Aa	18,3 Aa	17,49 Aa
	Açúcares	3,13 Aa	2,66 Aa	2,56 Ab	2,51 ABa	2,23 Ab	3,4 Aa	4,27 Aa	5,7 Aa	3,33 Aa	4,82 ABa	3,65 Aa	4,01 ABa	4,18 Aa	3,52 Aa
180	Amido	20,52 Ba	20,17 Aa	21,27 Aa	21,69 Aa	21,36 Aa	17,95 Aa	19,33 Aa	20,25 Aa	19,63 Aa	19,93 Ab	18,74 ABb	20,41 ABa	18,45 Aa	18,71 Aa
	Açúcares	3,24 Aa	3,4 Aa	3,74 Aa	3,73 Aa	3,14 Aa	4,13 Aa	4,53 Aa	5,52 Aa	3,46 Aa	5,28 Aa	5,04 Aa	4,36 Aa	3,87 Aa	4,92 Aa

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na vertical e minúsculas na horizontal, para cada cultivar (Mãe de Família Roxa, BRS Cuia, BRS Rubissol, Petrolina, Beterraba, BRS Amélia e Jerimum) não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 11. Valores médios dos teores de sólidos solúveis (%) em raízes de batata-doce minimamente processadas colhidas em diferentes épocas (120,150 e 180 dias após plantio, DAP) e mantidas armazenadas em 5 ± 2 ° C por dez dias. cvs. Mãe de Família Roxa, BRS Cuia, BRS Rubissol, Petrolina, Beterraba, BRS Amélia e Jerimum. Mossoró-RN, UFERSA, 2019.

ÉPOCAS DE COLHEITA (Dias)	Dias, 5 °C													
	0							10						
	Mãe de Família Roxa	BRS Cuia	BRS Rubissol	Petrolina	Beterraba	BRS Amélia	Jerimum	Mãe de Família Roxa	BRS Cuia	BRS Rubissol	Petrolina	Beterraba	BRS Amélia	Jerimum
120	12,2 ± 0,22	12,6 ± 0,31	15,3 ± 0,15	13,1 ± 0,09	12,8 ± 0,18	12,4 ± 0,11	14,6 ± 0,38	15,9 ± 0,27	15 ± 0,31	15,9 ± 0,42	15,1 ± 0,2	15,9 ± 0,11	16,4 ± 0,42	15,4 ± 0,33
150	11,1 ± 0,58	12,7 ± 0,22	11,2 ± 0,38	10,8 ± 0,49	12 ± 0,62	11 ± 1,2	15,7 ± 0,51	12,8 ± 1,05	13,1 ± 1,2	13,4 ± 0,55	11,6 ± 0,53	14,6 ± 0,64	14,9 ± 0,58	13,9 ± 0,53
180	14,3 ± 0,55	13,1 ± 0,05	12,1 ± 0,47	12,1 ± 0,47	11 ± 0,31	11,6 ± 0,51	11 ± 0,6	13,1 ± 0,05	12,4 ± 0,6	13,1 ± 1	13,1 ± 0,65	13,3 ± 0,78	16,7 ± 0,8	12,1 ± 0,47

Média ± desvio padrão

5 DISCUSSÃO

No presente estudo, observou-se que as raízes colhidas mais cedo, aos 120 dias, e minimamente processadas, seus rendimentos agroindustriais foram os menores (Tabela 8). Isso ocorreu devido ao fato de que logo após o corte essas raízes escureceram rapidamente, consequentemente, não foram embaladas, reduzindo de forma significativa o rendimento (Tabela 8). Observou-se ainda, exsudação de seiva em algumas raízes colhidas aos 120 dias. A evolução do escurecimento, foi avaliada com notas visuais feitas por um painel treinado, variando de 5 a 1, no qual 5 é a melhor nota e 1 a pior. A nota 3 é o limite de aceitação para consumo e comercialização. Nesse aspecto, verificou-se que as cultivares de polpa branca, colhidas aos 120 dias, foram as mais sensíveis ao escurecimento na conservação refrigerada (Figura 3, A, B, C e D), notando-se também que estas cultivares, no início da conservação (dia zero) já estavam no limite da aceitação comercial, com nota 3 (Figura 3, A, B, C e D). Isso é um indicativo que esta época de colheita é inadequada para estas cultivares se forem destinadas à indústria de processamento mínimo. Por outro lado, quando retardou a colheita para 150 e/ou 180 dias, as notas mantiveram-se estáveis, tornando-as comercializáveis até 10 dias (Figura 3, A, B, C e D), embora a BRS cuia não tenha se enquadrado neste aspecto, sugerindo que esta cultivar não é adequada ao processamento mínimo, pelo escurecimento dos tecidos.

As cultivares de polpa colorida, tornaram-se menos suscetíveis ao escurecimento, sendo o esbranquecimento o principal fator limitante de qualidade. Este distúrbio pós-colheita acomete de forma significativa algumas raízes cortadas, como cenoura (SIMÕES et al., 2010), batata doce (ALMEIDA, 2018) e beterraba (VITTI et al., 2005; KLUGE et al., 2006). Acredita-se ser atribuído a reações de isomerização ou degradação dos carotenoides trans, a forma mais estável na natureza, para a forma cis, promovendo perda de cor, da atividade pró-vitamínica e oxidações enzimáticas ou não enzimáticas (VALDUGA et al., 2009; AHMED et al., 2002), acúmulo de resíduos celulares em função do colapso e desidratação de células superficiais devido aos danos durante o processamento (SIMÕES et al., 2010), formação de lignina na superfície do corte (BOLIN e HUXSOLL, 1991) e a perda das betalainas das células superficiais danificadas devido aos processos de lavagem e enxágue realizados após o corte dos produtos ricos nestes pigmentos, já que são solúveis em água (VITTI et al., 2005).

Foi quantificado o teor de compostos fenólicos totais, utilizando ácido gálico como padrão externo (Figura 4). Observou-se que aquelas cultivares de polpa branca, que mais

escureceram, foram aquelas que apresentaram maiores incrementos nos teores de compostos fenólicos totais, destacando-se a BRS Cuia (Figura 4 e 7). Isso evidencia a importância deste fitoquímico para qualidade de produtos sensíveis ao escurecimento (ALMEIDA, 2018). Atualmente tem tido notável interesse por alguns grupos de pesquisas do mundo, nos estudos envolvendo tratamentos pós-colheita para incrementar compostos bioativos em plantas, tornando-as biofábricas de substâncias bioativas de interesse (JACOBO-VELÁZQUEZ e CISNEROS-ZEVALLOS, 2012). No presente trabalho, é notório que a época de colheita, é mais um fator pré-colheita, para incrementar os compostos fenólicos, porém, é necessário cautela para recomendação, pois nas cultivares de polpa branca, esses compostos fenólicos foram indutores de escurecimento (Figura 7). Formando-se uma linha tênue entre escurecimento, perda de qualidade e incremento de compostos bioativos e ganho em qualidade. Como não foi feita uma varredura dos compostos fenólicos induzidos pela época de colheita, para identificar aqueles fitoquímicos mais envolvidos com o escurecimento, é sugerido mais estudos. Os compostos fenólicos predominantes, em batata-doce, são as antocianinas, flavonoides e ácido clorogênico (KIM et al., 2012), destacando o ácido clorogênico e seus isômeros (WOOLFE, 1992) como principais envolvidos no escurecimento (DORANTES-ALVAREZ & CHIRALT 2000; OJEDA et al., 2013). Além disso, alguns estudos mostram que o escurecimento, em batata inglesa, não é limitado apenas pelas enzimas associadas ao escurecimento ou à concentração de polifenóis (CANTOS et al., 2002). Por outro lado, a batata-doce de polpa colorida, cvs. Beterraba e Jerimum, tiveram seus níveis altos de compostos fenólicos nas colheitas de 120 dias, sem escurecer (Figuras 3, E e G; e 4, E e G). Isso torna mais complexo o entendimento entre compostos fenólicos e escurecimento para as cultivares de polpa pigmentada. Possivelmente os pigmentos, ou mascaram o escurecimento ou atuam como antioxidantes evitando a síntese de substâncias que causam escurecimento (REICHEL et al., 2011; TEOW et al., 2007). Em geral, o conteúdo de fenóis solúveis totais aumentou durante a conservação para todas as cultivares estudadas, independente da sua coloração de polpa (Figura 4). Isso evidencia que o manuseio na colheita e os estresses causados pelo processamento mínimo foram importantes fatores para indução de compostos fenólicos em diferentes cvs. de batata-doce.

A atividade da PPO sempre apresentou mais alta atividade significativamente, nas colheitas de 120 dias, em relação as demais colheitas, para as cultivares de polpa branca (Figura 5, A, B, C e D). Por outro lado, as cultivares de polpa colorida, Beterraba e Jerimum, as quais tiveram sintomas pouco perceptíveis de escurecimento, essa diferença não foi observada (Figura 6, E e G). Isso evidencia, mais uma vez, a complexidade em entender o

fenômeno de escurecimento mediado pelas enzimas PPO e POD nessas cultivares de polpa colorida. As atividades da POD e PPO para todas as cultivares colhidas aos 120 dias, brancas e coloridas, tiveram atividade significativamente maior, em relação as demais colheitas, no início (dia zero), com exceção para as cultivares Petrolina e BRS Rubissol de polpa branca e Beterraba para as de polpa colorida (Figuras 5, C e G, D e H e 6, A e D). Isso mostra que a colheita de 120 dias, foi um manuseio que induziu aumentos na atividade dessas enzimas, os quais podem ter sido um “gatilho” para indução do escurecimento de algumas das raízes de polpa branca. Evidenciando, mais uma vez, a complexidade do entendimento, muito embora, que a cultivar de polpa colorida Beterraba, possua em seus tecidos altos níveis de carotenoides e betalaína (Figuras 8 e 9), a qual esta última foi quantificada apenas nesta cultivar. A betalaína é considerada um composto antioxidante não enzimático (SWARNA, LOKESWARI, SMITA e RAVINDHRAN, 2013; RAVICHANDRAN et al., 2013), e os carotenoides são considerados importantes inibidores de oxigênio singlete, já que possuem duplas ligações conjugadas na cadeia estendida da sua estrutura molecular, o que permite que os mesmos aceitem elétrons facilmente, impedindo a oxidação (SAMBO & NICOLETTO, 2013). É possível que as cultivares de polpa colorida tenham maiores defesas antioxidativas do que as não coloridas (CEVALLOS-CASALS & CISNEROS-ZEVALLOS, 2003; TEOW et al., 2006; TEOW et al., 2007), visto que nas coloridas destacam-se os carotenóides (Figura 8), flavonóides (XU et al., 2018), antocianinas (KUANG, THOO e SIOW, 2015; TEOW et al. 2007; TRUONG et al., 2010) e betalaínas (Figura 9), como componentes majoritários de metabólitos antioxidantes nestas batatas-doces de polpa colorida.

Observou-se, que as cvs. de polpa colorida (Beterraba, Jerimum e BRS Amélia) apresentaram teores de carotenóides totais superior as cvs. de polpa branca (BRS Cuia, Mãe de Família Roxa, BRS Rubissol e Petrolina) (Figura 8). Percebeu-se um aumento, significativo, do teor carotenóides totais com o avanço no tempo de colheita, nas cultivares de polpa colorida, com destaque para cv. Beterraba (polpa roxa) que apresentou teores de carotenoides totais próximo a $2000 \mu\text{g } 100\text{g MF}^{-1}$, mostrando o potencial dessa cv. como alimento funcional que pode ser utilizado como matéria-prima para a produção de alimentos ricos em componentes bioativos promotores de saúde. Por outro lado, o conteúdo de carotenoides totais diminuiu, significativamente, durante o armazenamento, para as cvs. de polpa colorida (Figura 8). Essa diminuição no teor de carotenóides totais pode estar relacionada à oxidação desses compostos, resultando em perda de qualidade das raízes (MARANGONI, ITO, RIBEIRO, SILVA, & ALVES, 2018). Os carotenoides são de extrema importância para a saúde, visto que sua estrutura química possui nove ou mais duplas

ligações, com isso, melhorando suas propriedades antioxidantes (LIU; LIN; YANG, 2009). Possuem capacidade de diminuir o risco de doenças, como cânceres, cardiovasculares e as degenerativas da visão (LARSSON et al., 2010; LIU; LIN; YANG, 2009; FARWELL et al., 2008). Nas raízes da batata-doce de polpa alaranjada, destaca-se o β -caroteno, o mais potente precursor de vitamina A encontrado em plantas e que, após ser ingerido, é convertido em vitamina A, que é essencial para o desenvolvimento da função imune, da visão e do crescimento e integridade das células epiteliais (SIMONNE et al., 1993; WOESTENENK et al., 2014). Com isso, as batatas doces estudadas, principalmente as de polpa colorida, apresentam um grande potencial para serem utilizadas na dieta alimentar como fonte de antioxidante, pois promovem o retardo ou diminuição dos danos devidos à oxidação, por meio da eliminação dos radicais livres (ESATBEYOGLU, et al., 2017).

O atraso na colheita, não mudou significativamente os teores de amido, sólidos solúveis e açúcares, mesmo que algumas cultivares de polpa branca tenham mudado, como as cvs. BRS Rubissol e Petrolina (Tabelas 10 e 11). Esses componentes são importantes pois fazem parte do espectro de parâmetros para medir a qualidade em batata-doce (ALBUQUERQUE et al., 2018). Geralmente batata-doce com mais açúcares são destinadas para mesa (ALBUQUERQUE et al., 2018), e a batata com mais amido é destinada para indústria (ROESLER et al., 2008). Na indústria de alimentos, o amido é utilizado para melhorar as propriedades funcionais, sendo empregado em sopas, como formador de gel para balas, pudins, estabilizante em molhos de salada, na elaboração de compostos farmacêuticos, na produção de resinas naturais e na elaboração de materiais termoplásticos biodegradáveis (CEREDA et al., 2001). O presente trabalho mostrou que a mudança na época de colheita, não foi modulador de mudanças significativas nesses fitoquímicos. As mudanças mais expressivas aconteceram durante a conservação refrigerada, no qual o amido tende a diminuir de forma significativa, para algumas variedades (Petrolina e BRS Rubissol), isso pode ser devido a hidrólise do amido, e aumento na atividade de algumas enzimas degradadoras do amido, como a β -amilase (ZHANG et al., 2014).

Os açúcares tenderam a aumentar, significativamente para as cultivares Beterraba, BRS Rubissol, Jerimum, BRS Cuia e Petrolina, esse comportamento pode ser devido ao aumento nos teores de hexoses (HILL et al., 1996) e de hexoses fosfato (TREVANION e KRUGER, 1991), na atividade de enzimas envolvidas na síntese da sacarose, bem como com o aumento na atividade da invertase e da β -amilase, que induz o acúmulo de açúcares durante a degradação do amido (ZOMMICK; KNOWLES e KNOWLES et al., 2014; HILL et al.,

1996; NIELSEN et al., 1997). Além disso, percebeu-se, dentre as variedades estudadas, que as cvs. BRS Rubissol, Beterraba, Mãe de Família Roxa e Petrolina possuem os maiores teores de amido, acima de 20%, com teores de açúcares variando de 2 a 3%. Essa relação baseada na doçura é uma das principais características para a escolha da raiz destinada ao consumo *in natura*, como minimamente processados ou ao uso em indústria, já que o alto teor de amido e baixo teor de açúcares solúveis diminuem o custo do processamento da batata-doce devido à ausência de reações de oxidação (MCKIBBIN et al., 2006). Com base nisso, a cv. Jerimum apresentou os maiores teores de açúcares, acima de 4%. Sendo um atrativo a mais para o mercado de mesa, já que se apresenta mais adocicada (ALBUQUERQUE et al., 2018). Somado a isso, esta cultivar apresenta polpa alaranjada, observado pelos altos teores de carotenoides (Figura 8, G). Diferentemente, a cv. Beterraba embora possua uma forte pigmentação que resulta em maior atratividade, foi uma variedade que apresentou baixos teores de açúcares (Tabela 10), no entanto, apresentou grande potencial para indústria devido ao seu elevado teor de carotenoides, fenóis solúveis e betalainas observados no presente trabalho.

Assim sendo, época de colheita mais indicada de batata doce para indústria de processamento das cultivares de polpa branca e coloridas estudadas, em condições de Semiárido, está entre 150 e 180 dias, já que essas raízes se mantiveram com nota de qualidade visual dentro do limite de aceitação comercial para consumo e comercialização (nota 3) ao longo do período de conservação refrigerada, além de apresentaram maiores teores dos fitoquímicos, como carotenoides totais, amido e açúcares solúveis totais. A cultivar de polpa branca BRS Cuia apresentou os mais altos níveis de compostos fenólicos, maiores atividades da PPO e POD e os mais graves sintomas de escurecimento, sendo um fator limitante para sua comercialização na forma cortada, não sendo recomendada para a indústria de processamento mínimo. Além disso, dentre as cultivares de polpa colorida, embora a cv. beterraba tenha os altos níveis de compostos bioativos, mesmo com os atrasos na colheita, foi uma cultivar que não apresentou sabor adocicado, evidenciado pelos baixos valores de sólidos solúveis e açúcares, importante para batata-doce destinada ao consumo fresco. Assim, esta cultivar seria mais recomendada para indústria para extração de componentes bioativos como carotenoides, flavonoides e betacianinas. O estilo de vida moderno é conveniente para a indústria de processamento de alimentos funcionais, como a batata-doce, com alto valor nutricional e boa palatabilidade, aumentando consideravelmente o valor agregado desse produto agrícola.

Portanto, o atraso na colheita das raízes de batata-doce realizado no presente trabalho, 150 e 180 dias, das cultivares Mãe de Família Roxa, BRS Rubissol, Petrolina, BRS Amélia e Jerimum, resultou em tecidos com maior estabilidade fitoquímica e enzimática durante a conservação, estando associado a uma maior tolerância ao escurecimento como observado pelas notas registradas na escala visual. Além disso, as cvs. de polpa colorida, cvs. BRS Amélia e Jerimum apresentaram maiores conteúdos de fitoquímicos com potencial antioxidante, como, carotenoides, fenóis solúveis totais e betalaina (cv. Beterraba), isso é um fator adicional para escolha dessas cultivares ao processamento mínimo, no qual possuem características promotoras da saúde.

Com a ênfase crescente nas funções promotoras de saúde dos ingredientes funcionais da batata-doce, o desenvolvimento de alimentos saudáveis derivados da batata-doce, pode aumentar bastante o valor agregado ao produto processado. Alguns países em desenvolvimento podem prestar mais atenção ao desenvolvimento de alimentos processados de batata-doce e expandir o processamento, com ênfase na utilização da batata-doce de polpa colorida, como as cultivares Beterraba, BRS Amélia e Jerimum, em áreas com insuficiência vitamínica.

A batata-doce é uma boa matéria-prima para o processamento de produtos, especialmente adequada para o desenvolvimento industrial e para fornecer matérias-primas suficientes para o desenvolvimento de indústrias de processamento de alimentos relacionadas e para o fornecimento de abundantes produtos alimentícios, como o amido e a farinha de batata-doce, dependendo da aptidão da cultivar a ser utilizada, como as estudadas nesse trabalho, que apresentaram potencial para indústria, cv. BRS Cuia, cv. BRS Rubissol, cv. Beterraba e cv. Mãe de Família Roxa.

6 CONCLUSÃO

O atraso na colheita de 120 para 150 e 180 dias, das raízes de batata-doce minimamente processada das cultivares de polpa branca. Mãe de família roxa, BRS Cuia, BRS Rubissol e Petrolina, resultou em tecidos com maior estabilidade na atividade enzimática durante a conservação refrigerada, estando associado a uma maior tolerância ao escurecimento dessas cultivares.

As cvs. de polpa colorida, cvs. BRS Amélia e Jerimum apresentaram, nas colheitas de 150 e 180 dias, maiores conteúdos de fitoquímicos com potencial antioxidante, como, carotenoides, fenóis solúveis totais e betalaina (cv. Beterraba), essas características tornam essas cultivares escolhas ideais para utilização em indústrias de processamento mínimo, já que possuem características promotoras da saúde.

Além disso, as cvs. BRS Cuia, BRS Rubissol, Beterraba e Mãe de Família Roxa, apresentaram potencial como matérias-primas para outras indústrias de processamento de alimentos relacionadas e para o fornecimento de abundantes produtos alimentícios, como o amido e a farinha de batata-doce, já que apresentaram teores elevados de açúcares solúveis totais e amido.

7 REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, S. L. Cultivares de batata-doce colhidas em diferentes épocas para processamento mínimo. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal Rural de Pernambuco/Unidade Acadêmica de Serra Talhada. Serra Talhada-PE, p.76, 2018.
- ALMEIDA, SL; JÚNIOR, APB; DINIZ, NB; SILVA, DFL.; SIMÕES, AN. Qualidade de batata-doce cv. Paraná minimamente processada. **In anais... 2º SIMPÓSIO NACIONAL DE ESTUDOS PARA PRODUÇÃO VEGETAL NO SEMIÁRIDO.**2016.
- ALMEIDA, S. L.; MORAIS, M. A. S.; ALBUQUERQUE, J. R. T.; BARROS JÚNIOR, A. P.; SIMÕES, A. N.; FONSECA, K. S. Polyphenol oxidase and peroxidase enzyme assays in sweet potato cultivars harvested at different times. **Rev. Caatinga**, v. 32, n. 2, p. 537-542, 2019.
- ALLEN, L. et al. Edible corn-carbohydrate food coatings. II. Evaluation of fresh meat products. **Food Technology**, V. 17, n.11, p. 104–108, 1963.
- ALBUQUERQUE, J. R. T., RIBEIRO, R. M. P., PEREIRA, L. A. F., JUNIOR, A. P. B., DA SILVEIRA, L. M., DOS SANTOS, M. G., ... & NETO, F. B. Sweet potato cultivars grown and harvested at different times in semiarid Brazil. **African Journal of Agricultural Research**, v. 11, n. 46, p. 4810-4818, 2016.
- ALBUQUERQUE, J. R. T.; RIBEIRO, R. M. P.; SOUSA, L. V.; OLIVEIRA, G. B. S.; LINS, H. A.; BARROS JÚNIOR, A. P.; SANTOS, E. C.; MORAIS, P. L. D.; SIMÕES, A. N. Quality of sweet potato cultivars planted in two seasons and harvested at different times. **Australian Journal of Crop Science**, 2018.
- AKHTAR, S., AHMED, A., RANDHAWA, M. A., ATUKORALA, S., ARLAPPA, N., ISMAIL, T., & ALI, Z. Prevalence of vitamin A deficiency in South Asia: causes, outcomes, and possible remedies. **Journal of health, population, and nutrition**, v. 31, n. 4, p. 413, 2013.
- ALVES, RM; MORAIS, MAS; ALVES, VS; ALBUQUERQUE, JRT; SIMÕES, A. Rendimento e qualidade de batata-doce cv. Paraná colhidas em diferentes idades. **In anais... 2º SIMPÓSIO NACIONAL DE ESTUDOS PARA PRODUÇÃO VEGETAL NO SEMIÁRIDO.**2016.

ALVES, VS; ALMEIDA, SL; MORAIS, MAS; SIMÕES, RFJC; SIMÕES, NA. Qualidade de batata-doce cv. Esam 1 minimamente processada. **In anais...** 2º SIMPÓSIO NACIONAL DE ESTUDOS PARA PRODUÇÃO VEGETAL NO SEMIÁRIDO.2016.

ANDRADE JÚNIOR, V. C.; VIANA, D. J. S; PINTO, N. A. V. D.; RIBEIRO, K. G.; PEREIRA, R. C.; AZEVEDO, A. M.; ANDRADE, P. C. R. Características produtivas e qualitativas de ramas e raízes de batata-doce. **Horticultura Brasileira**, v.30, p. 584-589, 2012.

AQUINO-BOLAÑOS, E. N.; MERCADO-SILVA, E. Effects of polyphenol oxidase and peroxidase activity, phenolics and lignin content on the browning of cut jicama. **Postharvest Biology and Technology**, v. 33, n. 3, p. 275-283, 2004.

AZEVEDO AM; ANDRADE JÚNIOR VC; VIANA DJS; ELSAYED AYAM; PEDROSA CE; NEIVA IP; FIGUEIREDO JA. 2014. Influence of harvest time and cultivation sites on the productivity and quality of sweet potato. **Horticultura Brasileira** 32: 21-27. 2014.

BARTZ, J. A.; BRECHT, J. K. Fresh-Cut Vegetables. In: Postharvest physiology and pathology of vegetables. CRC Press, p.691-712, 2002.

BAO, J., CAI, Y., SUN, M., WANG, G., & CORKE, H. Anthocyanins, flavonols, and free radical scavenging activity of Chinese bayberry (*Myrica rubra*) extracts and their color properties and stability. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53, 2327–2332, 2005.

BENGTSSON, A.; NAMUTEBI, A.; ALMINGER, M.L.; SVANBERG, U. Effects of various traditional processing methods on the all-trans- β -carotene content of orange-fleshed sweet potato. **Journal of Food Composition and Analysis**, San Diego, v. 21, p. 134- 143, Mar. 2008.

BLOCK, G. Nutrient sources of provitamin A carotenoides in the American diet. **American Journal of Epidemiology**, Baltimore, v. 139, p. 290-293, Feb. 1994.

BOVELL-BENJAMIN, A.C. Sweet potato: a review of its past, present, and future role in human nutrition. **Advances in Food and Nutrition Research**, San Diego, v. 52, p. 1- 59, 2007.

BOVELL-BENJAMIN, A. C. Sweet potato: a review of its past, present, and future role in human nutrition. **Advances in food and nutrition research**, v. 52, p. 1-59, 2007.

BOLIN, H.R., HUXSOLL, C.C. Control of minimally processed carrot (*Daucus carota*) surface discoloration caused by abrasion peeling. *J. Food Sci.* 56, 416–418, 1991.

BRECHT, J. K. Physiology of lightly processed fruits and vegetables. **HortScience**, v. 30, p.18–21, 1995.

BRITO, F. A. L.; ARAÚJO, M. L. P. ; ANDRADE, D. P. ; PUSCHMAN, R. ; SIMOES, A. N. Influence of Minimum Processing Procedures on the Quality of Sweet Cassava. **International Journal of Agriculture Innovations and Research**, v. 2, p. 189-196, 2013.

CARVALHO, V. D. de; CHALFOUN, S. M.; CLEMENTE, E.; LEITE, I. P. Relação entre compostos fenólicos, atividade da peroxidase e polifenoloxidase e deterioração fisiológica em raízes de mandioca. **Revista Brasileira de Mandioca**, Cruz das Almas, v. 4, n. 2, p. 89-96, 1985.

CANTOS, E., TUDELA, J.A., GIL, M.I., ESPÍN, J.C. Phenolic compounds and related enzymes are not rate-limiting in browning development of fresh-cut potatoes. **J. Agric. Food Chem.** 50, 3015–3023, 2002.

CARMO FILHO F.; OLIVEIRA, O. F. Mossoró: um município do semi-árido nordestino “Características climáticas e aspectos florísticos”. Mossoró: ESAM, p 62. 1989.

CHAKRABORTY, C., ROYCHOWDHURY, R., CHAKRABORTY, S., CHAKRAVORTY, P., & GHOSH, D. A. Review on Post-Harvest Profile of Sweet Potato. **Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci**, v. 6, n. 5, p. 1894-1903, 2017.

CEREDA, M. P.; VILPOUX, O. Conservação de raízes. **In:** Tecnologia, usos e potencialidades de tuberosas amiláceas latino americanas. São Paulo. Fundação Cargill. p. 13-29, 711p, 2003.

CEREDA, M. P.; FRANCO, C. M. L.; DAIUTO, E. R., DEMIATE, J. M.; CARVALHO, L. J. C. B.; LEONEL, M.; VIPOUX, D. F., SARMENTO, S. B. S. Propriedades gerais do amido, Fundação Cargill, Campinas, p. 221, 2001.

CEVALLOS-CASALS, B. A., & CISNEROS-ZEVALLOS, L. Stoichiometric and kinetic studies of phenolic antioxidants from Andean purple corn and red-fleshed sweetpotato. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(11), 3313–3319, 2003.

COELHO, D. G. et al. Application of antioxidants and an edible starch coating to reduce browning of minimally-processed cassava. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 30, n.2, 2017.

COELHO, D. G.; ANDRADE, M. T.; MÉLO NETO, D. F.; FERREIRA-SILVA, S. L.; SIMÕES, A. N. Application of antioxidants and an edible starch coating to reduce browning of minimally-processed cassava. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 30, n. 2, 2019.

COELHO JÚNIOR, L. F. Alterações no metabolismo oxidativo envolvidas no escurecimento em diferentes regiões de inhame na pós-colheita. 2015. 43 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal Rural de Pernambuco/Unidade Acadêmica de Serra Talhada, Serra Talhada, PE.

CORRÊA, Carla Verônica et al. CONSERVAÇÃO DE RAÍZES DE BATATA-DOCE EM FUNÇÃO DO PARCELAMENTO DA ADUBAÇÃO POTÁSSICA. **Revista Raízes e Amidos Tropicais**, Botucatu, v. 10, n. 1, p. 65-73, 2016.

CORRÊA, C. V. Produção e qualidade de batata-doce em função das doses e parcelamento da adubação potássica. 2016. 76p. Dissertação. Botucatu, São Paulo, 2016.

DA SILVA, G. O.; SUINAGA, F. A.; PONJALEKI, R.; AMARO, G. B. Desempenho de cultivares de batata-doce para caracteres relacionados com o rendimento de raiz. **Revista Ceres**, v. 62, n. 4, p. 379–383, 2015.

DEHGHANI; HOSSEINI; REGENSTEIN. Edible films and coatings in seafood preservation: A review. **Food Chemistry**, v.240, p. 505-513, 2018.

DELGADO-VARGAS, F.; JIMÉNEZ, A. R.; PAREDES-LÓPEZ, O. Natural pigments: carotenoids, anthocyanins, and betalains—characteristics, biosynthesis, processing, and stability. **Critical reviews in food science and nutrition**, v. 40, n. 3, p. 173-289, 2000.

DEL-VALLE V. et al. Development of a cactus-mucilage edible coating (*Opuntia ficus indica*) and its application to extend strawberry (*Fragaria ananassa*) shelf-life. **Food Chemistry**, v. 91, p. 751–756, 2005.

DEGL'INNOCENTI, E., GUIDI, L., PARADOSSI, A., TOGNONI, F. Biochemical study of leaf browning in minimally processed leaves of lettuce (*Lactuca sativa* L. var. *Acephala*). **J. Agric. Food Chem.** 52, 9980–9984, 2005.

DONEGÁ, M. A.; TESSMER, M. A.; MOOZ, E. D.; DALL'ORTO, L. T. C.; SASAKI, F. F. C.; KLUGE, R. A. Fresh cut yam stored under different temperatures. **Horticultura Brasileira**, v. 31, p. 248-254. 2013.

ECHER, F. R. Nutrição e adubação da batata-doce. Presidente Prudente: Universidade do Oeste Paulista, 2015.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Hortaliças. Cultivo da batata-doce (*Ipomoea batatas*). Sistemas de Produção, 6. 2008. Disponível em: http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Batatadoce/Batata-doce_Ipomoea_batatas/referencias.html. Acesso em 06/08/2018.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA. Sistema brasileiro de classificação de solos. 3ª ed. Brasília, 353 p. 2013.

SATBEYOGLU, T., RODRÍGUEZ-WERNER, M., SCHLÖSSER, A., WINTERHALTER, P., & RIMBACH, G. Fractionation, enzyme inhibitory and cellular antioxidant activity of bioactives from purple sweet potato (*Ipomoea batatas*). **Food chemistry**, v. 221, p. 447-456, 2017.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Hortaliças. Batata-doce em números . Sistemas de Produção, 6. 2016. Disponível em: <https://www.embrapa.br/hortalias/batata-doce-em-numeros.html>. Acesso em 07/10/2018.

ERPEN, L.; STRECK, N. A.; UHLMANN, L. O.; FREITAS, C. P. DE O.; ANDRIOLO, J. L. Tuberização e produtividade de batata-doce em função de datas de plantio em clima subtropical. **Bragantia**, v. 72, n. 4, p. 396-402, 2013.

FARWELL, W.R; GAZIANO, J.M.; NORKUS, E.P.; SESSO, H.D. The relationship between total plasma carotenoids and risk factors for chronic disease among middle- aged and older men. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v. 100, p. 883-889, Mar. 2008.

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”, Unversidade de São Paulo, Piracicaba, SP, 2004.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION-FAO. Food and agricultural commodities production. **Food and Agriculture Organization of the United Nations**. 2017.

FREIRE, C. S. et al. Qualidade de raízes de mandioca de mesa minimamente processada nos formatos Minitolete e Rubiene. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 27, n. 4, p. 95 – 102, 2014.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION-FAO. Food and agricultural commodities production. **Food and Agriculture Organization of the United Nations**. 2018.

FONSECA, M. J. de O. et al. Effect of extrusion-cooking in total carotenoids content in cream and orange flesh sweet potato cultivars. **Horticultura Brasileira**, v. 26, n. 1, p. 112-115, 2008.

FOLIN, O.; CIOCALTEU, V. On tyrosine and tryptophane determinations in proteins. **Journal of Biological Chemistry**, v.73, 627– 650, 1927.

HALL, M.R.; PHATAK, S.C. Sweet potato *Ipomoea batatas* (L.) Lam. In: KALLOO, G.; BERGH, B.O. **Genetic improvement of vegetable crops**. New York, Pergamon Press, p.693-708, 1993.

HILL, L.M.; REIMHOLZ, R.; SCHRÖDER, R.; NIELSEN, T.H.; STITT, M. The onset of sucrose accumulation in cold-stored potato tubers is caused by an increased rate of sucrose synthesis and coincides with low levels of hexose phosphates, an activation of sucrose phosphate synthase and the appearance of a new form of amylase. **Plant, Cell and Environment**, v.19, p.1223–1237, 1996.

HUANG, S. P.; MIRANDA, J. E. C.; MALUF, W. R. Resistance to root-knot nematodes in brazilian sweet potato collection. **Fitopatologia Brasileira**, v. 11, 1986.

ISLAM, S. N., NUSRAT, T., BEGUM, P., & AHSAN, M. Carotenoids and β -carotene in orange fleshed sweet potato: A possible solution to vitamin A deficiency. **Food chemistry**, v. 199, p. 628-631, 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Agropecuária, Produção Agrícola Municipal 2015. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em 05/10/2018.

JACOBO-VELÁZQUEZ, D. A.; CISNEROS-ZEVALLOS, L. An alternative use of horticultural crops: stressed plants as biofactories of bioactive phenolic compounds. **Agriculture**, v. 2, n. 3, p. 259-271, 2012.

JACOBO-VELÁZQUEZ, D. A.; CUELLAR-VILLARREAL, M. R.; WELTI-CHANES, J.; CISNEROS-ZEVALLOS, L.; RAMOS-PARRA, P. A.; HERNANDEZ-BRENES, C. Nonthermal processing technologies as elicitors to induce the biosynthesis and accumulation of nutraceuticals in plant foods. **Trends in Food Science & Technology**, v. 60, p. 80-87, 2017.

KIDMOSE, U.; YANG, R.-Y.; THILSTED, S.H.; CHRISTENSEN, L.P.; BRANDT, K.; KLUGE, R. A. Temperatura de armazenamento de tangores ‘Murcote’ minimamente processados. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, n. 3, p. 535-536, 2007.

KIM, J.K.; CHOI, S.J.; CHO, H.Y.; KIM, Y.J.; LIM, S.T.; KIM, C.J.; KIM, E.K.; KIM, H.K.; PETERSON, S.; SHIN, D.H. Ipomoea batatas attenuates amyloid β peptide-induced neurotoxicity in ICR mice. *Journal of Medicinal Food*, New Rochelle, v. 14, p. 304-309, Mar. 2011.

LAMIKANRA, O. Fresh-cut Fruits and Vegetables: Science, Technology, and Market. CRC Press LLC New York Washington, D. C. 2002.

LARSSON, S.C.; BERGKVIST, L.; WOLK, A. Dietary carotenoids and risk of hormone receptor-defined breast cancer in a prospective cohort of Swedish women. **European Journal of Cancer**, Oxford, v. 46, p. 1079-1085, Apr. 2010.

LAURIE, S. M.; CALITZ, F. J.; ADEBOLA, P. O.; LEZAR, A. Characterization and evaluation of South African sweet potato (*Ipomoea batatas* (L.) LAM) land races. **South African Journal of Botany**, v. 85, p. 10-16, 2013.

LIN, K. H., LAI, Y. C.; CHANG, K. Y.; CHEN, Y. F.; HWANG, S. Y.; LO, H. F. Improving breeding efficiency for quality and yield of sweet potato. **Botanical Studies**, v.48, p. 283-292, 2007.

LICHTENTHALER, H. K. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. **Methods in Enzymology**, New York, v. 148, p. 350-382, 1987.

LUENGO, R. de F.A.; PARMAGNANI, R.M.; PARENTE, M.R.; LIMA, M.F.B.F. Tabela de composição nutricional de hortaliças. Brasília: **Embrapa Hortaliças**, 2000.

LIU, S.; TIN, J.; YANG, D. Determination of cis- and trans- α - and β -carotenoids in Taiwanese sweet potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) harvested at various times. **Food Chemistry**, Barking, v. 116, p. 605-610. Oct. 2009.

MARSHALL, M. R.; KIM, J.; WEI, C. Enzymatic browning in fruits, vegetables and seafoods. Washington: FAO, 2000.

MEDEIROS JG, PEREIRA W, MIRANDA J. Análise de crescimento em duas cultivares de batata-doce (*Ipomoea batatas* (L.) Lam). **Rev Bras Fisiol Veg.** 2:23-29, 1990.

MELO, A. S. Custo e rentabilidade na produção de batata-doce nos perímetros irrigados de Itabaiana, Sergipe. **Pesquisa Agropecuária Tropical.** v. 39, n. 2, p 119-123. abr-jun 2009.

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.

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

MIRANDA, J.E.C.; FRANÇA, F.H.; CARRIJO, O.A.; SOUZA, A.F.; PEREIRA, W.; LOPES, C.A.; DILVA, J.B.C. Batata-doce (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.). 2 ed. Brasília: EMBRAPA/ CNPH, 19 p, 1989.

MCKIBBIN RS, MUTTUCUMARU N, PAUL MJ, POWERS SJ, BURRELL MM, COATES S, PURCELL PC, TIESSEN A, GEIGENBERGER P, HALFORD NG. Production of high starch, low glucose potatoes through over expression of the metabolic regulator SnRK1. **Plant Biotechnol J.** 4:409-418, 2006.

MORAIS, MAS; ALVES, VS; ALBUQUERQUE, JRT; BARROS JÚNIOR, AP; SIMÕES, NA. Desenvolvimento de uma avaliação visual para medir qualidade de batata-doce minimamente processada. **In anais...** 2º SIMPÓSIO NACIONAL DE ESTUDOS PARA PRODUÇÃO VEGETAL NO SEMIÁRIDO.2016.

MORAIS, M. A. S. Uso de revestimentos comestíveis a base de mucilagem de palma em inhame minimamente processado. Monografia (Bach. Em Ciências Biológicas) –

Universidade Federal Rural de Pernambuco/Unidade Acadêmica de Serra Talhada. Serra Talhada-PE, p.60, 2017.

MORETTI, C. L. Processamento mínimo: uma alternativa de agregação de valor para a bataticultura brasileira. **Batata Show**, n. 9, p. 31-32, 2004.

MORETTI, C. L. et al. Respiratory activity and browning of minimally processed sweet potatoes. **Horticultura Brasileira**, v. 20, n. 3, p. 497-500, 2002.

MORETTI, C. L. Manual de processamento mínimo de frutas e hortaliças. Embrapa Hortaliças, 2007.

NAGAI, M.; TANI, M.; KISHIMOTO, Y.; IIZUKA, M.; SAITA, E.; TOYOZAKI, M.; NUNES, E. E.; VILAS BOAS, E. V. B.; XISTO, A. L. R. P. Qualidade de mandioquinhasalsa minimamente processada: uso de antioxidantes. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, Gurupi, v. 2, n. 3, p. 43-50, 2011.

NIELSEN, T.H.; DEITING, U.; STITT, M. A banyase in potato tubers is induced by storage at low temperature. **Plant Physiology**. v.113, p.503– 510, 1997

OLIVEIRA, A. P.; GONDIM, P. C.; SILVA, O. P. R.; OLIVEIRA, A. N. P.; GONDIM, S. C.; SILVA, J. A. Produção e teor de amido da batata-doce em cultivo sob adubação com matéria orgânica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, p. 830-834, 2005.

OLIVEIRA, E. C. M.; VALLE, R. H. P. do. Aspectos microbiológicos dos produtos hortícolas minimamente processados. **Hig. aliment**, v. 14, n. 78/79, p. 50-4, 2000.

PADDA, M.S.; PICHA, D.H. Quantification of phenolic acids and antioxidant activity in sweetpotato genotypes. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 119, p. 17-20, Dec. 2008

PHILLPOTT, M., GOULD, K. S., LIM, C., & FERGUSON, L. R. In situ and in vitro antioxidant activity of sweet potato anthocyanins. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 52, 1511-1513, 2004.

PRIOR, R. L., & CAO, G. Analysis of botanicals and dietary supplements for antioxidant capacity: a review. **Journal of the Association of Official Analytical Chemists International**, 83, 950–956, 2000.

QUEIROGA, R. C. F.; SANTOS, M. A.; MENEZES, M. A.; VIEIRA, C. P. G.; SILVA, M. C. Fisiologia e produção de cultivares de batata-doce em função da época de colheita. **Horticultura Brasileira**, v. 25, p. 371-374, 2007.

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.

RESENDE GM. Características produtivas de cultivares de batata-doce em duas épocas de colheita, em Porteirinha-MG. **Horticultura Brasileira** 18: 68-71, 2000.

REYNOLDS, L. B.; ROSA, N.; MCKEOWN, A. W. Effects of harvest date on certain chemical and physical characteristics of sweet potato grown in southwestern Ontario. **Canadian Journal Plant Science**, v. 74, p. 603–606, 1994.

RINALDI, M. M., BENEDETTI, B. C., VIEIRA, E. A., MORETTI, C. L., & DE FREITAS FIALHO, J. Processamento Mínimo: uma alternativa para os produtores de mandioca de mesa do Cerrado, 2010.

RODRIGUEZ-AMAYA, D.; KIMURA, M. Harvest Plus Handbook for Carotenoid Analysis. Harvest Plus Technical Monograph 2. Washington, DC and Cali: International Food Policy Research Institute (IFPRI) and International Center for Tropical Agriculture (CIAT). Copyright Harvest Plus, 1999.

ROESLER, P. V. S. O.; GOMES, S. D.; MORO, E.; KUMMER, A. C. B.; CEREDA, M. P. Produção e qualidade de raiz tuberosa de cultivares de batata-doce no Oeste do Paraná. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 30, n. 1, p. 117-122, 2008.

SANTOS DE ARAUJO, B., OMENA DE OLIVEIRA, J., SALGUEIRO MACHADO, S. & PLETSCHE, M. Comparative Studies of the peroxidase from hairy roots of *Dacus carota*, *Ipomoea batatas* and *Solanum aviculare*. **Plant Science**, 167, 1151–1157, 2004.

SANTOS, J. F.; OLIVEIRA, A. P.; ALVES, A. U.; DORNELAS, C. S. M.; BRITO, C. H.; NÓBREGA, J. P. R. Produção de batata-doce adubada com esterco bovino em solo com baixo teor de matéria orgânica. **Horticultura Brasileira**, p. 103-106, 2006.

SEVERINI, C., BAIANO, A., DE PILLI, T., ROMANIELLO, R. & DEROSI, A. Prevention of enzymatic browning in sliced potatoes by blanching in boiling saline solutions. **Lebensmittel Wissenschaft und Technologie**, 36, 657–665, 2003.

SIMÕES, A. DO N.; FREIRE, C. S.; SILVA, E. F. ; BARROS JÚNIOR, A. P.; SILVA, S. L. F. . QUALITY OF MINIMALLY PROCESSED YAM (*Dioscorea* sp.) STORED AT TWO DIFFERENT TEMPERATURES. **Revista Caatinga** (UFERSA. Impresso), v. 29, p. 1-7, 2016.

SILVA, J. B. C. da; MELO, W. F. de; BUSO, J. A.; NUTTI, M. R.; CARVALHO, P. G. B. de; CARVALHO, J. L. V. de; NUNES, M. U. C.; FARIAS, A. Beauregard: cultivar testada e indicada de batata-doce. Brasília, DF: **Embrapa Hortaliças**, 2009.

SILVA, J. B. C., LOPES, C. A. L., MAGALHÃES, J. S.M. Embrapa Hortaliças, Sistemas de Produção,

SIMÕES, A. N. et al. Effect in the quality of intact and minimally processed leaves of collard greens stored at different temperatures. **Horticultura Brasileira**, v. 28, n. 1, p. 8186, 2010.

SILVA, J. B. C. da; MELO, W. F. de; BUSO, J. A.; NUTTI, M. R.; CARVALHO, P. G. B. de; CARVALHO, J. L. V. de; NUNES, M. U. C.; FARIAS, A. Beauregard: cultivar testada e indicada de batata-doce. Brasília, DF: **Embrapa Hortaliças**, 2010.

SIMÕES, A. N., COSTA, F. B. DA; CARNELOSSI, M. A. G.; SILVA, E. O.; PUSCHMANN, R. Estratégias para reduzir o estresse do processamento mínimo. **Visão Agrícola: Pós-colheita de Frutas e Hortaliças**, v. 7, 2007.

SIMONNE, A. H., KAYS, S. J., KOEHLER, P. E., & EITENMILLER, R. R. Assessment of b-carotene content in sweetpotato breeding lines in relation to dietary requirements. **Journal of Food Composition and Analysis**, 6, 336–345, 1993.

SOUSA, C. M. G.; AROUCHA, E. M. M.; FERREIRA, R. M. A.; LUCAS, C. R.; CÂMARA, F. A. A.; GRANJEIRO, L. C.; AMARIZ, A. Avaliação da qualidade pós-colheita de cinco cultivares de batata-doce em três épocas de colheita. **Horticultura Brasileira**, v. 28, p. 4059 - 4063, (Suplemento - CD Rom), julho 2010.

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

SWITALA J, LOEWEN PC. Diversity of properties among catalases. **Arch. Biochem. Biophys.** 401:145–154. 2002.

TOMÁS-BARBERÁN, F. A.; ESPÍN, J. C. Phenolic compounds and related enzymes as determinants of quality in fruits and vegetables. **J. Sci Food Agri.**, n. 81, p. 853-879, mar. 2001.

TEOW, C.C., TRUONG, V.-D., MCFEETERS, R.F., THOMPSON, R.L., PECOTA, K.V., YENCHO, G.C. Antioxidant activities, phenolic and b-carotene contents of sweet potato genotypes with varying flesh colours. **Food Chemistry** 103, 829–838, 2007.

TOIVONEN, P. M.A.; BRUMMELL, D. A. Biochemical bases of appearance and texture changes in fresh-cut fruit and vegetables. **Postharvest Biology and Technology**, v. 48, p. 1-14, 2008.

TRIBST, A. A. L., JÚNIOR, B. R. D. C. L., DE OLIVEIRA, M. M., & CRISTIANINI, M. High pressure processing of cocoyam, Peruvian carrot and sweet potato: Effect on oxidative enzymes and impact in the tuber color. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v. 34, p. 302-309, 2016.

TRUONG, V. D., DEIGHTON, N., THOMPSON, R. T., MCFEETERS, R. F., DEAN, L. O., PECOTA, K. V., & YENCHO, G. C. Characterization of anthocyanins and anthocyanidins in purplefleshed sweetpotatoes by HPLC-DAD/ESI-MS/MS. **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 58, n. 1, p. 404-410, 2010.

UNDERHILL, S.J.R., CRITCHLEY, C. Cellular localisation of polyphenol oxidase and peroxidase activity in Litchi chinensis Sonn. pericarp. Aust. **J. Plant Physiol.** 22, 627–632, 1995.

VALDUGA, E., TATSCH, P. O., TIGGEMANN, L., TREICHEL, H., TONIAZZO, G., ZENI, J., & JÚNIOR, A. F. Produção de carotenoides: microrganismos como fonte de pigmentos naturais. **Química Nova**, v. 32, n. 9, p. 2429-2436, 2009.

VARGAS, P. F., GODOY, D. R. Z., DE ALMEIDA, L. C. F., & CASTOLDI, R. Agronomic characterization of sweet potato accessions. **Comunicata Scientiae**, v. 8, n. 1, p. 116-125, 2017.

VITTI, M. C. D.; KLUGE, R. A. Prontos para o consumo. **Revista Frutas & Legumes**. p. 2228, Ago-Set 2002.

VINSON, J.A.; HAO, Y.; SU, X.; ZUBIK, L. Phenol antioxidant quantity and quality in foods: vegetables. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 46, p. 3630-3634, Aug. 1998.

VILLORDON, A.; SOLIS, J.; LABONDE, D.; CLARK, C. Development of a prototype bayesian network model representing the relationship between fresh market yield and some agroclimatic variables known to influence storage root initiation in sweet potato. **Horticultural Science**, v. 45, p. 1167-1177, 2010.

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.

XU, J., DUAN, X., YANG, J., BEECHING, J. R., & ZHANG, P. Enhanced reactive oxygen species scavenging by overproduction of superoxide dismutase and catalase delays postharvest physiological deterioration of cassava storage roots. **Plant physiology**, v. 161, n. 3, p. 1517-1528, 2013

XU, Y.; CARTIER, A.; PORTER, A.; LALANCETTE, K.; ABRAHA-EYOB, Z.; SISMOUR, E. N.; SI, H.; WANG, X.; REHMANI, N.; GITHINJI, L. Bioactive compounds and biological activity of extracts from Virginia-grown sweet potatoes affected by different cooking methods. **Journal of Food Measurement and Characterization**, 2018

WANG, B., ZHU, S.J. Pre-storage cold acclimation maintained quality of cold-stored cucumber through differentially and orderly activating ROS scavengers. **Postharvest Biol. Technol.** 129, 1–8, 2017

WANG, S.; NIE, S.; ZHU, F. Chemical constituents and health effects of sweet potato. **Food Research International**, v. 89, p. 90-116, 2018.

WEES, D.; SEGUIN, P.; BOISCLAIR, J. Sweet potato production in a short-season area utilizing black plastic mulch: effects of cultivar, in-row plant spacing, and harvest date on yield parameters. **Canadian Journal Plant Science**, v. 96, p. 139–147, 2016.

WOOLFE J. A. Sweet potato: an untapped food resource. Cambridge: Cambridge University Press, 643 p, 1992

WOESTENENK, J. W.; BROOS, N.; STELLATO, R. K.; ARETS, H. G. M.; VAN DER ENT, C. K.; HOUWEN, R. H. J. Vitamin A intake and serum retinol levels in children and adolescents with cystic fibrosis. **Clinical Nutrition**, v. 35, n. 3, p. 654–659, 2014.

ZOMMICK, Daniel H.; KNOWLES, L. O.; KNOWLES, N. R. Tuber respiratory profiles during low temperature sweetening (LTS) and reconditioning of LTS-resistant and susceptible potato (*Solanum tuberosum* L.) cultivars. **Postharvest biology and technology**, v. 92, p. 128138, 2014

ZHANG, H., HOU, J., LIU, J., XIE, C., & Song, B. Amylase analysis in potato starch degradation during cold storage and sprouting. **Potato research**, v. 57, n. 1, p. 47-58, 2014.