



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Campus de São José do Rio Preto

Victoria Diniz Shimizu-Marin

**Uso de pré-tratamento com tensoativo natural na produção de passas de BRS Vitória:
influência nas características físico-químicas durante armazenamento**

São José do Rio Preto

2022

Victoria Diniz Shimizu-Marin

**Uso de pré-tratamento com tensoativo natural na produção de passas de BRS Vitória:
influência nas características físico-químicas durante armazenamento**

Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia e Ciência de Alimentos, junto ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos, do Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Câmpus de São José do Rio Preto.

Financiadora: CNPq – Proc. n° 132194/2020-1
Fapesp – Proc. n° 2020/02760-6

Orientadora: Prof^{ta}. Dr^a. Ellen Silva Lago Vanzela

São José do Rio Preto

2022

S556u

Shimizu-Marin, Victoria Diniz

Uso de pré-tratamento com tensoativo natural na produção de passas de BRS Vitória : influência nas características físico-químicas durante armazenamento / Victoria Diniz Shimizu-Marin. -- São José do Rio Preto, 2022

73 f. : tabs.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Biociências Letras e Ciências Exatas, São José do Rio Preto

Orientadora: Ellen Silva Lago-Vanzela

1. uvas passas. 2. pré-tratamento. 3. armazenamento. 4. físico-química. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca do Instituto de Biociências Letras e Ciências Exatas, São José do Rio Preto. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

Victoria Diniz Shimizu-Marin

**Uso de pré-tratamento com tensoativo natural na produção de passas de BRS Vitória:
influência nas características físico-químicas durante armazenamento**

Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia e Ciência de Alimentos, junto ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos, do Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de São José do Rio Preto.

Financiadora: CNPq – Proc. n° 132194/2020-1
Fapesp – Proc. n° 2020/02760-6

Comissão Examinadora

Prof^a. Dr^a. Ellen Silva Lago Vanzela
UNESP - Campus de São José do Rio Preto
Orientador

Prof^a. Dr^a. Natália Soares Janzantti
UNESP - Campus de São José do Rio Preto

Prof^a. Dr^a. Edimar Aparecida Filomeno Fontes
UFV - Campus de Viçosa, MG

São José do Rio Preto
09 de março de 2022

AGRADECIMENTOS

A Deus, por toda a graça imerecida.

Aos meus pais, Rossanne e Brás, meus exemplos e fontes de admiração, que sempre foram o meu suporte durante toda a jornada. Seria impossível chegar até aqui sem o amor de vocês.

Ao Jonathan, meu esposo e maior parceiro, por todo amor, carinho, compreensão e incentivo. Como são boas as conquistas ao seu lado.

À minha irmã, Luana, por todo apoio e por cada momento de descontração. Me tira as melhores risadas, quando eu mais preciso.

À minha orientadora, Prof^a. Dr^a. Ellen Silva Lago Vanzela, por tamanha dedicação e incentivo, por acreditar no meu trabalho e me ensinar tanto.

Aos professores e técnicos, Luiz e Alana, do Departamento de Engenharia de Alimentos, por toda orientação e ajuda ao longo de todo o trabalho.

A todos os meus colegas de laboratório, especialmente à Francielli, Mariana, Raísa, Tuany, Yara (sempre será do lab. de frutas e hortaliças) e à Ana Carolina, por todo o conhecimento transmitido, pelos momentos de descontração, por todo apoio e ajuda (muitas vezes braçal, inclusive). Que sorte a minha ter vocês trabalhando ao meu lado.

À Carol, a qual tenho a honra de dar continuidade ao projeto iniciado, por toda paciência e ajuda, independente do fuso-horário.

Aos meus amigos de departamento, Carlos, João Marcos, Marcello, Bruna e Carol, por todos os momentos de apoio e descontração. Vocês tornam os meus dias mais leves.

O presente trabalho foi realizado com apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), processo n° 132194/2020-1, e da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), processo n° 2020/02760-6.

RESUMO

A atual situação do mercado mundial de produtos derivados de uva mostra um grande interesse por seus derivados não alcoólicos, tal como sucos e passas, pois esses podem representar uma fonte alternativa de compostos fenólicos na dieta. O presente estudo objetivou a produção de uvas passas a partir da cultivar 'BRS Vitória' pré-tratada com tensoativo natural (azeite de oliva extravirgem - AOEV) e a avaliação da manutenção de suas características físico-químicas durante o armazenamento. Para avaliar a qualidade das passas foi realizada a análise da superfície das passas por microscopia eletrônica de varredura (MEV) e a caracterização físico-química (umidade, sólidos solúveis (SS), pH, atividade de água (Aw), acidez total (AT) e conteúdo de açúcares redutores (ACR) e de totais (ACT)), bem como determinação do conteúdo de compostos fenólicos totais (CFT) e antocianinas totais (ANT) e poliméricas (ANP) das uvas e das passas. Para avaliar a manutenção destas características físico-químicas, as passas com e sem pré-tratamento foram armazenadas durante 180 dias sob três temperaturas distintas (4, 25 e 35 °C) e avaliadas em 9 pontos ao longo do tempo. Por MEV foi possível observar que o AOEV atua na solubilização ou dissolução da camada de cera presente na superfície da casca da uva, além de formar várias deformações e lesões na mesma (microporos, microfuros, microfissuras e rachaduras), facilitando a perda de água e, por conseguinte, o processo de desidratação. A partir da determinação das características físico-químicas das passas sem e com AOEV após a secagem, pode-se observar que por meio do efeito de concentração associado ao menor tempo de desidratação as uvas pré-tratadas possuíram maior conteúdo de ANT (337,1 e 560,7 mg mv-3,5-diglicosídeo.kg de amostra⁻¹, respectivamente). Após acompanhamento das características físico-químicas das passas pode-se concluir, por meio das tendências observadas e pela Análise de Componentes Principais (ACP), que os parâmetros ANT, ACT, ACR, Aw, C* e L* foram os que mais refletiram a variabilidade das passas armazenadas a 35 °C e, portanto, sendo estas características potenciais indicadoras de qualidade de passas de uva BRS Vitória ao longo da sua vida útil. Por fim, considerando também que as análises não demonstraram que a aplicação do AOEV diminuiu a qualidade das passas durante o período de armazenamento e que os resultados foram próximos ao relatado na literatura para passas comercializadas, demonstra-se assim o potencial deste pré-tratamento com tensoativo natural.

Palavras-chave: Uvas passas. Pré-tratamento. Armazenamento. Físico-química

ABSTRACT

The current status of the global grapes products market shows a great interest in their non-alcoholic derivatives, such as juices and raisins, as these can represent an alternative source of phenolic compounds in the diet. The present work aimed at the production of raisins from 'BRS Vitória' cultivar pre-treated with natural surfactant (extra virgin olive oil - EVOO) and to evaluate the maintenance of their physicochemical characteristics during storage. To evaluate the quality of the raisins, the following determinations were carried out: drying time, surface analysis of the raisins by scanning electron microscopy (SEM), physicochemical characterization (moisture, soluble solids (SS), pH, water activity (A_w), total acidity (AT) and reducing sugar (ACR) and total (ACT) content), as well as determination of the content of total phenolic compounds (CFT) and total (ANT) and polymeric (ANP) anthocyanins of grapes and raisins. To evaluate the maintenance of these physicochemical characteristics, the raisins with and without pretreatment were stored for 180 days under three different temperatures (4, 25 and 35°C) and evaluated at 9 points during storage. SEM was essential to evidence the good results of the reduced drying time after application of the pre-treatment to the raisins. The analysis showed that the EVOO acts in the solubilization or dissolution of the wax layer on the surface of the grape skin. In addition it forms a several deformations and lesions (micropores, microholes, microcracks and cracks), facilitating the loss of water and hence the dehydration process. About the physical-chemical analysis carried out, it can be concluded that the concentration effect associated with the shorter dehydration time resulted in pre-treated raisins with better ANT content (337,1 e 560,7 mg mv-3,5-diglycosíde.kg of raisins⁻¹, respectively for raisins without and with pre-treatment). After monitoring raisins physicochemical characteristics it can be concluded, through the observed trends and by the Principal Component Analysis (PCA), that the parameters ANT, ACT, ACR, A_w , C^* and L^* were the ones that most reflected the variability of raisins stored at 35 °C and, therefore, are potential indicators of the quality of BRS Vitória raisins during its storage. Finally, also considering that the analyzes did not demonstrate that the application of AOEV decreased the quality of the raisins during the storage period and that the results were close to those reported in the literature for commercialized raisins, this demonstrates the potential of this pre-treatment with natural surfactant.

Keywords: Raisins. Pretreatment. Storage. Physicochemical.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Esquema de corte da baga da uva.	16
Figura 2 - Componentes da cera epicuticular presente na baga da uva.	17
Figura 3 - Uvas passas acondicionadas em embalagens de filme multilaminado.	24
Figura 4 - Bagas e corte transversal da uva BRS Vitória.	25
Figura 5 - Passas de uva BRS Vitória sem (SA) e com pré-tratamento (CA) com AOEV	27
Figura 6 - Imagens da microestrutura da superfície de passas sem (SA) e com (CA) pré-tratamento com AOEV.	29
Figura 7 - Análise de Componentes Principais (ACP) de passas com (CA) e sem (SA) pré-tratamento armazenadas a 4 °C por 180 dias.	54
Figura 8 - Análise de Componentes Principais (ACP) de passas com (CA) e sem (SA) pré-tratamento armazenadas a 4 °C por 180 dias.	55
Figura 9 - Análise de Componentes Principais (ACP) de passas com (CA) e sem (SA) pré-tratamento armazenadas a 35 °C por 180 dias.	56
Gráfico 1 - Comportamento da umidade (média ± desvio padrão) de passas com (CA) e sem (SA) pré-tratamento armazenadas a diferentes temperaturas (4, 25 e 35 °C) por 180 dias.	36
Gráfico 2 - Comportamento da Aw (média ± desvio padrão) de passas com (CA) e sem (SA) pré-tratamento armazenadas a diferentes temperaturas (4, 25 e 35 °C) por 180 dias.	37
Gráfico 3 - Comportamento do parâmetro cromático L^* (média ± desvio padrão) de passas com (CA) e sem (SA) pré-tratamento armazenadas a diferentes temperaturas (4, 25 e 35 °C) por 180 dias.	39
Gráfico 6 - Comportamento do parâmetro cromático C^* (média ± desvio padrão) de passas com (CA) e sem (SA) pré-tratamento armazenadas a diferentes temperaturas (4, 25 e 35 °C) por 180 dias.	41
Gráfico 7 - Comportamento do pH (média ± desvio padrão) de passas com (CA) e sem (SA) pré-tratamento armazenadas a diferentes temperaturas (4, 25 e 35 °C) por 180 dias.	43
Gráfico 8 - AT (média ± desvio padrão), expressa em g de ácido tartárico.100 g de passas ⁻¹ (B.S.), de passas com (CA) e sem (SA) pré-tratamento armazenadas a 4, 25 e 35 °C por 180 dias.	44

Gráfico 9 - ACR (média \pm desvio padrão), expresso em g de glicose.100 g de passas⁻¹ (B.S.), de passas com (CA) e sem (SA) pré-tratamento armazenadas a 4, 25 e 35 °C por 180 dias.

Gráfico 10 - ACT (média \pm desvio padrão), expresso em g de glicose.100 g de passas⁻¹ 46 (B.S.), de passas com (CA) e sem (SA) pré-tratamento armazenadas a 4, 25 e 35 °C por 180 dias.

Gráfico 11 - CFT (média \pm desvio padrão), expresso em mg EAG.100 g de passas⁻¹ (B.S. 48 de passas com (CA) e sem (SA) pré-tratamento armazenadas a 4, 25 e 35 °C por 180 dias.

Gráfico 12 - ANT (média \pm desvio padrão), expresso em mg mv-3,5-diglicosídeo.kg de 50 passas-1 (B.S.), de passas com (CA) e sem (SA) pré-tratamento armazenadas a 4, 25 e 35 °C por 180 dias.

Gráfico 13 - ANP (média \pm desvio padrão), expresso em mg mv-3,5-diglicosídeo.kg de 50 passas-1 (B.S.), de passas com (CA) e sem (SA) pré-tratamento armazenadas a 4, 25 e 35 °C por 180 dias.

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** – Características físicas e químicas para as uvas BRS Vitória *in natura* 26
- Tabela 2** – Características físico-químicas para as passas de BRS Vitória com (CA) e sem (SA) pré-tratamento com AOEV 32
- Tabela 3** – Faixa de valores de *hue* (h°) das passas sem (SA) e com (CA) pré-tratamento nas diferentes temperaturas 42
- Tabela 4** – Resultados das análises (média ± desvio padrão) de diferentes características físico-químicas das passas com (CA) e sem (SA) pré-tratamento com AOEV 67

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	OBJETIVOS	12
2.1	Objetivos gerais	12
2.2	Objetivos específicos	12
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
3.1	Uvas passas: a situação atual e os desafios para produção nacional	14
3.2	Pré-tratamentos aplicados para redução do tempo de secagem	16
4	MATERIAIS E MÉTODOS	21
4.1	Uvas	21
4.2	Produção das uvas passas	21
4.3	Caracterização físico-química das uvas in natura e das passas	22
4.4	Microscopia eletrônica de varredura das passas	23
4.5	Avaliação das características físico-químicas das passas com e sem pré-tratamento durante armazenamento	23
4.6	Análises estatística	24
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
5.1	Caracterização físico-química das uvas BRS Vitória	25
5.2	Produção e caracterização físico-química das passas	27
5.3	Avaliação da estabilidade de diferentes características físico-químicas das passas com e sem pré-tratamento com AOEV	35
<i>5.2.1</i>	<i>Umidade e A_w</i>	<i>35</i>
<i>5.2.2</i>	<i>Parâmetros de Cor</i>	<i>39</i>
<i>5.2.3</i>	<i>pH e Acidez</i>	<i>42</i>
<i>5.2.4</i>	<i>Açúcares redutores e totais</i>	<i>45</i>
<i>5.2.5</i>	<i>Compostos fenólicos totais</i>	<i>47</i>
<i>5.2.6</i>	<i>Antocianinas Totais e Poliméricas</i>	<i>49</i>
5.3	Análise de Componentes Principais	51
6	CONCLUSÃO	57
	REFERÊNCIAS	58
	APÊNDICE A	67

1 INTRODUÇÃO

A uva é uma das frutas mais consumidas no mundo e presente também na mesa do brasileiro. Em 2021, a produção chegou a atingir cerca de 1,7 milhão de toneladas (IBGE, 2022). Assim, esta fruta é uma fonte importante de compostos fenólicos (antocianinas, flavan-3-óis, flavonóis e estilbenos) (LAGO-VANZELA *et al.*, 2011 a, b; REBELLO *et al.*, 2013; XIA *et al.*, 2010) na dieta dos brasileiros. Estudos relacionam diversas alegações de propriedades funcionais a estes compostos (NATARAJAN *et al.*, 2017; NUNES *et al.*, 2016; PATEL *et al.*, 2016), dentre os quais ressaltam-se os efeitos positivos contra a obesidade (XIE *et al.*, 2018), diabetes tipo 2 (GOWD; JIA; CHEN, 2017), distúrbios neurológicos e doenças cardiovasculares (STĂNCIUC *et al.*, 2017).

Programas de incentivo ao consumo de frutas e hortaliças são realizados no país por diferentes órgãos e instituições (KIST *et al.*, 2018b), o que inclui a necessidade de diversificar os produtos disponíveis aos consumidores (SOARES *et al.*, 2019). Pesquisas relacionadas ao consumo de frutas destacaram dentre as novas tendências nacionais e mundiais os chamados “snacks saudáveis” (HORTIFRUTI BRASIL, 2020). Neste nicho de mercado, os produtos derivados de uva não alcoólicos, tal como as passas se destacam (HORTIFRUTI BRASIL, 2020; DI LORENZO *et al.*, 2015; OIV, 2019).

A uva passa apresenta uma variedade de compostos que elevam sua qualidade nutricional, tal como minerais (potássio, ferro, vitamina B, cálcio, magnésio, sódio, arsênio, cádmio, cromo, manganês, boro e níquel); açúcares (glicose e frutose); e, fibras (ANDERSON; WATERS, 2013; GHRAIRI *et al.*, 2013; JESZKA-SKOWRON *et al.*, 2017; LORENZO *et al.*, 2016; SCHUSTER *et al.*, 2017). Além disso, contém também compostos fenólicos em sua composição (DI LORENZO *et al.*, 2016; FABANI *et al.*, 2017; MNARI *et al.*, 2016; OLIVATI *et al.*, 2019; WILLIAMSONA; CARUGHIB, 2010). A composição físico-química e funcional das passas pode variar muito em função de inúmeros fatores intrínsecos e extrínsecos.

O processo de desidratação das uvas, por exemplo, é consideravelmente complexo devido à influência de algumas características sobre a transferência de calor e massa e a eficiência do processo, como tamanho e volume da baga, que são específicas de cada cultivar e apresentam variações dentro da mesma cultivar; conteúdo de açúcar; e, presença de camada de cera (pruína) na casca da uva (BRIZZOLARA *et al.*, 2020; GABAS; MENEGALLI; TELIS-ROMERO, 1999; SRIVASTAVA *et al.*, 2021). A casca da uva, em particular, desempenha papel crítico no controle do processo de secagem, por possuir na sua camada mais externa (cutina) ceras hidrofóbicas que fornecem uma forte repulsão à água e resistência à perda de vapor, e por conseguinte podem resultar em processos de secagem demasiadamente

prolongados (ADILETTA *et al.*, 2016). Para acelerar o processo de desidratação das uvas visando obtenção das passas, vários pré-tratamentos físicos (ADILETTA *et al.*, 2016; KHIARI; ZEMNI; MIHOUBI, 2019) e químicos (BINGOL *et al.*, 2012; DENG *et al.*, 2017; TELIS *et al.*, 2006; WANG *et al.*, 2016), bem como combinações de pré-tratamentos (CARRANZA-CONCHA *et al.*, 2012) já foram investigados. Embora em vários casos os pré-tratamentos, especialmente os químicos utilizando soluções alcalinas diluídas a base de carbonato de potássio (K_2CO_3) (BINGOL *et al.*, 2012), carbonato de cálcio ($CaCO_3$) (TELIS *et al.*, 2006) ou hidróxido de sódio (NaOH) (CARRANZA-CONCHA *et al.*, 2012), sejam tecnologicamente viáveis, há relatos de que a presença de resíduos de aditivos químicos nas passas pode acarretar problemas para a saúde humana (ADILETTA *et al.*, 2016).

Levando em consideração as macro-tendências de mercado Nutrição/Funcionalidade e Naturalidade/Autenticidade, que estão relacionadas a reformulação de alimentos por meio de remoção ou redução de ingredientes artificiais, bem como adição ou manutenção de compostos que promovam benefícios adicionais à saúde (QUEIROZ; REGO; JARDIM, 2014), entende-se que atualmente é condição *sine qua non* ampliar o conhecimento científico e tecnológico neste tema, que é original e de grande importância, para alavancar a qualidade das uvas passas e atender as demandas no mercado atual.

A produção de uvas passas de qualidade por produtores nacionais poderia ser comercialmente interessante, uma vez que além de suprir tendências de mercado, permitiria um aproveitamento integral, agregação de valor a fruta *in natura*, e flexibilização do uso da fruta como ingrediente natural em diversos alimentos. Para tanto, é necessário entender melhor os efeitos dos processos empregados na produção das passas sobre as características físico-químicas do produto final durante a sua vida útil pelo uso de testes acelerados.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivos gerais

Produção de uvas passas a partir da cultivar ‘BRS Vitória’ por secagem convectiva convencional com e sem a utilização de tensoativo natural (azeite de oliva extravirgem - AOEV) como pré-tratamento e avaliação de suas características físico-químicas durante o armazenamento.

2.2 Objetivos específicos

O presente estudo apresenta como objetivos específicos:

- a) produção de uvas passas a partir da cultivar ‘BRS Vitória’ pré-tratada com tensoativo natural (AOEV) para acelerar o processo de secagem visando a obtenção de produto com maior concentração de compostos fenólicos;
- b) elucidar o mecanismo de ação do AOEV sobre a cera presente na superfície das uvas por meio de microscopia eletrônica de varredura;
- c) avaliação das características físico-químicas das uvas e das passas, incluindo a caracterização por meio de descritores para as uvas, além de tamanho, umidade, sólidos solúveis (SS), pH, atividade de água (A_w), acidez total (AT), conteúdo de açúcares redutores (ACR) e totais (ACT), compostos fenólicos totais (CFT), antocianinas monoméricas totais (ANT) e percentual de antocianinas poliméricas (ANP), para as uvas e passas armazenadas por 180 dias em diferentes temperaturas (4, 25 e 35 °C).

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O consumo de frutas e hortaliças está, de modo trivial, relacionado a uma dieta saudável. Estes alimentos são, no geral, fontes de fibras, vitaminas e minerais (LÓPEZ-GONZÁLEZ *et al.*, 2021), e potencialmente, capazes de melhorar a sensação de bem estar (OCEAN *et al.*, 2019) e diminuir o risco de doenças não transmissíveis, como doenças cardiovasculares, obesidade e câncer (AGGARWAL *et al.*, 2021; AUNE *et al.*, 2017; WHO, 2019). A baixa ingestão de frutas, em especial, ocupou, em um extenso estudo de Afshin e colaboradores (2019), a terceira posição como principal fator de risco relacionado à alimentação, de forma que, ao redor do mundo, está vinculada à cerca de 2 milhões de mortes e 65 milhões de anos de vida perdidos ajustados por incapacidade (DALYs - *Disability Adjusted Life Years*). Ainda assim, no Brasil, apesar de mais de 66% da população considerar que possui uma saúde boa, ou muito boa, apenas 13% consome a quantidade de frutas e hortaliças recomendadas pela Pesquisa Nacional de Saúde (IBGE, 2020).

Sustentados por estes fatos, diversos órgãos e instituições buscam desenvolver pesquisas e programas de incentivo para ampliar o consumo destes alimentos no país (CARVALHO *et al.*, 2019). Mundialmente, a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO) definiu 2021 como o Ano Internacional das Frutas e Hortaliças. O objetivo desta iniciativa foi aumentar a conscientização sobre os benefícios nutricionais e de saúde relacionados ao consumo de frutas e hortaliças, bem como direcionar a atenção das políticas para a redução da perda e desperdício desses alimentos (FAO, 2020). Neste contexto, aliados às tendências de consumo de conveniência e praticidade (ITAL, 2010), pesquisas apontam como boa oportunidade para empresas de hortifrúti o desenvolvimento de “*snacks* saudáveis”, principalmente no segmento de produtos “*on the go*”. Este termo se refere à prática de consumo de produtos de consumo rápido e de forma prática, durante deslocamentos de um local para outro (HORTIFRUTI BRASIL, 2020). Atendendo a este nicho de mercado, grande relevância pode ser dada à uva e os seus produtos derivados não alcoólicos, tal como sucos e passas (DI LORENZO *et al.*, 2015; HORTIFRUTI BRASIL, 2020).

As uvas passas, em especial, merecem destaque por manter grande parte da qualidade nutricional das uvas e ter vantagem com relação ao transporte e armazenamento (QIN *et al.*, 2020). Além disso, possuem como vantagem sua facilidade de consumo, durabilidade e potencial como ingrediente para incorporação a outros alimentos processados, como iogurtes, bolos, panetone, sorvetes, granola e barras de cereais (OLIVATI *et al.*, 2018).

3.1 Uvas passas: a situação atual e os desafios para produção nacional

Mundialmente, a produção de uvas passas em 2019/2020 atingiu mais de 1,2 milhões de toneladas, sendo apenas a Turquia, responsável por 22% deste montante, seguida dos Estados Unidos (16%), Irã (15%) e Índia (12%) (INC, 2021). No Brasil, no entanto, embora haja uma produção de uvas, que chegou a atingir cerca de 1,7 milhão de toneladas em dezembro de 2021 (IBGE, 2022), o mercado das passas depende quase inteiramente de importações (CARVALHO *et al.*, 2019). Em 2019, o país ocupou o 9º lugar como maior importador, sendo 27,53 mil toneladas de passas importadas (INC, 2021). Freitas e colaboradores (2013) relatam que apesar de ser um mercado promissor, um dos fatores que dificultava a produção das passas no país era a pequena área cultivada de uvas sem sementes.

Desde 2013, houve um aumento considerável na produção do país de uvas sem sementes, principalmente em função do desenvolvimento de novas cultivares pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), que se adaptam ao solo e ao clima do país, a partir de um Programa de Melhoramento Genético denominado “Uvas do Brasil” (FREITAS *et al.*, 2013; SOUZA *et al.*, 2015). Entre as cultivares desenvolvidas, a uva BRS Vitória, resultante do cruzamento da CNPUV 681-29 [Arkansas 1976 x CNPUV 147-3 (‘Niágara Branca’ x ‘Vênus’)] x ‘BRS Linda’, destaca-se por seu potencial para elaboração de passas. Isto, considerando características como produtividade, ausência de sementes, sabor, conteúdo de açúcares, facilidade de manejo, degrana natural e película fina, além de sabor aframboezado e agradável e alto teor de sólidos solúveis (FREITAS *et al.*, 2013; MAIA *et al.*, 2016).

Apesar do aumento na produção de uvas apirênicas no Brasil, as condições climáticas também são consideradas um entrave para a produção nacional das passas. Isto porque, não favorecem a secagem natural (com exposição ao sol) das uvas (SOUZA *et al.*, 2015), método tradicionalmente utilizado para produção de passas, especialmente por sua facilidade de uso e baixos custos operacionais envolvidos (KHIARI; ZEMNI; MIHOUBI, 2019). Por utilizar a energia do sol, e considerando a sua natureza e disponibilidade, a secagem solar tem recebido a atenção de diversos autores. Os estudos destacam a importância da utilização de uma energia alternativa, renovável e limpa (KAMARULZAMAN *et al.*, 2021; RAO; MURUGAN, 2021), sobretudo em processos como a secagem, na qual a energia térmica consumida pode variar de 12 a 40% do consumo total de energia industrial nos países desenvolvidos (LINGAYAT; BALIJEPALLI; CHANDRAMOHAN, 2021). Fato que deve ser considerado não somente porque o consumo de energia está diretamente relacionado aos custos de produção, mas também porque o consumo global de energia aumenta a cada ano, podendo desencadear diversos impactos no planeta (KAMARULZAMAN *et al.*, 2021). Nas principais regiões produtoras de

passas no mundo há condições climáticas e ambientais favoráveis a este método de secagem. Com características desérticas e sistemas de produção irrigados, são regiões com foco em altas produtividades, sem preocupações quanto à estética das uvas *in natura*, e que permitem que as uvas sejam desidratadas pela simples exposição ao ar livre, em esteiras ou até mesmo, na própria parreira, da qual as uvas já são colhidas em forma de passas (SOUZA *et al.*, 2015).

No Brasil, por outro lado, apenas a região semiárida do Vale do São Francisco possui características favoráveis à elaboração de passas por secagem solar. Melo e colaboradores (2018), por exemplo, desidrataram nesta região uvas diretamente em parreiras, por secagem ao sol e em secador, obtendo passas de qualidade semelhantes. No entanto, além desta não ser uma realidade para as demais regiões produtoras de uvas no país, Souza e colaboradores (2015) ressaltaram ainda diferenças importantes entre o Submédio do São Francisco e as principais regiões produtoras de passas, entre elas, está a precipitação anual média e o período de chuvas da região, que pode comprometer a secagem natural com condições sanitárias adequadas.

Com o intuito de superar problemáticas inerentes ao tradicional processo de desidratação por exposição direta ao sol, especialmente com relação à segurança dos alimentos desidratados, grandes esforços são empenhados no desenvolvimento de novas tecnologias (KAMARULZAMAN *et al.*, 2021; SRIVASTAVA *et al.*, 2021). Entretanto, muitas destas tecnologias, exigem uma grande área ou investimento inicial e, quando não, o processo é lento e dependente das condições climáticas (KHIARI; ZEMNI; MIHOUBI, 2018). Wang e colaboradores (2021) relataram que métodos específicos de secagem são adaptados em diferentes regiões do mundo, devido à variabilidade das uvas e condições ambientais.

A secagem com circulação forçada de ar quente, realizada em secadores, é uma boa alternativa na impossibilidade de empregar a secagem solar, por ser um processo flexível, de custo relativamente baixo e fácil de controlar (KHIARI; ZEMNI; MIHOUBI, 2018). No Brasil, pesquisadores da Embrapa chegaram a dimensionar e construir um secador capaz de atender às exigências das Boas Práticas de Fabricação (BPF) e produzir uva passa de qualidade e aceitação sensorial (CORNEJO *et al.*, 2017) enquanto outros autores dedicaram esforços para comprovar a viabilidade deste tipo de secagem para a produção de uvas passas no país (MORAES, 2010; SOUZA *et al.*, 2015).

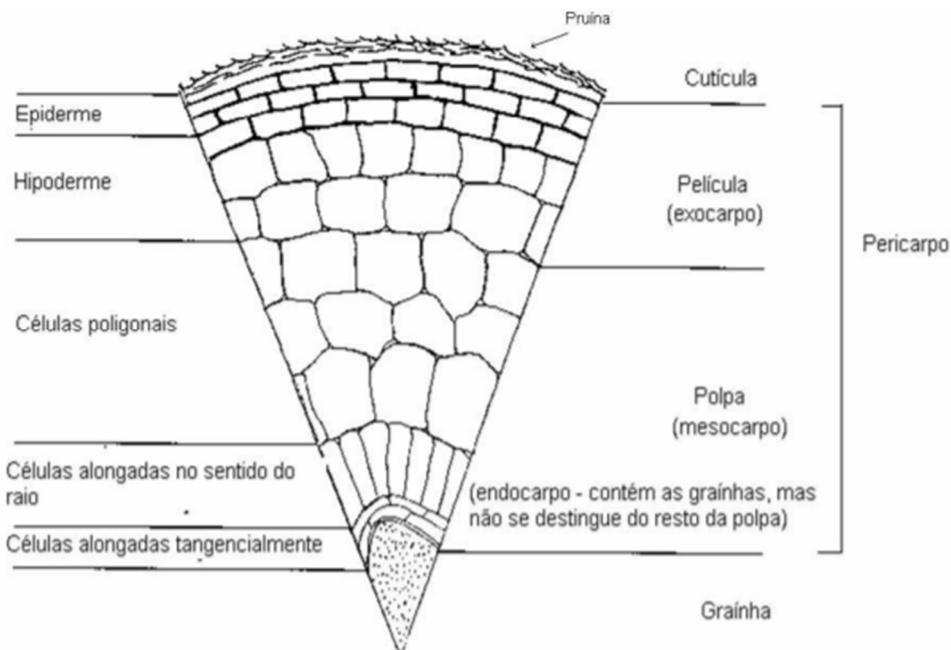
Deve-se considerar também, a complexidade do processo de secagem da uva. A remoção de água da fruta é dificultada, principalmente, pela presença de uma camada externa de cera presente em sua superfície, que acaba atuando como uma barreira (ADILETTA *et al.*, 2016). Desta forma, o processo de secagem é prolongado, levantando as preocupações já mencionadas quanto à quantidade de energia necessária para realizá-lo e com relação à

qualidade do produto desidratado, já que a longa exposição da fruta ao calor e ao oxigênio desencadeia diversas alterações nas características físicas e químicas da fruta, podendo causar prejuízos a qualidade final das passas. Assim, esforços devem ser feitos para reduzir o tempo e a temperatura de secagem, a fim de obter produtos de qualidade (ADILETTA *et al.*, 2016; DENG *et al.*, 2017).

3.2 Pré-tratamentos aplicados para redução do tempo de secagem

A casca é a principal barreira ao movimento da água do interior dos tecidos da baga da uva para o ambiente externo (BRIZZOLARA *et al.*, 2020). Como mostra a **Figura 1**, a epiderme, camada mais externa da baga, é sobreposta pela cutícula, uma camada composta por ácidos graxos hidroxilados, que é revestida por uma camada de cera epicuticular (pruína) (PINELO; ARNOUS; MEYER, 2006).

Figura 1 - Esquema de corte da baga da uva.



Fonte: MENDES, 2008

A composição da pruína, foi melhor elucidada em estudo de Yang e colaboradores (2021), nas quais os autores identificam que seus principais componentes são majoritariamente terpenóides e compostos alifáticos, como hidrocarbonetos, álcoois, ácidos graxos e ésteres. Esta cera epicuticular fornece aos frutos proteção contra a luz ultravioleta, danos físicos, patógenos fúngicos, além de regular trocas gasosas com o meio ambiente e evitar perda de água pela transpiração. Por possuir compostos alifáticos de cadeia muito longa, é considerada a principal

responsável pela resistência da cutícula à perda de água (**Figura 2**), dificultando o processo de secagem (BRIZZOLARA *et al.*, 2020; SRIVASTAVA *et al.*, 2021; YANG *et al.*, 2021). Diversos autores têm explorado alternativas de tratamentos aplicados previamente à secagem, atuando sobretudo, sobre a pruína da superfície da fruta. Estes pré-tratamentos podem ser classificados em físicos e químicos (DENG *et al.*, 2017).

Figura 2 - Componentes da cera epicuticular presente na baga da uva.



Fonte: adaptado de YANG *et al.*, 2021.

Os pré-tratamentos químicos, em geral, objetivam remover e dissolver a camada de cera da superfície da uva, e são muito empregados e conhecidos por acelerar de maneira eficaz o processo de secagem dos alimentos desidratados (DENG *et al.*, 2017; SRIVASTAVA *et al.*, 2021). Dentre os diversos pré-tratamento químicos existentes, as técnicas de sulfitação, que abrangem a fumigação do gás dióxido de enxofre (SO₂) ou a imersão das frutas em soluções contendo sais de sulfeto solúveis em água, como metabissulfito de potássio (K₂S₂O₅) e de sódio (Na₂S₂O₅), e hidrogenossulfito de sódio (NaHSO₃), são geralmente as mais exploradas pela indústria (DENG *et al.*, 2017; KHIARI; ZEMNI; MIHOUBI, 2019). Khiari, Zemni e Mihoubi (2019) relataram que a aplicação de alguns desses compostos citados pode resultar em reações associadas à asma em consumidores sensíveis ou alérgicos.

Há também pré-tratamentos que empregam a imersão das uvas em soluções alcalinas diluídas à base de compostos como o hidróxido de sódio (NaOH), carbonato de potássio (K₂CO₃) e carbonato de sódio (Na₂CO₃) (CARRANZA-CONCHA *et al.*, 2012; ZEMNI *et al.*, 2017). Segundo Carranza-Concha e colaboradores (2012), esses tratamentos quando aplicados previamente à secagem permitem o amaciamento da casca superficial da baga que, por sua vez, aumenta a permeabilidade da mesma e acelera a taxa de secagem. Esses compostos podem ser

utilizados em conjunto com outros tratamentos como a aplicação de oleato de etila ou azeite de oliva (ADILETTA *et al.*, 2016; SEVIK; SEN; NAS, 2014; TELIS *et al.*, 2006). Buscando maiores explicações, Di Matteo e colaboradores (2000), observando por meio de microscopia eletrônica de varredura (MEV) o efeito da imersão das uvas em uma solução contendo oleato de etila e K_2CO_3 à 40 °C por 3 min, notaram nas passas a formação de alguns microporos acompanhados de uma distribuição não uniforme dos componentes cerosos, provavelmente como consequência da solubilização da pruína. Adiletta e colaboradores (2016) obtiveram o mesmo resultado utilizando uma solução contendo oleato de etila e Na_2CO_3 e descrevem ainda a presença de rachaduras nas cascas das passas que passaram por este pré-tratamento. Apesar de eficazes, é crescente a procura por alimentos sem a adição de aditivos químicos nos alimentos (ADILETTA *et al.*, 2016; ASHTIANI *et al.*, 2020). Como alternativa a estes pré-tratamentos, há estudos sobre a aplicação de pré-tratamentos físicos térmicos e não térmicos, como por exemplo, o emprego do branqueamento, abrasão superficial, congelamento, microondas, aquecimento ôhmico, campo elétrico pulsado, maceração carbônica e plasma frio (ASHTIANI *et al.*, 2020; KHIARI; ZEMNI; MIHOUBI, 2019; NOSHAD; GHASEMI, 2020).

Di Matteo e colaboradores (2000) propuseram um método de abrasão superficial da casca da uva com um abrasivo inerte que foi posteriormente mais explorado por Senadeera e colaboradores (2014) e Adiletta e colaboradores (2016). Em todos os estudos, os autores relataram reduções significativas no tempo de secagem e em alguns casos, puderam identificar, por meio de análise de MEV, que o pré-tratamento foi eficaz por remover, de maneira uniforme, quase que completamente, a barreira de cera presente na superfície da casca da uva (DI MATTEO *et al.*, 2000; ADILETTA *et al.*, 2016).

Há outras técnicas, como o aquecimento ôhmico (SALENGKE; SASTRY, 2005), microondas e campo elétrico pulsado (DEV *et al.*, 2008), que atuam criando rupturas na superfície da uva, permitindo assim que a água migre para fora dos tecidos que os contêm. Salengke e Sastry (2007) mencionaram que as rupturas formadas na casca das uvas pré-tratadas por aquecimento ôhmico, por exemplo, podiam ser visualmente observadas e eram mais induzidas por efeitos elétricos, como densidade e frequência da corrente, do que efeitos térmicos. Já Dev e colaboradores (2008) ressaltaram ainda que, com a aplicação do microondas, as rupturas se iniciaram na superfície das uvas, mas se propagaram para o interior, criando caminhos que facilitaram a migração da água na fruta. Na produção das passas, o microondas também tem sido explorado durante o processo de secagem (CARRANZA-CONCHA *et al.*, 2012) e como tratamento para controle da cristalização (ALVAREZ *et al.*, 2021).

Recentemente, outra tecnologia emergente foi explorada por Ashtiani e colaboradores (2020), a aplicação do plasma frio. Apesar de ser uma técnica geralmente empregada para esterilização e desinfecção, sua aplicação mostrou um eficaz aumento da difusividade efetiva da água na fruta, diminuindo o tempo de secagem, contando ainda com a vantagem de se tratar de uma tecnologia não-térmica. Com a utilização do MEV, foi possível notar na superfície das uvas pré-tratadas micro-orifícios irregulares, cujo diâmetro aumentava com o tempo de exposição. Os autores relataram que este é o resultado de interações físicas e químicas entre radicais presentes no plasma e a casca da uva, quebrando ligações não covalentes entre os polímeros da parede celular da fruta. Também procurando explorar tecnologias não-térmicas, Noshad e Ghasemi (2020), aplicaram técnicas de congelamento (convencional e criogênico) como pré-tratamento, baseando-se no fato de que o processo de congelamento pode facilitar a remoção de água da fruta uma vez que o mesmo degrada a sua parede celular. O pré-tratamento foi capaz de reduzir o tempo de secagem e, em análise de MEV, os autores observaram a formação de rachaduras e poros na superfície da uva passa pré-tratada.

Apesar de apresentarem grande potencial, alguns pré-tratamentos físicos, tal como a abrasão, são considerados impraticáveis em escala industrial, uma vez que são tediosos, trabalhosos e caros. Outros, tal como as tecnologias emergentes e até mesmo técnicas de congelamento, requerem maiores investimentos e portanto, sua viabilidade deve ser avaliada em conjunto com uma análise de capital e custos de funcionamento (DENG *et al.*, 2017).

Na busca por superar os desafios apresentados pelos pré-tratamentos físicos, e considerando ainda as preocupações levantadas com a segurança dos alimentos, Olivati e colaboradores (2019), sugeriram a aplicação de um pré-tratamento químico alternativo, utilizando apenas o AOEV como um tensoativo natural. O azeite de oliva já havia sido explorado anteriormente como agente acelerador do processo de secagem de passas, porém, apenas em conjunto com outros compostos químicos (SEVIK; SEN; NAS, 2014; TELIS *et al.*, 2006; WANG *et al.*, 2021).

A aplicação do AOEV sem a combinação de outros compostos químicos, além de originar um produto mais seguro ao consumidor, segue tendências do mercado relacionadas à naturalidade, na qual, os consumidores rejeitam ingredientes de risco e produtos com itens desconhecidos, buscando o denominado *Clean Label* (VIALTA; REGO, 2014). No estudo de Olivati e colaboradores (2019), a aplicação do AOEV em uvas da cultivar BRS Morena previamente à secagem, promoveu redução de 45% no tempo requerido para a produção das passas. esses resultados são semelhantes aos de outros autores que utilizaram pré-tratamentos químicos (BINGOL *et al.*, 2012; TELIS *et al.*, 2006), demonstrando sua eficácia. Segundo os

autores, é possível que o AOEV, devido à sua ação tensoativa, atue sobre a pruína, formando poros na superfície da casca da uva e/ou, colapsando células e ligações inter-moleculares dos tecidos da fruta (OLIVATI *et al.*, 2019). Deve-se levar em consideração que durante o processo de produção e armazenamento das passas inúmeras reações são desencadeadas (KHIARI; ZEMNI; MIHOUBI, 2019). Assim, entendê-las e identificar a influência do pré-tratamento sobre elas, tal como sobre as características físico-químicas do produto durante seu armazenamento é fundamental para concluir sua aplicabilidade. Neste contexto, os objetivos do presente estudo foram idealizados.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Uvas

Um lote de 33 kg da uva BRS Vitória (safra referente a maio de 2020) foi adquirido no município de Marinópolis, São Paulo, Brasil. As uvas foram plantadas sob o porta enxerto IAC 572 utilizando o sistema de condução latada. Para o transporte, as uvas foram acondicionadas em caixas plásticas, levadas até o Laboratório de Processamento de Frutas e Hortaliças do Instituto de Biociências Letras e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista (IBILCE/UNESP) e armazenadas em câmara fria a 4 °C. Do lote de uvas recebido, aproximadamente 3 kg foram separados para a caracterização físico-química das uvas BRS Vitória *in natura* e o restante foi destinado à produção das passas e posterior caracterização durante o armazenamento.

4.2 Produção das uvas passas

Para obtenção das passas, os cachos de uvas foram lavados com água potável, submetidos à sanitização por imersão em solução clorada contendo 0,005% v/v de cloro ativo por 20 min, enxaguadas com água potável e dispostas em papel toalha sobre bancada de inox previamente higienizada com álcool 70%, para a retirada do excesso de água. As uvas foram então pesadas e separadas em quatro porções, que corresponderam a dois tratamentos (com e sem pré-tratamento com AOEV), realizados em duplicata. Os cachos de cada porção foram desengaçados e as uvas foram ainda separadas, de forma visual e subjetiva, em dois grupos, de acordo com o seu tamanho, a fim de garantir uma desidratação mais homogênea.

Com a função técnico-funcional de um agente tensoativo natural, 0,17% de AOEV (acidez $\leq 0,50\%$ e índice de peróxidos $\leq 20,00 \text{ mEq.kg}^{-1}$), adquirido no comércio local, foi homogeneizado às porções de uva, conforme metodologia descrita por Olivati (2019). As uvas (com e sem pré-tratamento) foram então dispostas em bandejas vazadas, que foram na sequência pesadas e conduzidas a uma estufa de circulação forçada e renovação de ar (Tecnal, TE-394/2, São Paulo, Brasil) a 60 °C. A conclusão do processo de desidratação foi determinada após redução de no mínimo 75% da massa inicial das bagas. As uvas passas obtidas de uma mesma batelada foram misturadas manualmente e armazenadas em sacos plásticos sob refrigeração (4 °C) por sete dias, a fim de que as passas atingissem a umidade próxima do equilíbrio.

4.3 Caracterização físico-química das uvas *in natura* e das passas

Do lote de uvas previamente separado foram selecionados 12 cachos, de cada qual foram retiradas 10 bagas de uvas, para a realização de algumas análises na uva BRS Vitória, com base nos descritores sugeridos pela International Organisation of Vine and Wine (OIV) para caracterização de variedades de uvas (OIV, 2001). Para tanto, primeiramente, foram realizadas as seguintes observações visuais: determinação da cor da casca (descriptor número 225), definida com base em seis categorias distintas (1, verde amarelada; 2, rosa; 3, vermelha; 4, acinzentada; 5, vermelho arroxeada escura; e 6, azul escuro) e uniformidade da cor da casca (descriptor número 226), caracterizada como 1, não uniforme, ou 2, uniforme. Com o auxílio de uma faca de aço inoxidável, as uvas foram cortadas ao meio para sua classificação quanto à presença/ausência de sementes (descriptor 241), enquadrando-as em uma escala de três categorias: 1, ausentes; 2, rudimentares (desenvolvimento incompleto do embrião); e 3, bem formadas (sementes perfeitamente desenvolvidas). Com auxílio de balança analítica e paquímetro, as bagas das uvas *in natura* e passas também foram caracterizadas quanto à sua massa, comprimento e largura.

Segundo as metodologias descritas pela AOAC (2005) foram realizadas as seguintes determinações: umidade, por método termogravimétrico em estufa à vácuo a 70 °C; SS por refratometria com resultados expressos em °Brix a 25 °C; pH, diretamente em pHmetro; AT, por volumetria potenciométrica com resultados expressos em g de ácido tartárico.100 g de amostra⁻¹; e teores de ACR e ACT, pelo método de Lane-Eynon com resultados expressos em g de glicose.100 g de amostra⁻¹. Além disso, foram determinadas também a Aw, à 25 °C, usando um higrômetro elétrico (Axair Ltd., Novasina, Aw Sprint, Suíça), ANT e ANP e, CFT, utilizando as metodologias descritas por Ribereau-Gayon; Stonestreet (1965) e Singleton, Rthofer e Lamuela-Raventos (1999), respectivamente.

A cor instrumental foi determinada em espectrofotômetro de bancada (HunterLab, ColorFlex45/0, Estados Unidos) utilizando o software Universal versão 4.10 com as configurações: iluminante D65, observador a 10° e leitura dos valores absolutos de L^* , a^* e b^* . Com os valores absolutos (L^* , a^* e b^*) foi possível calcular, em coordenadas cilíndricas, a cromaticidade (*Chroma*, C^*), por meio da Equação 1; o ângulo *hue* (h°), por meio das Equações 2, 3 ou 4, de acordo com os valores de a^* e b^* ; e, a diferença total de cor (ΔE), pela Equação 5 (PATHARE; OPARA; AL-SAID, 2013; SANT'ANNA *et al.*, 2013).

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

$$h^\circ = \tan^{-1} \left(\frac{b^*}{a^*} \right) \quad , \text{ quando } + a^* e + b^* \quad (2)$$

$$h^\circ = 180 + \tan^{-1} \left(\frac{b^*}{a^*} \right), \text{ quando } - a^* e + b^* \text{ ou } - a^* e - b^* \quad (3)$$

$$h^\circ = 360 + \tan^{-1} \left(\frac{b^*}{a^*} \right), \text{ quando } + a^* e - b^* \quad (4)$$

$$\Delta E = \sqrt{\Delta a^{*2} + \Delta b^{*2} + \Delta L^{*2}} \quad (5)$$

4.4 Microscopia eletrônica de varredura das passas

A microscopia eletrônica de varredura foi realizada para analisar a microestrutura da superfície das passas, a fim de melhor elucidar a ação do AOEV sobre as mesmas. Para tanto, foram capturadas imagens da superfície das passas sem (controle) e com AOEV, previamente revestidas com uma fina camada de ouro, utilizando um microscópio eletrônico de varredura (Carl Zeiss, EVO LS15, Alemanha), com as resoluções de 100x, 500x, 1000x, 2500x, 5000x, 10000x.

4.5 Avaliação das características físico-químicas das passas com e sem pré-tratamento durante armazenamento

Para avaliação das características físico-químicas (umidade, pH, AT, ACR e ACT, Aw, cor instrumental, CFT, ANT, ANP e diferença total de cor (ΔE)) das passas produzidas durante o armazenamento por 180 dias, amostras (entre 12 e 25 g) com e sem pré-tratamento foram acondicionadas em embalagens (8 x 9 cm) de filme multilaminado metalizado (Embaquim, São Bernardo do Campo, SP), com baixa permeabilidade ao vapor d'água e sem interferência da luz (**Figura 3**). As passas embaladas foram então incubadas em BOD em três diferentes temperaturas (4 °C - controle, 25 °C - ambiente, e 35 °C - condição acelerada), tal como descrito por Vitali, Teixeira Neto e Germer (2004) e foram analisadas durante 180 dias (0, 5, 10, 15, 30, 60, 90, 120 e 180 dias).

Para fins de comparação ao longo do tempo de armazenamento, todos os resultados quantitativos foram expressos em base seca (B.S.), sendo a transformação de base úmida (B.U.) para base seca (B.S.) realizada por meio da Equação 6:

$$\text{Concentração (B.U.)} = \text{Concentração (B.S.)} \times (\%S)^{-1} \quad (6)$$

na qual %S (porcentagem de sólidos da amostra) = 1 - umidade da amostra.

Figura 3 - Uvas passas acondicionadas em embalagens de filme multilaminado.



Fonte: Elaborado pela autora.

4.6 Análises estatísticas

Os resultados da caracterização física e química das uvas *in natura* e das passas foram obtidos em triplicata e expressos como média \pm desvio padrão. Os resultados foram submetidos ao teste T de student ao nível de significância de 5% para comparar as diferenças entre as médias obtidas para as passas com e sem aplicação do pré-tratamento. Para o estudo das características físico-químicas durante o armazenamento, os resultados foram também obtidos em triplicata, expressos como média \pm desvio padrão (Apêndice A) e apresentados graficamente para possibilitar a identificação de tendências de comportamento das passas. Além disso, com a finalidade de otimizar a visualização dos resultados, os mesmos (para 4, 25 e 35 °C) foram ainda submetidos a análise multivariada: Análise de Componentes Principais (ACP). Estas análises foram realizadas utilizando o software Statistica 10.0 (Statsoft, Oklahoma, Tulsa, U.S.A).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Caracterização físico-química das uvas BRS Vitória

Por tratar-se da matéria prima para produção de passas, é essencial que as uvas *in natura* sejam caracterizadas e apresentem características adequadas para este fim. Por meio das observações visuais, e como é possível observar na **Figura 4**, sugere-se que a coloração das uvas BRS Vitória seja classificada como ‘vermelho arroxeadado escuro’ e ‘uniforme’, correspondendo respectivamente às categorias 6 e 2 dos descritores 225 e 226, preconizados pela OIV (2001).

Figura 4 - Bagas e corte transversal da uva BRS Vitória.



Fonte: Elaborado pela autora.

Para produzir passas de qualidade, a cor das uvas, e em especial a sua uniformidade, são aspectos importantes para garantir a aceitação do produto final (MUHLBAUER; MULLER, 2020). Assim, com relação a sua coloração, as uvas BRS Vitória apresentaram-se adequadas para a produção de passas escuras. Com relação à ausência/presença de sementes, observa-se na **Figura 4**, que a uva BRS Vitória é uma cultivar apirênica (MAIA *et al.*, 2016), classificando-se na categoria 1 do descritor de número 241, preconizado pela OIV (2001). Vale ressaltar que a ausência de sementes é um critério importante para a seleção de uma cultivar adequada para a produção de passas, já que as passas de uvas sem sementes são mais aceitas pelo consumidor (FREITAS *et al.*, 2013; MUHLBAUER; MULLER, 2020). É possível observar também, a presença da pruína na superfície das uvas, fator este relevante tratando-se de uma matéria-prima destinada à produção de passas, já que é uma das principais características endógenas responsáveis pela resistência da fruta à perda de água (BRIZZOLARA *et al.*, 2020; SRIVASTAVA *et al.*, 2021). A literatura sugere que esta resistência seja influenciada pelo arranjo das plaquetas que a formam (BRIZZOLARA *et al.*, 2020).

Na **Tabela 1** estão apresentados os resultados referentes às características físico-químicas das uvas BRS Vitória utilizadas como matéria-prima para produção das passas.

Tabela 1 - Características físicas e químicas para as uvas BRS Vitória *in natura*.

Tamanho (C x L - cm)	Massa (g)	Umidade (%)	Aw	pH	AT	SS (°Brix)
(2,28 ± 0,09) x (1,82 ± 0,09)	4,57 ± 0,43	80,76 ± 0,00	0,98 ± 0,00	3,89 ± 0,01	0,86 ± 0,00	17,33 ± 0,38
ACT (%)	ACR (%)	L*	C*	h°	CFT	ANT
16,5 ± 0,0	15,3 ± 0,0	17,64 ± 0,87	20,21 ± 1,43	352 - 358	332,5 ± 6,6	650,2 ± 18,0

*C - comprimento; L - largura; Aw - atividade de água; AT - acidez total, expressa em g ácido tartárico.100 g de amostra⁻¹; SS - sólidos solúveis; ACT - açúcares totais; ACR - açúcares redutores; CFT - compostos fenólicos totais, expresso em mg de equivalente em ácido gálico (EAG).100 g de amostra⁻¹; ANT - Antocianinas totais, expressa em mg malvidina-3,5-diglicosídeo.kg de amostra⁻¹. Fonte: Elaborado pela autora.

O tamanho médio (comprimento x largura) das bagas das uvas BRS Vitória *in natura* foi de 2,28 x 1,82 cm (**Tabela 1**). Este valor está entre o relatado (1,9 x 1,7 cm) por Maia e colaboradores (2016) em Comunicado Técnico da Embrapa, e por Zilio e colaboradores (2019) (2,8 x 2,0 cm). A massa média das bagas de BRS Vitória está dentro da faixa relatada por Roberto e colaboradores (2015) para uvas BRS Vitória (3,7 e 6,1 g), que avaliaram o cultivo desta cultivar com diferentes métodos de desbaste dos cachos.

Com relação ao teor de SS, as uvas apresentaram teor de 19 °Brix, valor menor que o recomendado por Maia e colaboradores (2016). Entretanto, o resultado é próximo ao relatado na literatura por outros autores para a mesma cultivar (COLOMBO *et al.*, 2021; MARTINELLI *et al.*, 2018; ROBERTO *et al.*, 2015; VIEIRA, 2016). Além disso, atende às exigências descritas no Regulamento Técnico pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2002), que preconiza um mínimo de 14 °Brix, para atender aos padrões de uva fina de mesa madura; bem como está de acordo com as normas internacionais de comercialização, que estabelece um teor mínimo de SS entre 14 e 17,5 °Brix. (MAIA *et al.*, 2016).

O resultado de AT obtido é próximo ao relatado por Colombo e colaboradores (2021) (0,8%) e superior aos encontrados por Martinelli e colaboradores (2018), Roberto e colaboradores (2015) e Vieira (2016), com valores de AT variando entre 0,48 a 0,6 g ácido tartárico.100 g de amostra⁻¹; é provável que a variação entre os parâmetros físicos e químicos

encontrados na literatura para uma mesma cultivar decorra de variações das condições edafoclimáticas durante o período de cultivo das diferentes safras e da diversidade de práticas de cultura e manejo de cachos.

Vale ressaltar ainda que a relação (*ratio*) entre SS e AT, conhecida como índice de maturidade, é tão importante, e até mesmo mais representativa, que a medida isolada destes parâmetros (MAIA *et al.*, 2012; MAIA *et al.*, 2016; ROBERTO *et al.*, 2015). Esta relação tem grande influência sobre o sabor da fruta, sendo que, como mencionam Maia e colaboradores (2012), é desejável a obtenção de um valor elevado. Segundo os mesmos autores, este valor, para as uvas de mesa, deve ser superior a 20, tal como o resultado obtido para as uvas BRS Vitória do presente trabalho (20,15).

Com os resultados obtidos na caracterização físico-química das uvas BRS Vitória foi possível considerar que as mesmas estavam adequadas para a produção das passas.

5.2 Produção e caracterização físico-química das passas

Para a produção das passas, primeiramente empregou-se um pré-tratamento com AOEV com o intuito de acelerar o processo de desidratação das bagas da uva BRS Vitória e obter produto final com importante concentração de compostos fenólicos. Na **Figura 5** estão apresentadas amostras das uvas passas obtidas sem e com esse pré-tratamento citado.

Figura 5 - Passas de uva BRS Vitória sem (SA) e com pré-tratamento (CA) com AOEV.



Fonte: Elaborado pela autora.

Para obtenção das passas a partir das uvas BRS Vitória sem a aplicação do pré-tratamento com AOEV (grupo controle) foi necessário um tempo médio de secagem de $50,5 \pm 0,7$ horas ($n=2$), enquanto que para as uvas submetidas ao pré-tratamento foram necessárias $37,5 \pm 0,7$ horas ($n=2$) para sua desidratação, considerando redução da massa inicial em 75%.

Com isso, a aplicação do pré-tratamento promoveu a diminuição do tempo de secagem em aproximadamente 26%. Apesar de positivos, os resultados obtidos no presente trabalho foram inferiores ao de Olivati e colaboradores (2019) que, utilizando o mesmo pré-tratamento, porém em uvas de cultivar diferente (BRS Morena) obtiveram diminuição de 45% no tempo de secagem das uvas. Esta diferença pode, provavelmente, ser ocasionada por diferenças inerentes às uvas.

Brizzolara e colaboradores (2020) reforçam também que a literatura sugere que a resistência à passagem de água se dá, principalmente, devido ao arranjo das plaquetas que formam a pruína, e que a maneira como elas são dispostas e distribuídas na superfície do fruto depende tanto de fatores genéticos quanto das condições ambientais/de cultivo no vinhedo. Ainda assim, a redução do tempo de secagem foi superior aos resultados obtidos em pré-tratamentos alternativos para a secagem de uvas, tal como a aplicação de jato de plasma (HUANG *et al.*, 2019), ou de plasma a frio (ASHTIANI *et al.*, 2020). Estes resultados demonstram a efetividade do AOEV como um pré-tratamento para acelerar o processo de secagem.

Olivati e colaboradores (2019) sugerem que o AOEV é provavelmente capaz de formar microporos na superfície da uva e/ou romper células ou ligações intermoleculares do tecido, devido à sua ação tensoativa sobre a pruína. As microestruturas da superfície das frutas desidratadas são fundamentais para auxiliar no entendimento do mecanismo celular que regula as propriedades macroscópicas e a evolução do processo de desidratação.

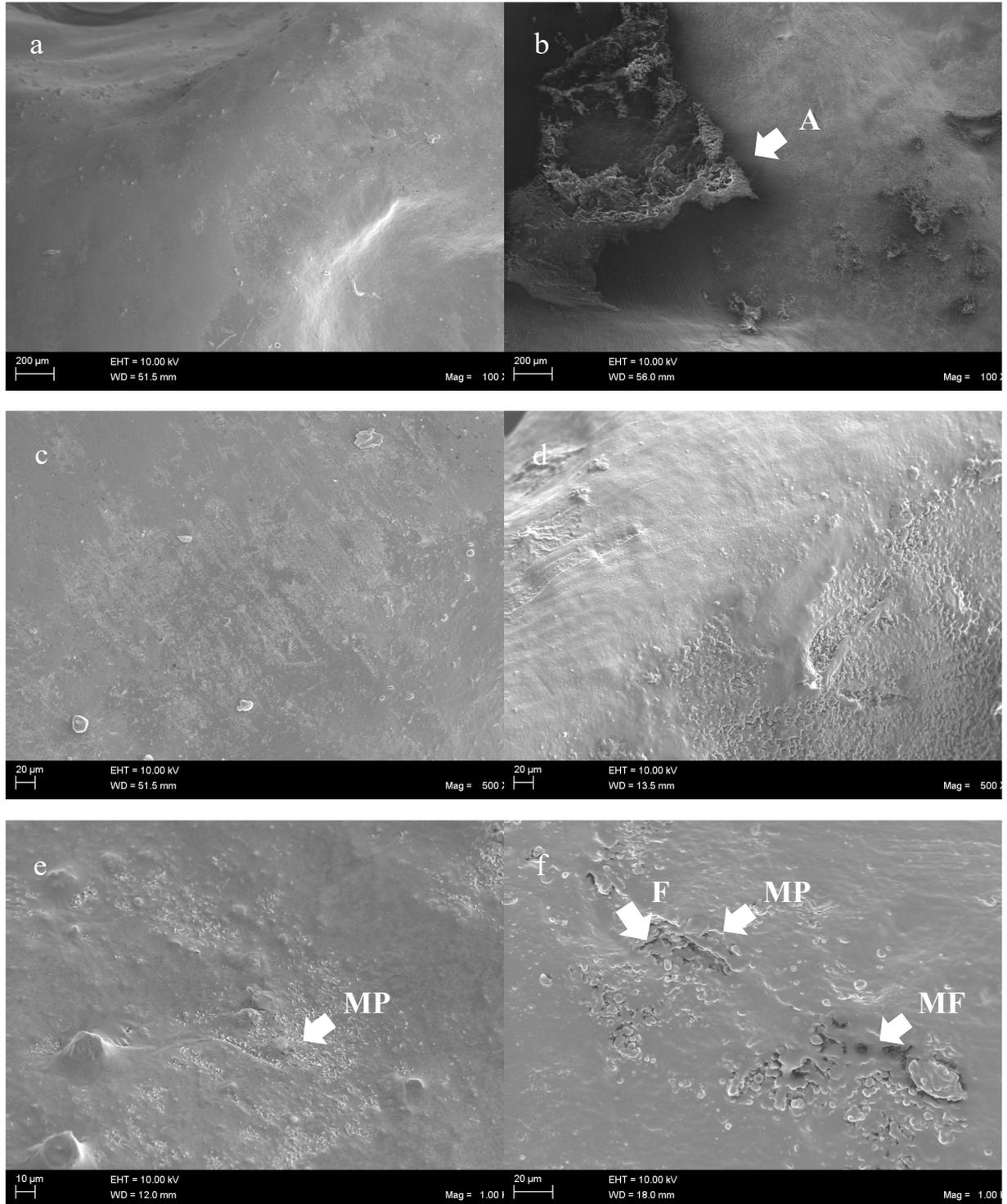
A **Figura 6** apresenta as micrografias obtidas por microscópio eletrônico de varredura da microestrutura da superfície das passas obtidas a partir da uva BRS Vitória sem (grupo controle) e com pré-tratamento com AOEV. A cera epicuticular que recobre a superfície das uvas *in natura* é normalmente formada por cristais escamosos irregulares contendo bordas ásperas (Yang *et al.*, 2021). Pelas microfotografias das uvas passas sem pré-tratamento com AOEV (**6a, c, e, g, i e k**) é possível observar uma textura relativamente regular, com poucos orifícios (**Figuras 6a, c e e**). Assim como nota-se claramente regiões mais claras sobre a superfície da amostra que indicam a presença de cera epicuticular e sua estrutura cristalóide com distribuição irregular (**Figuras 6i e k**).

Estas regiões não foram observadas nas micrografias referentes às passas submetidas ao pré-tratamento (**Figuras 6b, d, f, h, j e l**), o que reforça a hipótese de que o AOEV atua na solubilização ou dissolução da camada de cera.

Figura 6 - Imagens da microestrutura da superfície de passas sem (SA) e com (CA) pré-tratamento com AOEV.

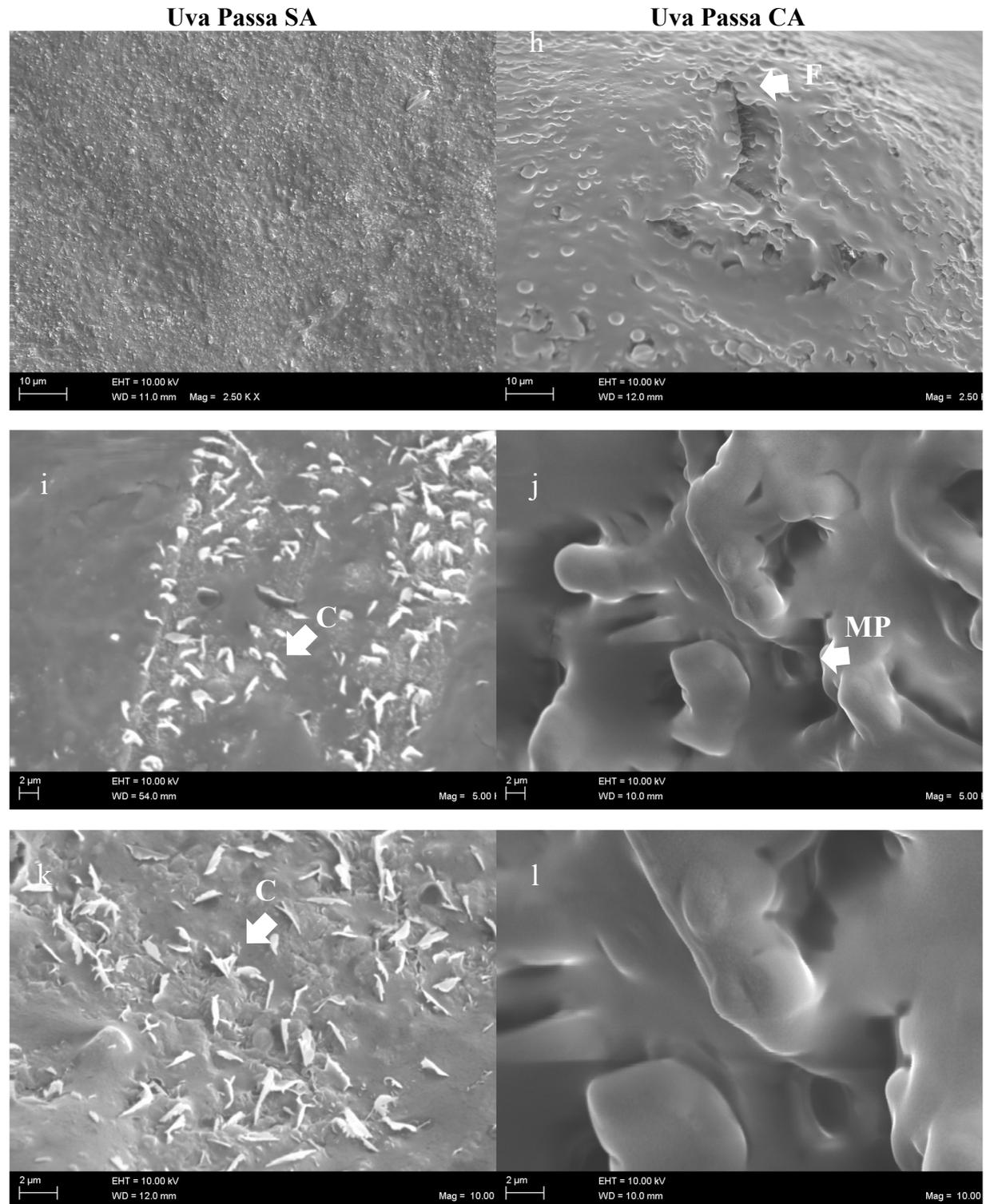
Uvas Passas SA

Uvas Passas CA



*Da parte superior para a inferior, em cada linha, as micrografias possuem resolução de 100x, 500x, 1000x, 2500x, 5000x, 10000x. Exemplos das seguintes formações são indicadas pelas setas: A, deposição do azeite de oliva; MP, microporos; MF, microfuros; F, fissuras e microfissuras; C, estrutura cristalóide da cera epicuticular.

Figura 6 - Imagens da microestrutura da superfície de passas sem (SA) e com (CA) pré-tratamento com AOEV.



*Da parte superior para a inferior, em cada linha, as micrografias possuem resolução de 100x, 500x, 1000x, 2500x, 5000x, 10000x. Exemplos das seguintes formações são indicadas pelas setas: A, deposição do azeite de oliva; MP, microporos; MF, microfuroes; F, fissuras e microfissuras; C, estrutura cristalóide da cera epicuticular.

Fonte: Elaborado pela autora.

Esses resultados corroboram com os resultados apresentados por Olivati e colaboradores (2019), bem como foi mencionado por An e colaboradores (2019) e Di Matteo e colaboradores (2000), após avaliação de soluções alcalinas contendo oleato de etila para otimizar a desidratação de mirtilos e uvas, respectivamente, e por Ni e colaboradores (2019), após avaliarem o uso de solução de carbonato de sódio como pré-tratamento em secagem de goji berry.

No presente estudo, pelas **Figuras 6b** e **6d** é possível observar a deposição do AOEV sobre a superfície da passa, que ocorre de maneira heterogênea, tal como já havia sido mencionado por Di Matteo e colaboradores (2000), em pré-tratamento de imersão das uvas em solução de oleato de etila e carbonato de potássio à 40 °C por 3 min para produção de passas. Vale ressaltar que ao aplicar o pré-tratamento com oleato de etila às uvas houve uma solubilização da cera acompanhada por uma redistribuição não uniforme dos componentes cerosos na superfície da baga.

Pelas microfotografias das passas que foram submetidas ao pré-tratamento, foi possível observar também que com a aplicação do AOEV a superfície das uvas tornou-se mais irregular, com a formação de vários microporos ou microfuros de diferenciados tamanhos (**Figura 6f** e **6h**) e microfissuras ou rachaduras (**Figura 6h**), semelhantes aos mencionados por Di Matteo e colaboradores (2000), Ni e colaboradores (2020) e Adileta e colaboradores (2016). Observa-se que existem poros nas passas do grupo controle, mas que, no entanto, estes são muito menores, em dimensão e quantidade, quando comparados ao das passas com pré-tratamento.

Alterações na microestrutura pela formação de microfuros, microporos e fissuras nas superfícies de frutas e hortaliças são consideradas como o principal mecanismo de pré-tratamento diversos para intensificar o processo de secagem, pois estas transformações na microestrutura da superfície das frutas proporcionam uma maior transferência de água, enquanto a dissociação de aglomerados teciduais pode ser responsável pelo aumento de compostos bioativos devido à liberação de conteúdo celular (ASHTIANI *et al.*, 2020; BASSEY; CHENG; SUN, 2021).

Na **Tabela 2** estão apresentados os resultados referentes às características físico-químicas das passas produzidas sem e com pré-tratamento com AOEV. Nota-se, que não houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre os valores de umidade das passas com e sem pré-tratamento. Sendo que estes valores respeitam o estabelecido em legislação brasileira, que estabelece que frutas desidratadas (exceto frutas secas tenras) devem ter umidade máxima de 25% (BRASIL, 2005). Além disso, ressalta-se que o valor semelhante ($p > 0,05$) de umidade obtido para as passas com e sem AOEV, resultado do término da secagem considerando mesmo

rendimento (redução da massa inicial em 75%), facilita a comparação entre elas em função de todos os parâmetros estudados.

Tabela 2 - Características físico-químicas para as passas de BRS Vitória com (CA) e sem (SA) pré-tratamento com AOEV.

Características*	Uva Passa SA	Uva Passa CA
Tamanho (C x L - cm)	(1,79 ± 0,17) x (1,09 ± 0,12)	(1,77 ± 0,19) x (1,06 ± 0,14)
Massa (g)	0,96 ± 0,06	0,92 ± 0,07
Umidade (%, base úmida)	20,18 ± 3,07 ^a	22,50 ± 0,26 ^a
Aw	0,68 ± 0,03 ^a	0,71 ± 0,00 ^a
pH	4,08 ± 0,03 ^b	4,17 ± 0,0 ^a
AT	2,24 ± 0,07 ^a	2,06 ± 0,08 ^b
SS (°Brix)	56,87 ± 5,43 ^a	58,20 ± 2,14 ^a
ACT (%)	66,0 ± 2,4 ^a	69,3 ± 1,6 ^a
ACR (%)	65,9 ± 2,3 ^a	69,1 ± 0,6 ^a
L*	15,33 ± 1,25 ^a	15,38 ± 1,37 ^a
C*	1,70 ± 0,61 ^a	1,97 ± 0,55 ^a
h°	308,8 – 26,3	341,3 – 19,2
CFT	599,4 ± 49,5 ^a	620,0 ± 52,2 ^a
ANT	337,1 ± 39,3 ^b	560,7 ± 63,0 ^a

*C - comprimento; L - largura; Aw - atividade de água; AT - acidez total, expressa em g ácido tartárico.100 g de amostra⁻¹; SST- sólidos solúveis; ACT - açúcares totais; ACR - açúcares redutores; CFT - compostos fenólicos totais, expresso em mg de equivalente em ácido gálico (EAG).100 g de amostra⁻¹; ANT - Antocianinas totais, expressa em mg malvidina-3,5-diglicosídeo.kg de amostra⁻¹.

Letras diferentes na mesma linha indicam médias significativamente diferentes pelo teste T de student ($\alpha=0,05$). n=3.

Fonte: Elaborado pela autora.

O tamanho e massa das passas foram maiores que os obtidos por Vieira (2016) para uvas passas da mesma cultivar pré-tratadas com NaOH 1% a 98 °C por 30 s, que originaram passas de em média 0,50 g e 0,95 cm de comprimento. A mesma autora também obteve menores valores de umidade (17,46%) e Aw (0,4), uma vez que a mesma determinou que este valor de Aw indicaria o término da secagem.

Os valores de SS encontrados para as passas (56,87 e 58,20 °Brix sem e com pré-tratamento, respectivamente) estão entre os valores encontrados por Vieira (2016) e Martineli e colaboradores (2018) (39,36 e 67,28 °Brix) para passas de uva BRS Vitória.

Os valores de AT (2,24 e 2,06 para as passas sem e com AOEV, respectivamente) e de pH (4,08 e 4,17, para as passas sem e com AOEV, respectivamente), também estiveram próximos aos encontrados na literatura, na qual os valores de AT variaram entre 0,82 e 2,13 (% ác. tartárico) e pH, entre 3,67 e 5,56 para passas da mesma cultivar (MARTINELI *et al.*, 2016; VIEIRA, 2016). Ressalta-se que as passas submetidas ao pré-tratamento possuíram menor AT e maior pH ($p \leq 0,05$) que as passas desidratadas sem o mesmo. Mesmo expressando os resultados de AT das passas em base seca, a acidez das passas sem AOEV foi significativamente maior ($p \leq 0,05$), sendo os valores obtidos equivalentes a 2,81 e 2,49 g de ácido tartárico.100 g⁻¹, respectivamente para as passas sem e com AOEV. Demonstrando assim que as diferenças, que não foram significativas, na umidade de cada amostra, provavelmente não foi a responsável pela diferença entre os resultados. Assim, é possível que o aumento da acidez das passas sem pré-tratamento seja resultado de hidrólises de compostos fenólicos mais intensas devido ao maior tempo de exposição às condições de secagem. Olivati e colaboradores (2018) sugeriram que o prolongado tempo de exposição ao calor, junto com reações oxidativas, degradou com maior intensidade moléculas de passas que não foram submetidas a um pré-tratamento, por meio da quebra do anel C heterocíclico de sua estrutura. Wang e colaboradores (2021) relataram ainda que passas sem pré-tratamento obtiveram maiores concentrações de ácidos graxos saturados e insaturados quando comparados às passas pré-tratadas com solução de KOH, Na₂CO₃ e lipídeos. Os autores sugerem que este resultado seja consequência do processo de desidratação mais longo, uma vez que, como puderam observar, durante a secagem houve a formação de novos ácidos, que não estavam originalmente presentes nas uvas *in natura*, podendo levar ao aumento da acidez.

Com relação a cor, o parâmetro L^* (luminosidade) foi significativamente maior ($p \leq 0,05$) para as uvas *in natura*. Com isso, embora tanto as uvas quanto as passas possuam valores L^* muito mais próximos do 0 (preto) do que do 100 (branco), os resultados indicam um escurecimento das uvas durante a produção das passas. Este efeito também pode ser observado ao comparar a **Figura 4** com a **Figura 5**. A cor mais escura das passas pode ser resultado da reação de caramelização ou de reações enzimáticas, principalmente desencadeadas pela enzima PPO, e não enzimáticas, tal como a Reação de Maillard, que promovem o aparecimento de pigmentos escuros (KARADENIZ; DURST; WROLSTAD, 2000; SEVIK; SEN; NAS, 2014). A intensidade do escurecimento pode variar de acordo com o pré-tratamento aplicado

(KHIARI; ZEMNI; MIHOUBI, 2019), no entanto, no presente trabalho, não houve diferenças significativas entre as passas pré-tratadas ou não. Portanto, a redução do período de secagem não interferiu na luminosidade das amostras.

Com relação aos valores de C^* , que variaram de 1,70 e 1,97, respectivamente para as passas sem e com aplicação de pré-tratamento. Além disso, os baixos valores obtidos para as passas, sugerem que as mesmas estejam mais próximas da coloração neutra, próxima ao preto devido aos baixos valores de L^* , do que vermelho/violeta saturado. De acordo com os valores de h° obtidos para as passas sem e com pré-tratamento com AOEV verifica-se que o tom predominante das passas é vermelho (330° a 25°), porém as sem pré-tratamento se aproximam no tom violeta (295° a 330°) (RAMOS; GOMIDE, 2009). O tom mais avermelhado das passas que passaram pelo pré-tratamento pode ser justificado pelo maior teor de ANT obtido para as mesmas ($p < 0,05$), isso porque a quantidade de antocianinas monoméricas presentes na uva está diretamente relacionada ao seu tom vermelho (MARQUEZ; SERRATOSA; MERIDA, 2014).

No presente estudo, foi possível observar que o processo de secagem promoveu uma concentração dos compostos fenólicos presentes na uva, de forma que o conteúdo de CFT, que era de $332,5 \text{ mg EAG.100 g}^{-1}$ para as frutas *in natura*, aumentou ($p \leq 0,05$) para $599,4$ e $620,0 \text{ mg EAG.100 g}$ de passas⁻¹, respectivamente para as passas sem e com pré-tratamento. No entanto, ao expressar os resultados em base seca, obtemos para a uva *in natura* $1728,4 \text{ mg EAG.100 g}$ de passas⁻¹ (B.S.), enquanto que para as passas, obtemos quantidades significativamente menores ($p \leq 0,05$), equivalentes a $751,16$ e $800,03 \text{ mg EAG.100 g}$ de passas⁻¹ (B.S.), respectivamente para as passas sem e com AOEV. Assim, é possível observar que o processo de secagem degrada os compostos fenólicos presentes na uva *in natura*.

Já com relação ao conteúdo de ANT, nota-se que, mesmo com a concentração desses compostos, isto é, comparando os resultados em base úmida, foi possível observar um decréscimo significativo ($p \leq 0,05$) no teor de ANT após o processo de desidratação. As uvas, que apresentaram conteúdo de $650 \text{ mg malvidina-3,5-diglicosídeo.kg}$ de uva *in natura*⁻¹ passaram a obter $337,1$ e $560,7 \text{ mg malvidina-3,5-diglicosídeo.kg}$ de passas⁻¹, respectivamente para as passas sem e com AOEV. Em base seca, os resultados obtidos foram de $3388,1$, $736,96$ e $422,40 \text{ mg malvidina-3,5-diglicosídeo.amostra seca}^{-1}$, respectivamente para as uvas *in natura*, passas com AOEV e passas sem AOEV, sendo que todas as amostras diferiram significativamente entre si ($p \leq 0,05$).

Olivati e colaboradores (2019), para passas de uvas BRS Morena sem e com pré-tratamento em AOEV, também relataram que as concentrações totais de antocianinas diminuíram com o processo de secagem, demonstrando que durante o mesmo, esses compostos

passam por um processo de degradação, especialmente porque são sensíveis à exposição à altas temperaturas e ao oxigênio. Os autores ressaltam ainda que, entre outros compostos fenólicos, as antocianinas são, provavelmente, as mais vulneráveis ao processo de degradação térmica, pois estão majoritariamente presentes nas cascas das uvas e, conseqüentemente, são diretamente expostas ao ar de secagem.

Com os resultados obtidos, foi possível observar ainda valores de ANT significativamente maiores ($p \leq 0,05$) para as passas que foram submetidas ao pré-tratamento em AOEV, tanto para os resultados expressos em base úmida, quanto para os resultados expressos em base seca. O mesmo resultado foi relatado por Olivati e colaboradores (2019), sugerindo que as passas sem pré-tratamento em AOEV, obtiveram maior degradação das ANT devido ao tempo de exposição prolongado às condições de secagem.

O conteúdo de CFT e ANT para as uvas e passas foram semelhantes aos encontrados por Vieira (2016) para uvas e passas de BRS Vitória, obtidas com aplicação de pré-tratamento em hidróxido de sódio (1 mol.L^{-1}) a $98 \text{ }^\circ\text{C}$ por 30 s. A autora relatou valores de CFT de 253,39 e 555,94 mg EAG.100 g^{-1} , respectivamente para as uvas *in natura* e passas, e ANT de 537,0 e 209,4 mg.kg⁻¹, para uvas *in natura* e passas, respectivamente.

Diante dos resultados, verifica-se que a aplicação do pré-tratamento, além de permitir a redução do período de secagem, produziu passas de características físico-químicas semelhantes às passas sem aplicação do mesmo, apresentando diferenças significativas ($p \leq 0,05$) apenas para os valores de AT, pH, C* e ANT. Ressalta-se que os resultados superiores de ANT para as passas com AOEV, indicam que o menor tempo de exposição das uvas à secagem, promovido pelo pré-tratamento, permitiu menor degradação das antocianinas presentes na uva. Foi possível constatar também, que os resultados obtidos foram semelhantes aos encontrados na literatura para a mesma cultivar.

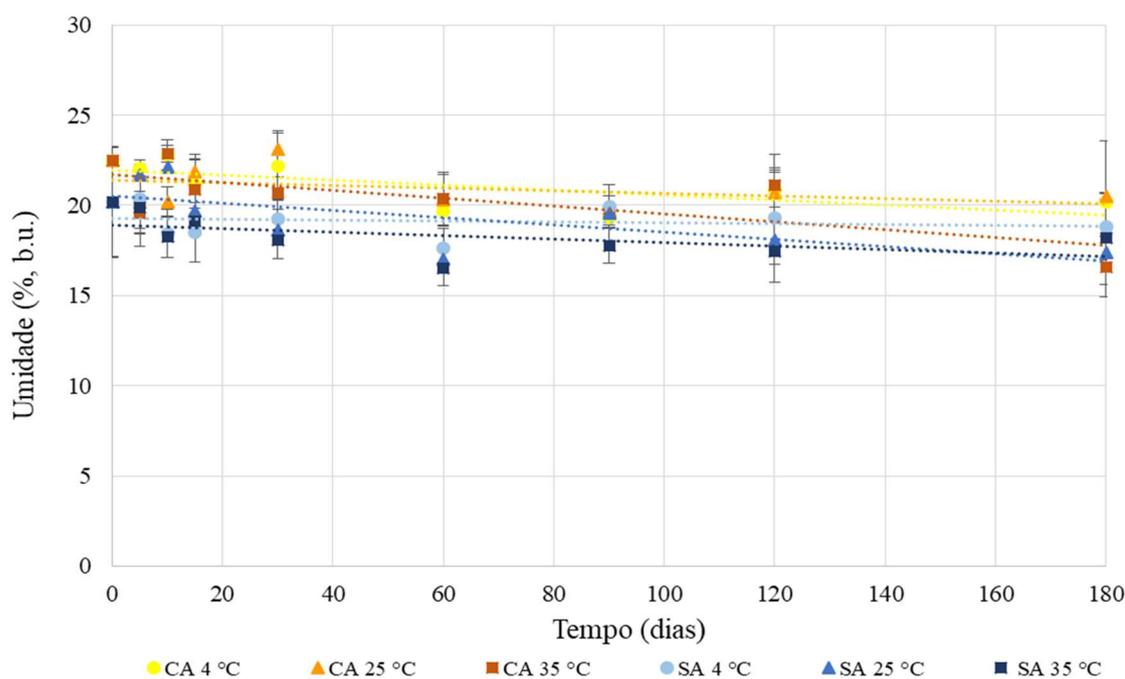
5.2. Avaliação da estabilidade de diferentes características físico-químicas das passas com e sem pré-tratamento com AOEV durante armazenamento

5.2.1 Umidade e *A_w*

A umidade e a *A_w* são parâmetros de referência para alimentos secos porque o crescimento da maioria dos microrganismos é inibido abaixo de certos níveis de *A_w*. Além disso, tem influência determinante na evolução de parâmetros importantes, como cor e sabor, e em outras propriedades e reações de deterioração, como textura, processos de oxidação e valor nutricional. A evolução da umidade e da *A_w* dos alimentos secos durante o armazenamento

depende da matriz alimentícia, da embalagem em que o produto foi acondicionado e das condições de armazenamento (MIGLIORANZA *et al.*, 2021). Nos **Gráficos 1 e 2** estão apresentados, respectivamente, o comportamento da umidade e da Aw das passas, que foram submetidas ou não ao pré-tratamento em AOEV, ao longo do tempo de armazenamento para cada temperatura.

Gráfico 1 - Comportamento da umidade (média \pm desvio padrão) de passas com (CA) e sem (SA) pré-tratamento armazenadas a diferentes temperaturas (4, 25 e 35°C) por 180 dias.



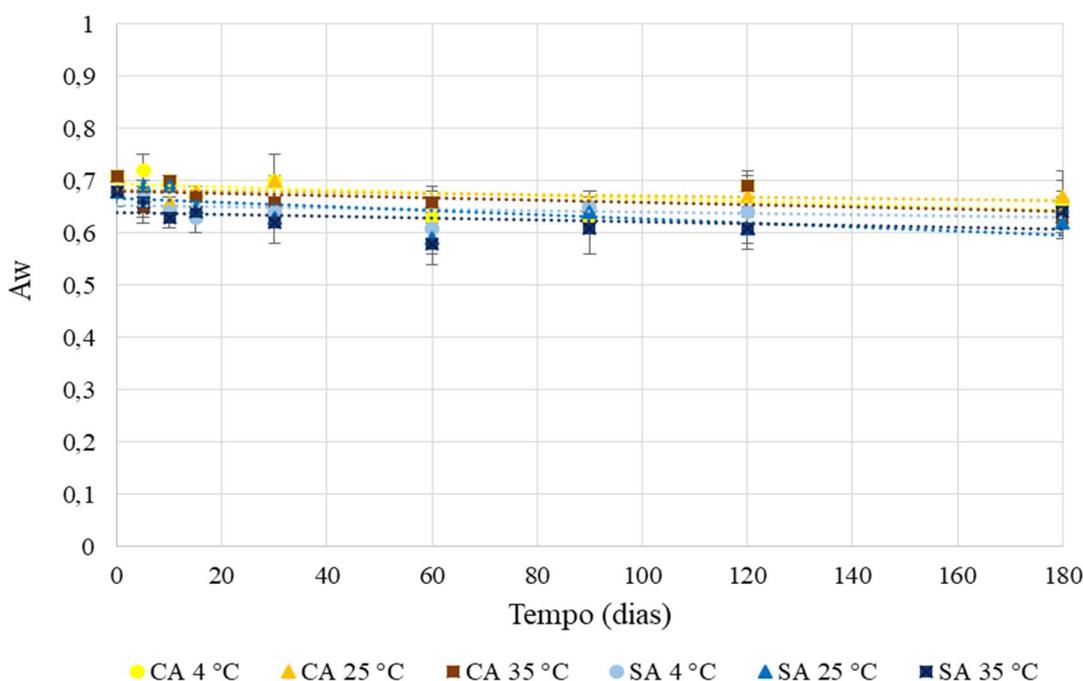
Fonte: Elaborado pela autora.

No tempo zero, as passas sem e com pré-tratamento apresentaram umidade de 20,2% e 22,5%, respectivamente. Em ambos os gráficos é possível observar que houve uma flutuação dos resultados numa faixa de 16,6% e 20,4% para as passas sem pré-tratamento e de 16,6% a 23,1%, para as passas com pré-tratamento. Tal como para a umidade, houve uma flutuação dos resultados obtidos para a Aw. Resultado esperado uma vez que ambas as medidas costumam se relacionar. Os resultados para as passas sem e com AOEV variaram, respectivamente, de $0,58 \pm 0,04$ a $0,69 \pm 0,01$, e de $0,63 \pm 0,01$ a $0,72 \pm 0,03$.

Flutuações nos valores de umidade e Aw também foram encontrados ao longo do tempo de armazenamento por Guleç, Kundakçi e Ergonul (2009), para passas comerciais com umidade entre 20 e 25%, armazenadas por 8 meses em embalagens de polietileno/poliamida (PE/PA) sob temperatura ambiente (23 ± 3 °C) e 50-60% de umidade relativa. Os autores ressaltam que variações como estas podem ser explicadas por diferenças intrínsecas às amostras, uma vez que

os produtos possuem uma heterogeneidade química e de textura. Outra possível explicação é dada por Cañellas e colaboradores (1993), que ressaltam que a água presente no alimento é utilizada em inúmeras reações desencadeadas durante o processo de armazenamento, tal como a reação de Maillard.

Gráfico 2 - Comportamento da Aw (média \pm desvio padrão) de passas com (CA) e sem (SA) pré-tratamento armazenadas a diferentes temperaturas (4, 25 e 35°C) por 180 dias.



Fonte: Elaborado pela autora.

No presente trabalho, foi possível observar (**Gráficos 1 e 2**) que, mesmo com as oscilações nos resultados, a umidade e a Aw das passas tendem a decrescer ao longo do tempo. De forma que ao final de 180 dias nas diferentes temperaturas (4, 25 e 35°C), as passas sem AOEV atingiram umidade e Aw de $18,8 \pm 1,8$ % e $0,64 \pm 0,03$ (4 °C), $17,4 \pm 1,6$ % e $0,62 \pm 0,03$ (25 °C) e $18,2 \pm 1,5$ % e $0,64 \pm 0,04$ (35 °C), enquanto que as passas com AOEV atingiram $20,2 \pm 1,4$ % e $0,66 \pm 0,04$ (4 °C), $20,5 \pm 0,15$ % e $0,63 \pm 0,04$ (25 °C) e $16,6 \pm 1,68$ % (35 °C) e $0,67 \pm 0,00$, respectivamente.

Valores decrescentes de umidade ao longo do tempo de armazenamento de passas também foram relatados por Youseftabar-Miri, Sedaghat e Khoshnoudi-Nia (2021), para passas de uva Askari, com coberturas comestíveis à base de cera de carnaúba e monoglicerídios, envasadas em embalagens plásticas (polietileno/poliamida/polietileno: 80 μ m) seladas sob o ar (78,1% N₂, 20,9% O₂ e 0,036% CO₂) e armazenadas por 4 meses (23 ± 2 °C); bem como por

Miglioranza e colaboradores (2021), para uvas passas da cultivar Crimson em embalagens plásticas de polietileno de baixa densidade ($0,15 \pm 0,01$ mm de espessura) e biodegradáveis, elaboradas à base de farinha de semente de uva, durante 6 meses sob exposição de luz à 20 ± 1 °C; e por Miranda, Berna e Mulet (2019), para passas de uvas Moscatel Romano armazenadas por 12 meses à 22 °C e umidade relativa de 70%, envasadas em diversas embalagens plásticas (poliamida orientada/polietileno (OPA/PE), poliamida/polipropileno (PA/PP) e poliamida/polietileno (PA/PE)) sob ar ou gás nitrogênio.

De acordo com Youseftabar-Miri, Sedaghat e Khoshnoudi-Nia (2021), durante o armazenamento as passas podem perder umidade e reduzir a A_w , o que acarreta em alterações na textura das passas e, conseqüente, efeitos deletérios sobre sua aparência e valor econômico.

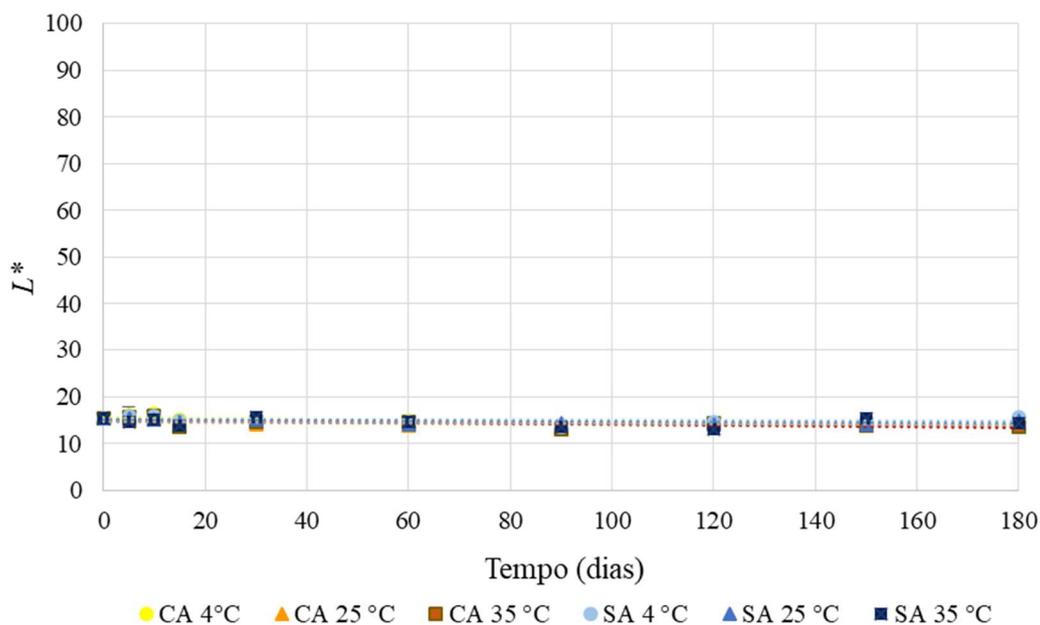
A queda observada no presente trabalho aparenta ser mais intensa para as passas com aplicação do pré-tratamento em AOEV, especialmente as armazenadas a 35°C, corroborando com os resultados de Miranda, Berna e Mulet (2019), que relatam que com o aumento da temperatura de armazenamento, maior foi o decréscimo da umidade ao longo do tempo. É de conhecimento geral que com o aumento da temperatura há aceleração das reações químicas e bioquímicas nos alimentos durante o armazenamento (Lee *et al.*, 2021). Em estudo de vida de prateleira de fruta estruturada e desidratada a base de polpa de mamão, acondicionada em sacos de filme multilaminado com baixa permeabilidade ao vapor de água por 120 dias nas temperaturas de 0, 25 e 35 °C, Grizotto e colaboradores (2006), relataram que na temperatura 35 °C foram observadas as maiores reduções nos valores de umidade e A_w dos produtos. Segundo os autores, este comportamento pode ser resultado da transferência de massa do alimento para a atmosfera que o envolve, que depende do teor de umidade, composição do alimento, temperatura e da permeabilidade da embalagem utilizada.

Diante dos resultados, pode-se sugerir que a ação do AOEV sobre a pruína, apesar de promover o aceleramento da secagem, por romper a barreira à permeabilidade ao vapor de água, também torna as passas mais susceptíveis a trocas de umidade com o ambiente externo. As passas com AOEV apresentaram 26% de perda de umidade, enquanto as passas sem pré-tratamento apresentaram perda máxima de 10% de umidade ao longo do armazenamento, quando comparado aos seus respectivos controles (tempo zero de armazenamento). Apesar das diferenças entre as umidades das passas ao longo do tempo, é importante observar que a umidade das passas não passou de 16%, o que dificilmente acarretaria em uma dureza excessiva do produto, e não ultrapassou o limite de 25%, estabelecido em legislação brasileira para caracterização de fruta desidratada (BRASIL, 2005).

5.2.2 Parâmetros de Cor

Por ser essencial no processo de aceitação pelo consumidor, torna-se interessante o acompanhamento das alterações na coloração das passas durante o período de armazenamento. No **Gráfico 3** é possível observar o comportamento do parâmetro L^* ao longo do tempo das passas que foram submetidas ou não ao pré-tratamento em AOEV. Pode-se observar que o parâmetro L^* para todas as passas não oscilou muito ao longo do tempo.

Gráfico 3 - Comportamento do parâmetro cromático L^* (média \pm desvio padrão) de passas com (CA) e sem (SA) pré-tratamento armazenadas a diferentes temperaturas (4, 25 e 35°C) por 180 dias.



Fonte: Elaborado pela autora.

Diante dos resultados numéricos (**Apêndice 1**), é possível verificar uma pequena tendência de queda nos valores de L^* ao longo do tempo de armazenamento para ambas as passas, especialmente para as passas com tratamento e com a elevação da temperatura. Vale ressaltar que como os valores de L^* são estabelecidos em uma escala de 0 (preto) a 100 (branco) e os valores de L^* para todas as passas variaram entre 16,5 e 12,9, essas poucas unidades de diferença podem não refletir em diferenças perceptíveis de cor ao consumidor.

A diminuição dos valores de L^* ao longo do tempo de armazenamento de passas também já foi relatada por outros autores (CAÑELLAS *et al.*, 1993; FRANK; GOULD; MILLIKAN, 2004; GULEÇ *et al.*, 2009). Guleç e colaboradores (2009) e Cañellas e colaboradores (1993) observaram quedas mais intensas, sem oscilações, nos valores de L^* ,

quando comparado aos resultados obtidos no presente trabalho. Os autores, no entanto, realizaram medidas em maiores intervalos de tempo (2 em 2 e 4 em 4 meses, respectivamente), com maiores tempos de armazenamento (8 e 12 meses) e utilizaram uvas mais claras que a uva BRS Vitória, objeto de estudo no presente trabalho.

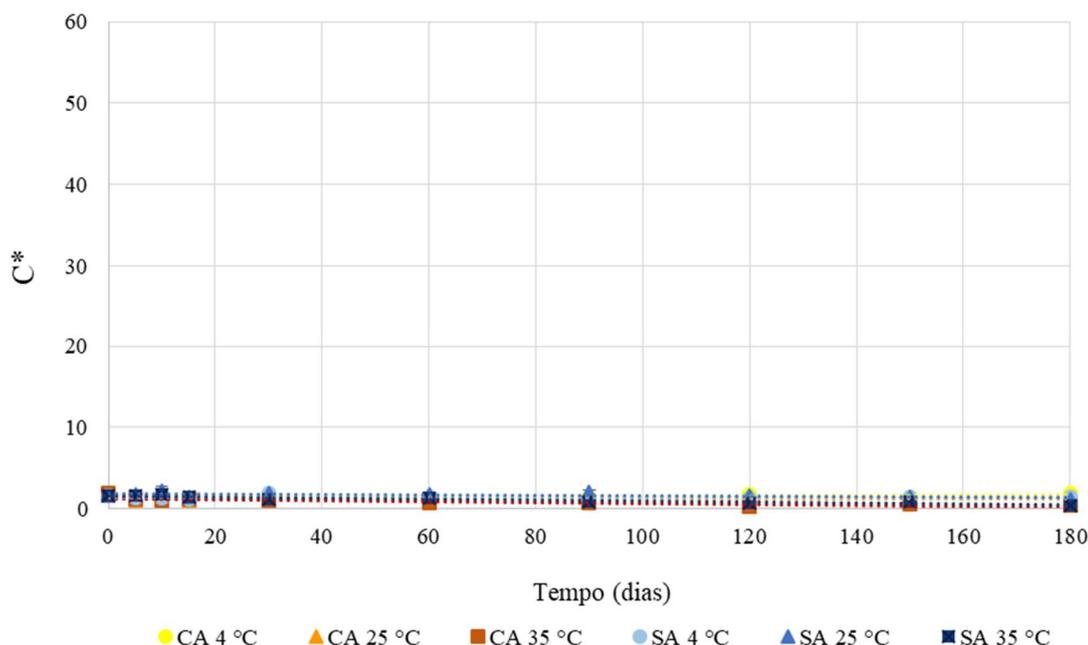
Para passas da mesma cultivar (BRS Vitória), Caldeira e colaboradores (2018) encontraram um efeito semelhante aos resultados obtidos. Em seu trabalho, o parâmetro L^* obteve os menores valores de L^* entre 60 e 120 dias (fim do armazenamento) das passas. Estes resultados dão indícios do diferente comportamento da luminosidade durante o período de armazenagem entre passas mais claras e mais escuras, como a BRS Vitória, que anteriormente já havia sido classificada como vermelho arroxeadado escura e possui valores de L^* mais próximos do 0 (preto) que do 100 (branco).

O escurecimento de frutas desidratadas durante o período de armazenamento pode ser justificado pela possível continuação da atividade enzimática durante o período de estocagem, uma vez que temperaturas entre 60 e 85 °C podem não ser suficientes para total inativação de enzimas oxidativas termoestáveis como a peroxidase (CALDEIRA *et al.*, 2018). Em menor proporção, o escurecimento das passas pode ser decorrente da continuação da Reação de Maillard, tal como demonstrado por Frank e colaboradores (2004).

Já com relação ao parâmetro Croma (C^*) ao longo do tempo, os valores variaram de $0,46 \pm 0,13$ a $2,20 \pm 0,54$ para as passas sem pré-tratamento, e de $0,33 \pm 0,12$ a $1,96 \pm 0,57$, para as passas com pré-tratamento. As passas com e sem pré-tratamento armazenadas a 35 °C, em particular, apresentaram valores de C^* com uma sutil tendência de queda ao longo do tempo de armazenamento (**Gráfico 6 e Apêndice 1**).

Considerando os baixos valores de L^* , o decréscimo dos valores de C^* indica que as amostras armazenadas a 35 °C (condições aceleradas de armazenamento) passaram a ter coloração vermelho/violeta menos saturada e mais escura que as passas armazenadas em outras temperaturas. O decréscimo dos valores de C^* ao longo do tempo de vida útil das passas também foi relatado por outros autores (CALDEIRA *et al.*, 2018; GULEÇ *et al.*, 2009). Tal como descrito para os resultados referentes ao parâmetro L^* , a formação de pigmentos escuros pela reação de Maillard ou em função de reações enzimáticas pode ter influenciado nos resultados de C^* (GULEÇ *et al.*, 2009). Caldeira e colaboradores (2018) sugerem ainda que estas diferenças podem ser explicadas pela degradação de antocianinas, pigmentos responsáveis pela coloração das uvas tintas, que são instáveis e sensíveis a fatores como a temperatura e presença de oxigênio.

Gráfico 6 - Comportamento do parâmetro cromático C^* (média \pm desvio padrão) de passas com (CA) e sem (SA) pré-tratamento armazenadas a diferentes temperaturas (4, 25 e 35°C) por 180 dias.



Fonte: Elaborado pela autora.

Por fim, foi avaliado as alterações no ângulo hue (h°) das passas com e sem pré-tratamento ao longo do armazenamento nas diferentes temperaturas, uma vez que é considerado um atributo qualitativo da cor, indica o tom da coloração (Pathare; Opara; Al-Said, 2013). As passas sem AOEV, previamente ao armazenamento, apresentaram h° variando entre 309 e 26°, já as passas com pré-tratamento, entre 341 e 19° (**Tabela 3**). Após 180 dias de armazenamento nas três temperaturas (4, 25 e 35 °C), as passas sem pré-tratamento apresentaram h° nas faixas de 331 - 36°, 342 - 40° e 304 - 24°, respectivamente, enquanto as passas com pré-tratamento, obtiveram valores entre 342 - 31°, 332 - 17° e 266 e 27°, respectivamente. É possível observar que as passas sem pré-tratamento apresentaram tendência de tom vermelho (330° a 25°) para alaranjado (25° a 70°) enquanto as passas com pré-tratamento apresentaram tendência do vermelho para o violeta (295° a 330°) (RAMOS; GOMIDE, 2009).

Ressalta-se que, tal como nos resultados obtidos para C^* , os valores h° das passas armazenadas à 35 °C com pré-tratamento, começam a distanciar-se dos resultados apresentados para as passas armazenadas nas outras temperaturas. Embora as diferenças observadas nos parâmetros cromáticos, ainda que significativas, sejam sutis, ao calcular a diferença total de cor (ΔE) entre as passas iniciais e após 180 dias de armazenamento a 35 °C, foram obtidos os valores de 1,53 para as passas sem pré-tratamento e de 2,48, para as passas com pré tratamento.

Segundo Pathare, Opara e Al-Said (2013), valores de ΔE entre 1,5 e 3,00 indicam uma diferença de cor analiticamente perceptível, classificada como “distinta”, o que leva a concluir que ao final do tempo de armazenamento acelerado o tom das passas foram alterados e podem ser perceptíveis pelo consumidor.

Tabela 3. Faixa de valores de *hue* (h°) das passas sem (SA) e com (CA) pré-tratamento ao longo do armazenamento nas diferentes temperaturas.

h°	Passas SA			Passas CA		
	4 °C	25 °C	35 °C	4 °C	25 °C	35 °C
0	308,8 - 26,3	308,8 - 26,3	308,8 - 26,3	341,3 - 19,2	341,3 - 19,2	341,3 - 19,2
5	327,7 - 32,0	355,7 - 24,6	345,1 - 30,6	320,6 - 4,8	289,9 - 356,7	284,17 - 7,5
10	325,1 - 18,6	341,3 - 29,7	336,5 - 34,0	328,2 - 20,0	314,4 - 21,8	300,1 - 20,6
15	292,6 - 33,5	352,3 - 34,7	361,0 - 45,0	326,9 - 28,5	330,8 - 65,5	320,2 - 50,1
30	357,9 - 35,9	352,0 - 38,3	329,7 - 22,9	351,5 - 17,2	357,2 - 24,5	321,2 - 38,8
60	331,2 - 6,5	345,7 - 15,7	324,6 - 20,4	312,1 - 19,6	318,3 - 19,04	329,8 - 31,4
90	358,0 - 39,1	3,5 - 40,6	354,4 - 40,2	1,3 - 33,0	307,6 - 19,2	297,1 - 19,2
120	339,9 - 12,9	2,6 - 22,3	313,5 - 27,9	334,3 - 27,4	346,6 - 37,49	296,6 - 29,8
180	330,8 - 35,9	342,0 - 39,5	303,7 - 24,4	341,73 - 30,7	332,2 - 16,8	266,34 - 26,6

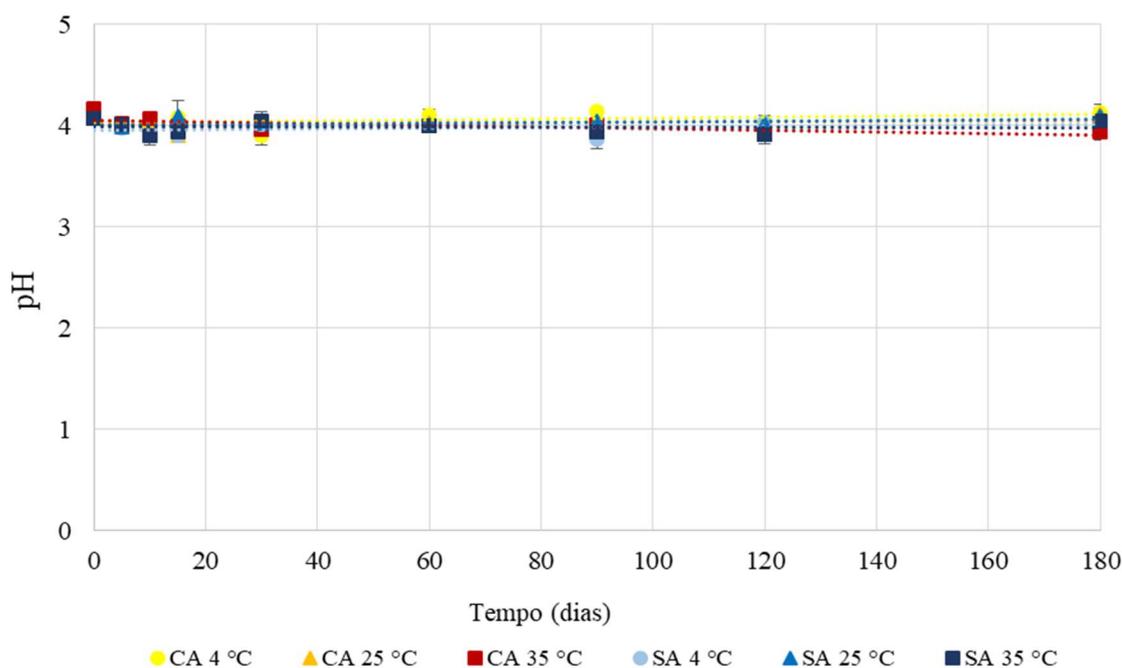
Fonte: elaborado pela autora

5.2.3 pH e Acidez

O pH e AT das passas são parâmetros importantes para a manutenção de sua qualidade ao longo da vida útil. Isto porque, os ácidos fracos, como os ácidos orgânicos, além de contribuírem para o sabor do alimento (MAIA *et al.*, 2016), podem difundir-se para dentro das células dos microrganismos e dissociar-se, inibindo várias enzimas citoplasmáticas essenciais por meio do baixo pH intracelular. Com isso, os principais patógenos de origem alimentar são capazes de se multiplicar melhor em pHs neutros (próximos a 7). Alimentos considerados ácidos, isto é, com valores de pH abaixo de 4,5, tal como é o caso das passas estudadas no presente projeto, são capazes inclusive de inibir a proliferação do *Clostridium botulinum* (FORSYTHE, 2013).

Os valores de pH e acidez das passas estudadas oscilaram ao longo do tempo (**Gráfico 7 e 8**, respectivamente). Pelo **Gráfico 7**, nota-se que apesar de haver oscilações, os resultados de pH variaram pouco entre as amostras ao longo do tempo. Para ambas as amostras as maiores médias dos resultados de pH foram encontradas no tempo 0, correspondendo à $4,08 \pm 0,03$ e $4,17 \pm 0,06$ para passas sem e com AOEV, respectivamente. Com o armazenamento nas temperaturas de 4, 25 e 35 °C, houve uma diminuição nos valores, chegando para ambas as passas em valores próximos de 3,9. Poucas variações nos valores de pH também foram encontradas por Miglioranza e colaboradores (2021), para passas em filmes biodegradáveis e em polietileno, e por Cañellas e colaboradores (1993), para passas armazenadas sob diferentes temperaturas (4, 11 e 25 °C).

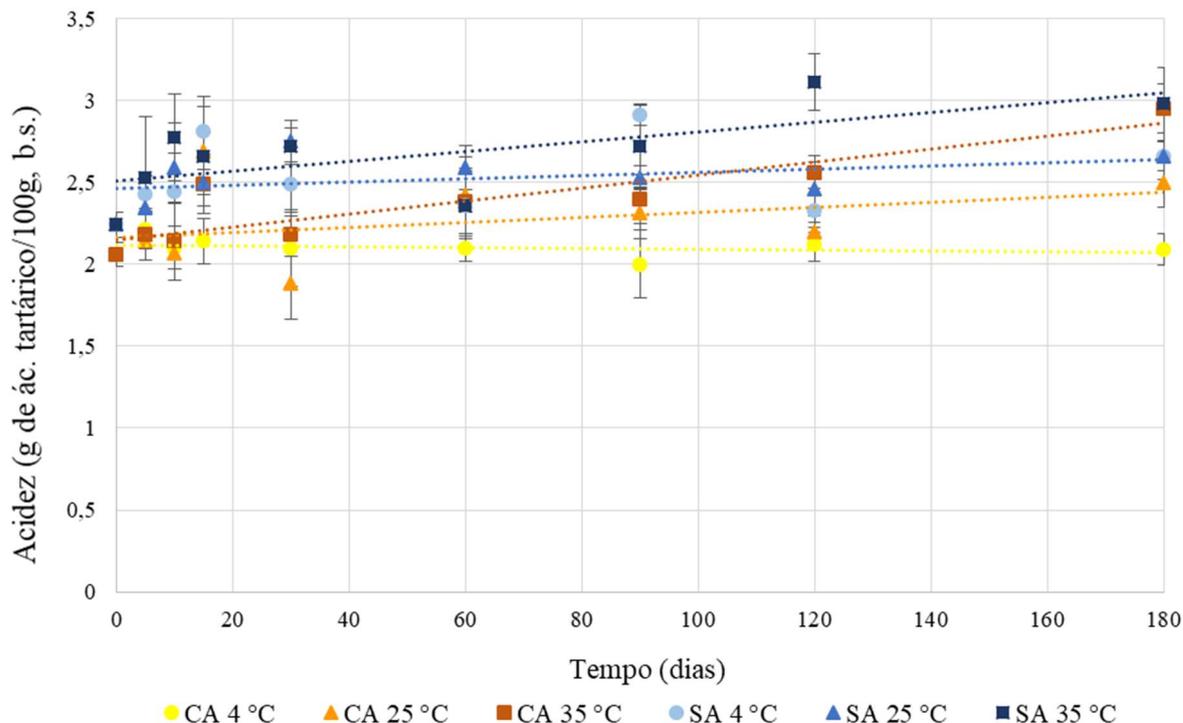
Gráfico 7 - Comportamento do pH (média \pm desvio padrão) de passas com (CA) e sem (SA) pré-tratamento armazenadas a diferentes temperaturas (4, 25 e 35°C) por 180 dias.



Fonte: Elaborado pela autora.

Tal como para o pH, os resultados de acidez também demonstraram variações quantitativamente pequenas ao longo do tempo. Pelo Gráfico 8, pode-se observar que a acidez das passas tendeu a crescer ao longo do tempo de armazenamento. Independentemente da aplicação do pré-tratamento, esta tendência foi mais evidente para as passas armazenadas à 35 °C, especialmente as com pré-tratamento.

Gráfico 8 - AT (média \pm desvio padrão), expressa em g de ácido tartárico.100 g de passas⁻¹ (B.S.), de passas com (CA) e sem (SA) pré-tratamento armazenadas a diferentes temperaturas (4, 25 e 35 °C) por 180 dias.



Fonte: Elaborado pela autora.

Avaliando a variação dos resultados, as passas que não foram submetidas ao pré-tratamento obtiveram, ao longo do armazenamento à 4, 25 e 35 °C, valores de acidez (g de ácido tartárico.100 g de passas⁻¹, em B.S.) entre 2,81% e 3,77%. Já para as passas com pré-tratamento, não houve diferenças significativas no valor de acidez das passas armazenadas à 4°C por 180 dias enquanto as passas armazenadas à 25 e 35 °C obtiveram valores de acidez (expressos em g de ácido tartárico.100 g de passas⁻¹, em B.S.) entre 2,48% e 3,76%.

De maneira geral, na literatura, os resultados encontrados para o comportamento da acidez das passas ao longo do tempo são variáveis. Cañellas e colaboradores (1993), por exemplo, não encontraram diferenças significativas entre as passas armazenadas sob diferentes temperaturas. Por outro lado, Miglioranza e colaboradores (2021) e Venkatram e colaboradores (2017) observaram menores valores de acidez com o decorrer do tempo de armazenamento das passas e Guleç e colaboradores (2009) observaram maiores valores de acidez com o tempo de armazenamento, corroborando com os resultados encontrados.

De acordo com Venkatram e colaboradores (2017) e Niazmand, Yeganehzad e Niazmand (2021), o tempo de armazenamento em conjunto com a elevação da temperatura

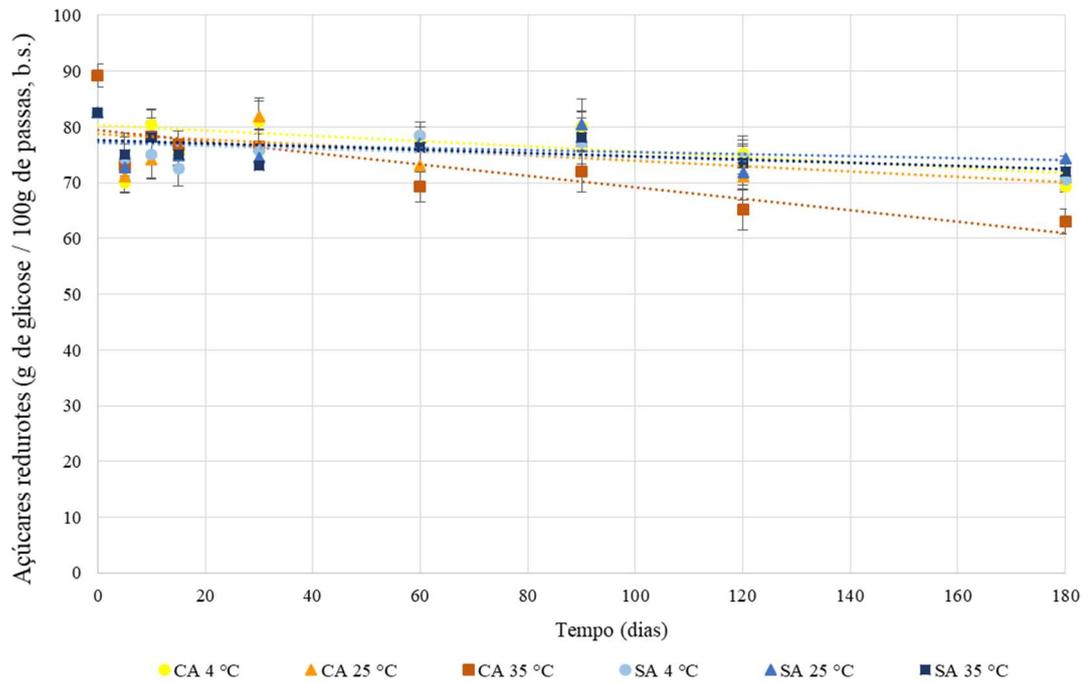
pode acarretar no aumento da acidez dos produtos desidratados (uvas e cranberry, respectivamente) ao longo da vida útil em decorrência da degradação das antocianinas presentes nas frutas, com formação de ácidos fenólicos. Ressalta-se também, que os autores que observaram menores valores de acidez com o decorrer do tempo de armazenamento, justificam-se devido a oxidação dos ácidos orgânicos presentes nas frutas, levando à formação de compostos voláteis (MIGLIORANZA *et al.*, 2021; WANG *et al.*, 2021).

5.2.4 Açúcares redutores e totais

Pelos **Gráficos 9 e 10**, observa-se que as alterações dos ACR das passas com e sem a aplicação do pré-tratamento em AOEV foram semelhantes às alterações sofridas pelos ACT. Isto porque, majoritariamente os açúcares presentes nas uvas são a glicose e a frutose, que são açúcares redutores e, assim, os valores obtidos nas análises são muito próximos um do outro. Nota-se uma tendência de queda, no qual no início do armazenamento (tempo zero) os teores de ACR e ACT para ambas as passas foram entre $82,5 \pm 2,3$ e $89,4 \pm 2,3$ g de glicose.100 g⁻¹ de ACT, sendo todos os resultados expressos em base seca. Além disso, observa-se que esta tendência tornou-se mais definida com o aumento da temperatura, para ambas as amostras (com e sem pré-tratamento), porém de forma mais intensa para as amostras com AOEV armazenadas a 35 °C, no qual os menores valores foram atingidos no final do armazenamento ($63,0 \pm 2,3$ e $63,7 \pm 3,1$ g de glicose.100 g⁻¹, respectivamente ACR e ACT). Já as passas sem pré-tratamento (armazenadas a 35 °C), obtiveram ao final do armazenamento teores de ACR de $71,9 \pm 1,9$ g de glicose.100 g⁻¹ e ACT, $73,3 \pm 3,4$ g de glicose.100 g⁻¹ (B.S.), respectivamente.

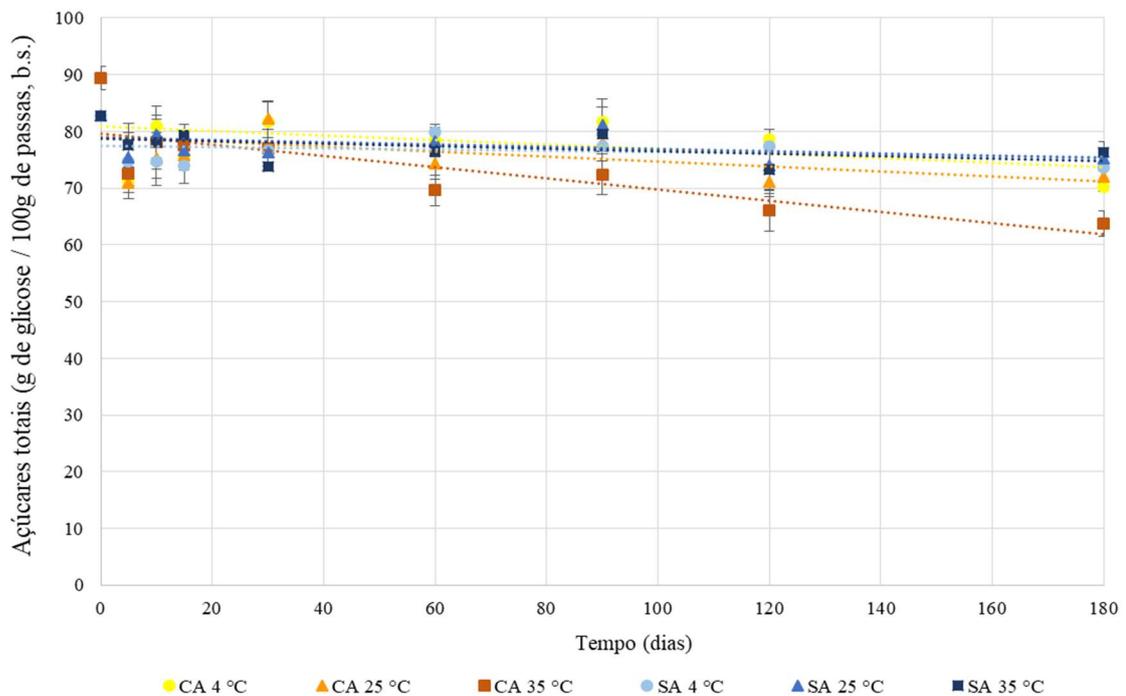
Redução do teor de açúcares em passas ao longo do tempo de armazenamento também foram relatadas por outros autores (CAÑELLAS *et al.*, 1993; GULEÇ *et al.*, 2009) que constatarem que esse comportamento está principalmente relacionado ao desencadeamento da Reação de Maillard (RM) durante o período de armazenamento. Isto porque, a reação se inicia com a condensação de um grupo carbonila, de um o açúcar redutor, com um grupamento amino livre, de aminoácidos, proteínas e/ou outros compostos que contém nitrogênio, sobretudo na presença de temperaturas elevadas (DAMODARAN; PARKIN; FENNEMA, 2010). Com isso, os menores conteúdos de ACR e ACT das passas armazenadas a 35 °C podem ser indícios da ocorrência da RM durante o armazenamento das passas.

Gráfico 9 - ACR (média \pm desvio padrão), expresso em g de glicose.100 g de passas⁻¹ (B.S.), de passas com (CA) e sem (SA) pré-tratamento armazenadas a 4, 25 e 35 °C por 180 dias.



Fonte: Elaborado pela autora.

Gráfico 10 - ACT (média \pm desvio padrão), expresso em g de glicose.100 g de passas⁻¹ (B.S.), de passas com (CA) e sem (SA) pré-tratamento armazenadas a 4, 25 e 35 °C por 180 dias.



Fonte: Elaborado pela autora.

Cañellas e colaboradores (1993) também relataram menores concentrações de açúcar com o aumento da temperatura ao longo do tempo de armazenamento de passas. Assim como Frank e colaboradores (2004) relataram que com o aumento da temperatura de armazenamento, observou-se uma maior ocorrência de escurecimento não enzimático em passas.

No presente trabalho, outros fatores também suportam a hipótese de ocorrência da RM durante o armazenamento. Entre eles, pode-se mencionar o escurecimento e alteração do tom da coloração das passas, como analisado por meio dos parâmetros L^* , C^* e h° . Além disso, as passas estudadas possuem algumas características que facilitam o desencadeamento da mesma, como a a_w , pois a RM atinge sua velocidade máxima em valores de a_w próximos a 0,6-0,7, pH entre 4 e 7, que facilita a formação dos intermediários da reação, além da presença dos açúcares redutores glicose e frutose, considerados os sacarídeos mais importantes na participação da reação (DAMODARAN; PARKIN; FENNEMA, 2010).

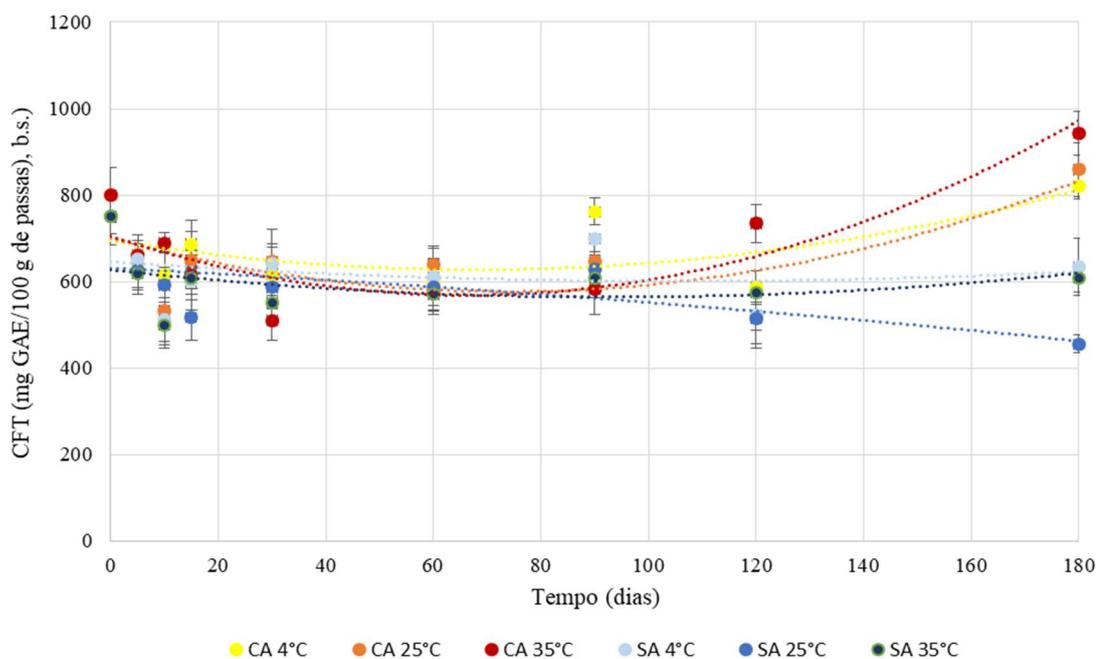
5.2.5 Compostos fenólicos totais

No **Gráfico 11** está apresentado os resultados referentes aos compostos fenólicos totais (CFT) presentes nas passas com e sem AOEV, armazenadas à temperatura de 4, 25 e 35 °C durante 180 dias. É possível notar a variação do conteúdo de CFT ao longo do tempo. De maneira geral, o conteúdo de CFT decresce ao longo do tempo de armazenamento até, aproximadamente, o 90º dia de armazenamento. Após este período as amostras obtiveram comportamentos distintos. A análise estatística demonstrou que a interação entre os fatores estudados, pré-tratamento x tempo x temperatura, foi estatisticamente significativa ($p \leq 0,05$).

As passas sem AOEV, armazenadas nas três temperaturas, iniciaram o estudo com um conteúdo de CFT de $751,0 \pm 41,3$ mg GAE/100 g de passas, em b.s. Com flutuações nos conteúdos ao longo do tempo, todas as passas apresentaram uma tendência de queda ao final do estudo (180 dias), com valores variando entre $455,1 \pm 20,9$ a $634,2 \pm 29,9$ mg GAE/100 g de passas em b.s.. Já as passas que foram submetidas ao pré-tratamento apresentaram um comportamento parabólico, isto é, iniciaram com um conteúdo elevado de CFT ($800,3 \pm 64,6$ mg GAE/100 g de passas em b.s.) e após uma tendência de queda, as mesmas passaram a apresentar uma tendência de alta. Com isso, as passas com AOEV a 35°C obtiveram conteúdos de CFT entre $581,9 \pm 57,3$ mg GAE/100 g de passas em b.s. e $942,9 \pm 49,9$ mg GAE/100 g de passas em b.s. Os resultados obtidos levantam indícios de que o período de armazenamento das passas pode não apenas ser responsável pelo processo de degradação dos CFT, mas também pode levar à formação de novos compostos, ocasionando o aumento do conteúdo de CFT, sobretudo, com o aumento da temperatura. Vale ressaltar que esse comportamento foi mais

evidenciado para as passas que passaram pelo pré-tratamento com AOEV, indicando a possível influência do mesmo.

Gráfico 11 - CFT (média \pm desvio padrão), expresso em mg EAG.100 g de passas⁻¹ (B.S.), de passas com (CA) e sem (SA) pré-tratamento armazenadas a 4, 25 e 35°C por 180 dias.



Fonte: Elaborado pela autora.

Caldeira e colaboradores (2018), apesar da flutuação dos resultados, observaram uma queda do conteúdo de CFT de passas de uva BRS Vitória armazenadas por 120 dias em diferentes embalagens, corroborando com os resultados do presente trabalho. Miglioranza e colaboradores (2021), também relatam decréscimo do conteúdo de CFT para passas armazenadas à temperatura ambiente, armazenadas em embalagens de polietileno e em filmes biodegradáveis. No entanto, estes autores ressaltam que a queda ocorreu apenas após o 98º dia de armazenamento.

Tan e colaboradores (2021), também evidenciaram o aumento no conteúdo de CFT para suco em pó de melão cantaloupe armazenado em condições aceleradas (38 ± 2 °C) e, segundo os autores, embora a causa deste comportamento não seja clara, pode ser atribuída à formação de monômeros por meio de reações de fenóis poliméricos com a água. Não foram encontrados na literatura trabalhos que avaliassem o perfil de compostos fenólicos de passas ao longo do tempo de armazenamento. No entanto, evidenciando a formação de novos compostos durante o tempo de armazenamento das passas, Marquez, Serratos e Merida (2014) relataram que

durante o armazenamento de vinhos em garrafas, o conteúdo de antocianinas monoméricas decresceu, mas em contrapartida, a quantidade de piranoantocianinas e adutos de flavanol-antocianina aumentou com o decorrer do tempo.

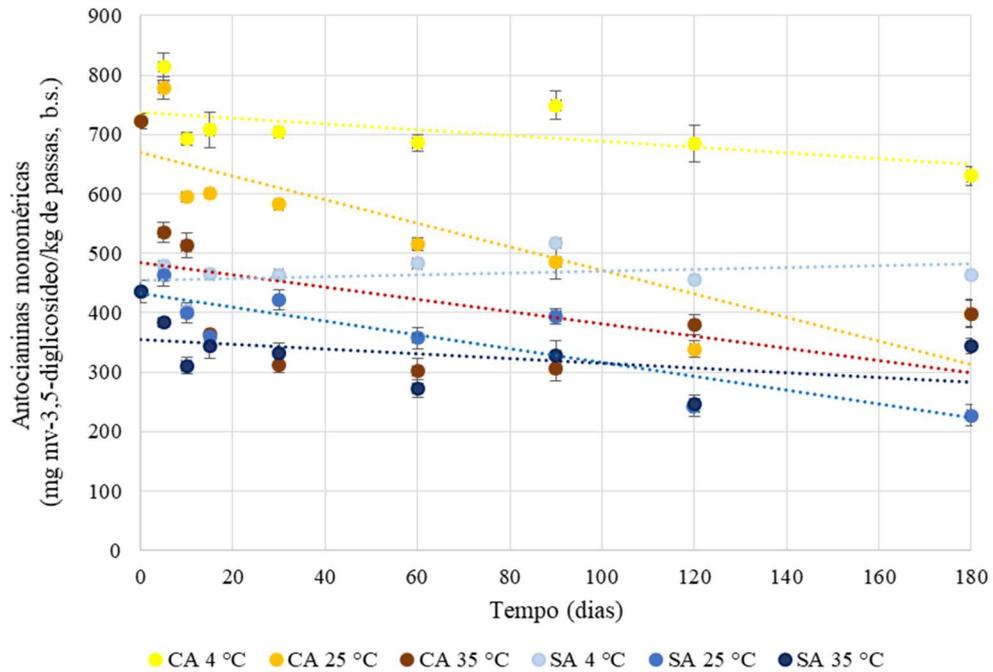
Com isso, para melhor elucidar o comportamento dos compostos fenólicos das passas obtidas com e sem pré-tratamento em AOEV, recomenda-se a realização de análises cromatográficas acopladas à espectrometria de massas.

5.2.6 Antocianinas totais e poliméricas

Nos **Gráficos 12 e 13** está apresentado, respectivamente, o comportamento do conteúdo de ANT e ANP das passas com e sem pré-tratamento durante o armazenamento de 180 dias. Nota-se uma queda no conteúdo de ANT, especialmente para as passas armazenadas a 25 e a 35 °C. As passas que foram submetidas ao pré-tratamento com AOEV a 35 °C iniciaram o estudo de armazenamento com um conteúdo de ANT de $722,8 \pm 31,94$ mg mv-3,5-diglicosídeo.kg de passas⁻¹, em b.s.) e obtiveram os menores valores, nos dias 180 ($630,2 \pm 28,9$ mg mv-3,5-diglicosídeo.kg de passas⁻¹, em b.s.), 120 ($338,8 \pm 30,8$ mg mv-3,5-diglicosídeo.kg de passas⁻¹, em b.s.) e 60 ($302,6 \pm 29,2$ mg mv-3,5-diglicosídeo.kg de passas⁻¹, em b.s.), respectivamente para as passas armazenadas a 4, 25 e 35 °C. Já as passas sem AOEV, tiveram resultados variando de $517,0 \pm 12,3$ a $404,5 \pm 55,8$ mg mv-3,5-diglicosídeo.kg de passas⁻¹ em b.s., de $462,5 \pm 25,1$ a $227,22 \pm 18,2$ mg mv-3,5-diglicosídeo.kg de passas⁻¹ em b.s. e de $435,3 \pm 53,5$ a $246,64 \pm 14,5$ mg mv-3,5-diglicosídeo.kg de passas⁻¹ em b.s., respectivamente para as passas armazenadas a 4, 25 e 35 °C. Nota-se que o conteúdo de antocianinas ao fim do armazenamento foi aparentemente superior para as passas com pré-tratamento em AOEV, quando comparado às passas sem o mesmo, para todas as temperaturas de armazenamento. Sendo este, reflexo do maior conteúdo de antocianinas após o processo de secagem.

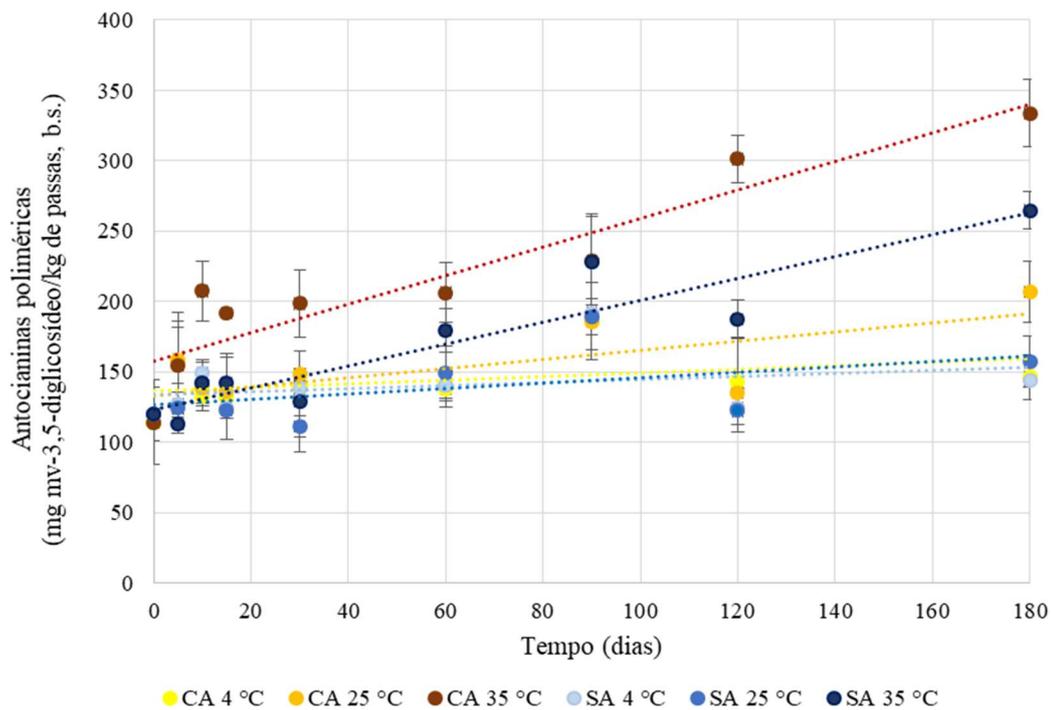
A tendência de queda do conteúdo de ANT ao longo do tempo é consequência da instabilidade das antocianinas monoméricas, que acaba sendo influenciada por fatores como pH, oxigênio, luz, enzimas e, sobretudo, temperatura (MARQUEZ; SERRATOSA; MERIDA, 2014; OLIVATI *et al.*, 2019). Segundo Muche, Speers e Rupasinghe (2018), a degradação acelerada das antocianinas em temperaturas elevadas (35 °C) pode ser atribuída à hidrólise de ligações glicosídicas, que conectam as agliconas com os grupos glicosil. Isto porque, as agliconas são muito menos estáveis do que quando glicosiladas e, portanto, a perda de açúcares através desta hidrólise levará a uma degradação mais rápida das antocianinas (MUCHE; SPEERS; RUPASINGHE, 2018).

Gráfico 12 - ANP (média \pm desvio padrão), expresso em mg mv-3,5-diglicosídeo.kg de passas⁻¹ (B.S.), de passas com (CA) e sem (SA) pré-tratamento armazenadas a 4, 25 e 35°C por 180 dias.



Fonte: Elaborado pela autora

Gráfico 13 - ANP (média \pm desvio padrão), expresso em mg mv-3,5-diglicosídeo.kg de passas⁻¹ (B.S.), de passas com (CA) e sem (SA) pré-tratamento armazenadas a 4, 25 e 35°C por 180 dias.



Fonte: Elaborado pela autora

No **Gráfico 12**, observa-se que inversamente às ANT, com o passar do tempo houve um aumento no conteúdo de ANP, demonstrando uma possível conversão gradual de compostos monoméricos em oligômeros ou polímeros mais estáveis, tal como mencionado por Marquez, Serratos e Merida (2014), provavelmente por meio de reações como de condensação com outros compostos (DAMODARAN; PARKIN; FENNEMA, 2010). A queda de ANT concomitantemente com a formação de ANP ao longo do tempo de armazenamento também foi relatada por Muche, Speers e Rupasinghe (2018), para suco de uva, Marquez, Serratos e Merida (2014), para vinhos, Tavares e colaboradores (2021), para produto desidratado de jambolão.

Para as passas sem pré-tratamento, o conteúdo inicial de ANP (tempo 0) era de $120,1 \pm 18,9$ mg mv-3,5-diglicosídeo.kg de passas⁻¹ em b.s., passando, ao final do armazenamento (dia 180) a ser de $144,4 \pm 5,8$, $156,9 \pm 18,2$ e $264,7 \pm 13,1$ mg mv-3,5-diglicosídeo.kg de passas⁻¹ em b.s., para as passas a 4, 25 e 35 °C, respectivamente. Enquanto que o conteúdo inicial de ANP para as passas com o pré-tratamento, passou de $114,1 \pm 13,1$ mg mv-3,5-diglicosídeo.kg de passas⁻¹ em b.s. (tempo 0) para $146,4 \pm 15,2$, $206,63 \pm 21,7$ e $333,87 \pm 23,8$ mg mv-3,5-diglicosídeo.kg de passas⁻¹ em b.s. (tempo 180) para as passas a 4, 25 e 35 °C, respectivamente. A maior formação de ANP pelas passas com AOEV pode ser resultado do maior conteúdo de ANT no início do armazenamento. No entanto, pode indicar também que o AOEV colabora para formação de tais compostos, sendo necessárias análises mais aprofundadas para evidenciar tal comportamento.

A formação de ANP pode causar alterações na cor do produto (DAMODARAN; PARKIN; FENNEMA, 2010) justificando as diferenças encontradas no parâmetros a^* e C^* ao longo do tempo de armazenamento. Marquez, Serratos e Merida (2014) relatam que em vinhos engarrafados, foi possível observar o decréscimo, e até desaparecimento, de antocianinas monoméricas e formação de antocianinas poliméricas com o tempo de estocagem, influenciando na coloração dos vinhos, que tiveram a sua tonalidade de vermelho diminuída. Corroborando estes resultados, em estudo de Cai e colaboradores (2021) a perda de antocianinas em extratos concentrados de mirtilo durante o armazenamento, foi acompanhada pelo aumento no teor de antocianinas poliméricas e diminuição do parâmetro a^* , tal como o observado no presente estudo.

5.3 Análise de Componentes Principais

Saavedra e colaboradores (2013) sugerem a utilização da Análise de Componentes Principais (ACP) para avaliação das variáveis envolvidas nas alterações dos alimentos durante

a sua deterioração. Isto porque, por ser uma técnica multivariada, é capaz de considerar, de maneira ponderada, a contribuição de cada atributo sobre a degradação do produto, considerando, sobretudo, que em muitos alimentos a vida de prateleira é afetada por diversos fatores. A análise de Componentes Principais para avaliar a contribuição de cada atributo sobre as características do produto ao fim de sua vida de prateleira também foi realizada por Peris-Felipo, Benavent-Gil e Hernández-Apaolaza (2020), para morangos, Caldeira e colaboradores (2018), para passas armazenadas em diferentes embalagens e por Marquez, Serratosa e Merida (2014), para diferentes vinhos armazenados em garrafas.

A **Figura 7** representa os resultados obtidos pela ACP das passas armazenadas a 4 °C. Por meio dela, nota-se que a porcentagem de explicação da variação dos dados não foi tão alta, correspondendo a 34,43 e 18,00 %, respectivamente para o Componente Principal 1 e 2, totalizando 52,43%. Ainda assim, nota-se visivelmente a distinção entre as passas com e sem azeite de oliva, cuja distribuição está dividida no plano, demonstrando que a variação dos resultados das passas armazenadas a 4 °C foi desencadeada pela aplicação do pré-tratamento. Observa-se que para as amostras armazenadas a 4°C a variação dos dados é principalmente descrita pela umidade e pela acidez, que se correlacionam negativamente (carga fatorial $\geq 0,7$ no componente fatorial 1). Além do parâmetro cromático L^* , que explicou o componente fatorial 2 (carga fatorial $\geq 0,7$ no componente fatorial 2). Com isso, é possível notar que enquanto as passas sem pré-tratamento (SA) destacaram-se com relação à acidez, as passas com pré-tratamento (CA), destacam-se para a umidade, especialmente no início do armazenamento (CA0).

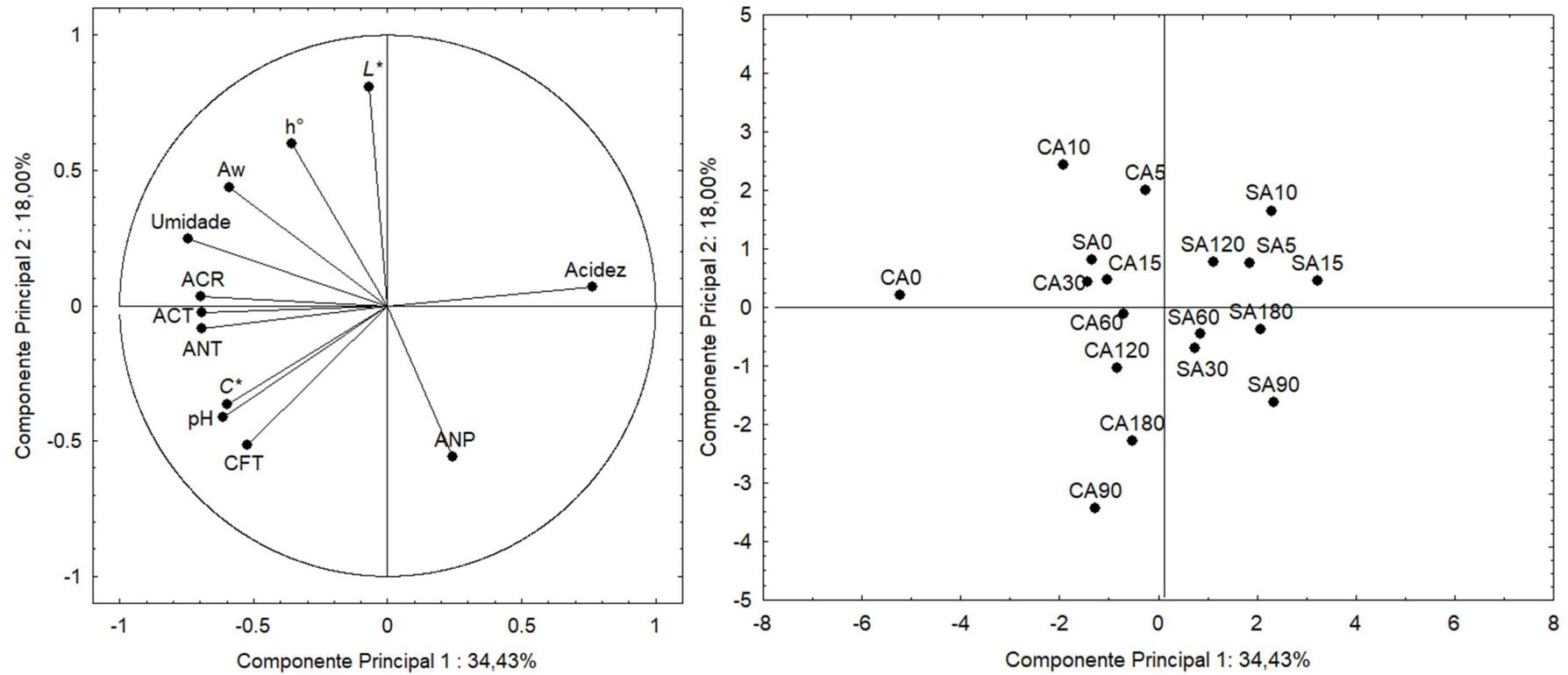
Esses resultados corroboram os resultados previamente relatados no presente trabalho, obtidos por meio da comparação entre médias, os quais indicaram que a acidez das passas sem AOEV era significativamente maior ($p \leq 0,05$) que a das passas com AOEV. Os resultados prévios, no entanto, não haviam demonstrado diferença significativa ($p \leq 0,05$) para a umidade das passas sem e com pré-tratamento.

Para as passas armazenadas a 25 °C (**Figura 8**), a porcentagem de explicação dos dados foi de 54,08 %, sendo de 33,76 % e 20,32 %, respectivamente para o Componente Principal 1 e 2. Pela ACP, é possível notar que para as passas armazenadas à esta temperatura não houve uma separação das amostras tão visível quanto para as passas armazenadas a 4 °C. Os resultados mostraram que o primeiro componente principal continuou sendo explicado pela umidade, além dos parâmetros A_w e ANT, que correlacionaram-se positivamente entre si (carga fatorial $\geq 0,7$ no componente fatorial 1). Já o segundo componente principal, foi caracterizado pelo parâmetro cromático C^* (carga fatorial $\geq 0,7$ no componente fatorial 2).

Ao observar os resultados para as passas armazenadas a 35 °C (**Figura 9**), por outro lado, a ACP mostrou que o primeiro e o segundo componente principal explicaram, respectivamente, 43,32 e 23,27% da variação dos dados, totalizando 66,59 %. O primeiro componente principal foi explicado pelos parâmetros ACT, ACR, C^* , L^* , pH e ANT, que se correlacionaram positivamente entre si, e a acidez, negativamente correlacionada com os outros parâmetros (carga fatorial $\geq 0,7$ no componente fatorial 1). Não houveram parâmetros, no entanto, que explicassem o componente Principal 2 com uma carga fatorial $\geq 0,7$. Pela análise, é possível notar que para as passas armazenadas à 35 °C houve uma separação das amostras com e sem pré-tratamento (divididas pelo eixo x), mas também, a separação de amostras armazenadas por maiores e menores períodos de tempo (por meio do eixo y). Esta distribuição das amostras no plano, pode indicar que variação dos resultados (provavelmente intensificada pelo aumento de temperatura) pode ter sido influenciada tanto pelo tempo de armazenamento, quanto pelo pré-tratamento.

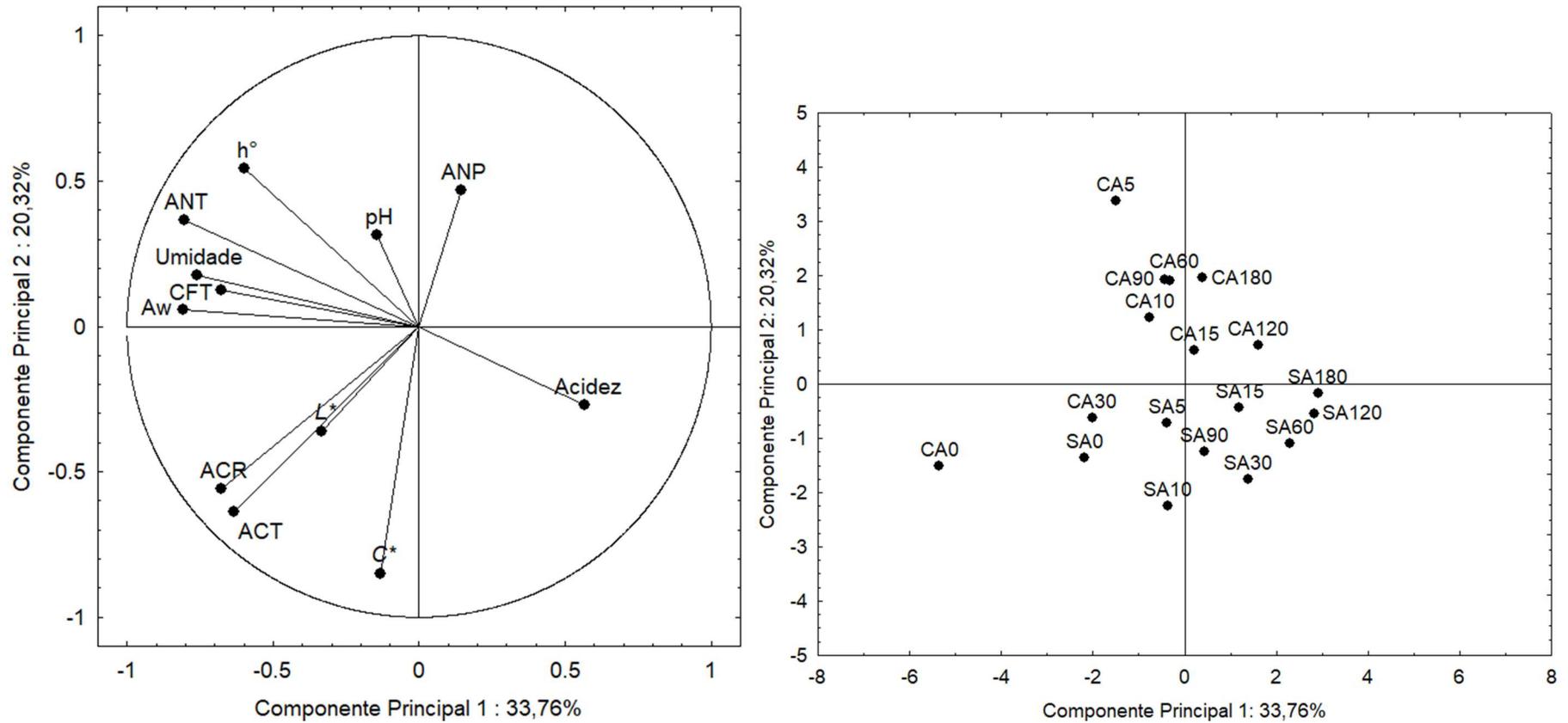
Os resultados obtidos pela ACP para as passas à 35 °C corroboram com os apresentados previamente no presente trabalho, uma vez que os parâmetros ANT, ACT, ACR e C^* e L^* , para as passas armazenadas a 35 °C, apresentaram tendência de queda ao longo do período de armazenamento, tanto para as passas com, quanto para as passas sem pré-tratamento. Enquanto a acidez possuiu uma tendência de alta, caracterizando as amostras armazenadas por maior período de tempo, especialmente as sem AOEV. Ressalta-se que as passas com AOEV armazenadas por menor período de tempo (CA0, CA5 e CA10) foram as amostras principalmente descritas pelo pH, A_w e conteúdo de ANT enquanto que, apesar de não ter apresentado carga fatorial $\geq 0,7$ para nenhum dos componentes principais, o conteúdo de ANP caracterizou as amostras com AOEV armazenadas por maior período de tempo (CA180 e CA120), fortalecendo a hipótese de que a maior formação de ANP pelas passas com AOEV pode ser resultado do maior conteúdo de ANT no início do armazenamento. Além disso, ressalta também a hipótese de que o aumento da acidez é desencadeado por uma fermentação, uma vez que o parâmetro possui correlação negativa com o conteúdo de ACT e ACR.

Figura 7 - Análise de Componentes Principais (ACP) de passas com (CA) e sem (SA) pré-tratamento armazenadas a 4 °C por 180 dias



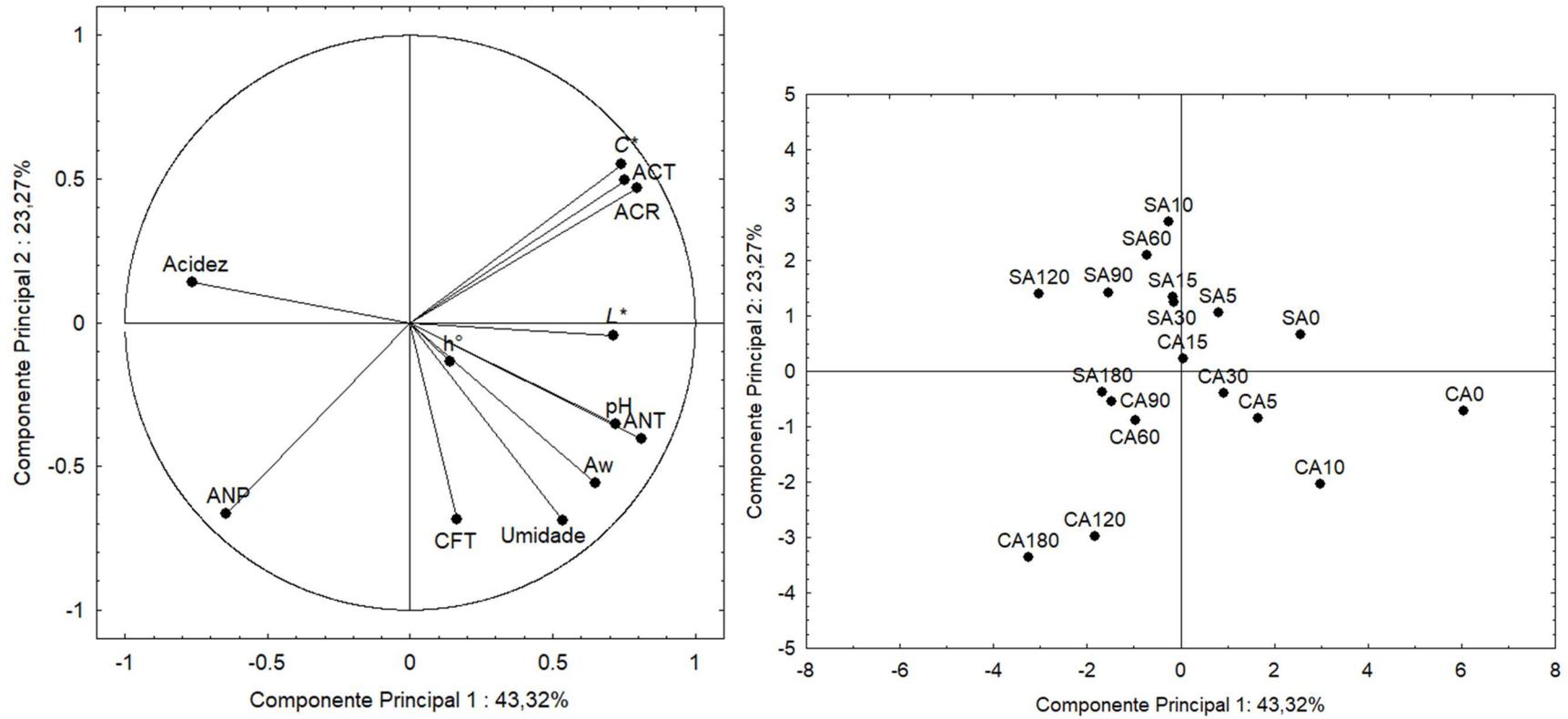
Fonte: elaborado pela autora

Figura 8 - Análise de Componentes Principais (ACP) de passas com (CA) e sem (SA) pré-tratamento armazenadas a 25 °C por 180 dias



Fonte: elaborado pela autora

Figura 9 - Análise de Componentes Principais (ACP) de passas com (CA) e sem (SA) pré-tratamento armazenadas a 35 °C por 180 dias



Fonte: elaborado pela autora

6 CONCLUSÃO

A produção das passas a partir da uva BRS Vitória com aplicação do pré-tratamento em AOEV permitiu uma redução no tempo total de secagem quando comparado às uvas controle (sem pré-tratamento). Por meio da análise de microscopia eletrônica de varredura de ambas as passas produzidas foi possível observar que o AOEV atua na solubilização, ou dissolução, da camada de cera presente na superfície da casca da uva, além de formar várias deformações e lesões na mesma (microporos, microfuros, microfissuras e rachaduras). Com a atuação do AOEV, as passas obtidas sem o pré-tratamento obtiveram menores valores de pH e maior acidez, provavelmente devido ao conjunto de reações químicas e físicas inerentes do processo de desidratação, além de, tonalidade mais avermelhada e concentrações de antocianinas mais elevadas quando comparado ao controle, devido ao menor tempo de exposição à temperatura durante o processo.

Dos resultados obtidos das análises realizadas durante o armazenamento, pode-se observar que os parâmetros estudados (umidade, A_w , cor, pH, AT, ACR, ACT, CFT, ANT e ANP) oscilaram ao longo do tempo de armazenamento e possuem comportamentos diferentes em função do pré-tratamento, da temperatura e do tempo de armazenamento. Sendo que, especialmente para as passas a 35 °C, os parâmetros umidade, A_w , ANT, ACT, ACR e C^* apresentaram tendência de queda, enquanto os parâmetros AT e ANP, apresentaram tendência de alta. Já a ACP das passas armazenadas a 35 °C, indicou que as passas armazenadas por mais de 60 dias, eram principalmente descritas pela AT, enquanto as passas armazenadas por menor período, eram descritas pelos parâmetros ANT, ACT, ACR e C^* , L^* , A_w e pH. Assim, os parâmetros ressaltados por ambas as formas de análise de dados, como o conteúdo de ANT, ACT, ACR, A_w e parâmetros cromáticos como C^* e L^* , refletiram melhor a variabilidade das passas durante o período de armazenamento e, portanto, são características potenciais indicadoras de qualidade de passas de uva BRS Vitória.

Por fim, conclui-se que, apesar de apresentar comportamento distinto, as análises não demonstraram que a aplicação do AOEV diminuiu a qualidade das passas durante o período de armazenamento de 180 dias, para passas armazenadas a 4, 25 e 35 °C. As características físico-químicas das passas com pré-tratamento com AOEV foram consistentes com os relatados na literatura para passas comercializadas, atestando a sua qualidade e, demonstrando assim o potencial deste pré-tratamento com tensoativo natural.

REFERÊNCIAS

ADILETTA, G. *et al.* Drying characteristics and quality of grape under physical pretreatment. **Journal of Food Engineering**, v. 172, p. 9-18, 2016.

AFSHIN, A. *et al.* Health effects of dietary risks in 195 countries, 1990–2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. **The Lancet**, v. 393, p. 1958-1972, 2019.

AGGARWAL, A. *et al.* Potential of fruits and vegetables to treat inflammatory conditions. **Materials Today: Proceedings**. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.04.006>. Acesso em 28 abr. 2021.

ALVAREZ, L. *et al.* Comparison of microwave short time and oven heating pretreatment on crystallization of raisins. **Foods**, v. 10, p. 1-14, 2021.

AN, K. *et al.* Effect of ethyl oleate pretreatment on blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.): drying kinetics, antioxidant activity, and structure of wax layer. **Journal of Food Science and Technology**, v. 56, p. 783-791, 2019.

ANDERSON, J. W.; WATERS, A. R. Raisin consumption by humans: Effects on glycemia and insulinemia and cardiovascular risk factors. **Journal of Food Science**, v. 78, p. A11 - A17, 2013.

AOAC (Association of Official Analytical Chemists). **Official methods of analysis of AOAC International**. 18 ed. Washington, D.C., USA: AOAC International, 2005.

ASHTIANI, S. H. M. *et al.* Impact of gliding arc plasma pretreatment on drying efficiency and physicochemical properties of grape. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v. 63, p. 1-16, 2020.

AUNE, D. *et al.* Fruit and vegetable intake and the risk of cardiovascular disease, total cancer and all-cause mortality - a systematic review and dose-response meta-analysis of prospective studies. **International Journal of Epidemiology**, v. 46, p. 1029-1056, 2017.

BASSEY, E. J.; CHENG, J.; SUN, D. Novel nonthermal and thermal pretreatments for enhancing drying performance and improving quality of fruits and vegetables. **Trends in Food Science & Technology**, v. 112, p. 137 - 148, 2021.

BENLLOCH-TINOCO, M. *et al.* Production of Raisins and its Impact on Active Compounds (Chapter 22). In: Preedy, V. (ed.). **Processing and Impact on Active Components in Food**. United States of America: Academic Press, 2015.

BINGOL, G. *et al.* Effect of dipping temperature and dipping time on drying rate and color change of grapes. **Drying Technology**, v. 30, p. 597 - 606, 2012.

BRASIL, 2002. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº1 de 1 de fevereiro de 2002. Regulamento Técnico para de Identidade e Qualidade para a classificação de uva fina de mesa. Anexo 2. In: **Diário Oficial da União**, Brasília, 04 fev. 2002.

BRASIL, 2005. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Resolução n 272 de setembro de 2005. Regulamento Técnico para produtos vegetais, produtos de frutas e cogumelos comestíveis. In: **Diário Oficial da União**, Brasília, 23 dez. 2005.

BRIZZOLARA, S. *et al.* Ultrastructural analysis of berry skin from four grapes varieties at harvest and in relation to postharvest dehydration. **OENO One**, v. 4, p. 1121-1131, 2020.

CAI, M. *et al.* Insights into changes of anthocyanins-rich blueberry extracts concentrated by different nanofiltrations and their storage stability. **LWT - Food science and Technology**, v. 144, p. 1-8, 2021.

CALDEIRA, V. F. *et al.* Packages influencing BRS Vitória raisins quality maintenance. **Brazilian Journal of Food Research**, v. 9., p. 138-156, 2018.

Cañellas, J. *et al.* Storage conditions affect quality of raisins. **Journal of Food Science**, v. 58, p. 805-809, 1993.

CARRANZA-CONCHA, J. *et al.* Effects of drying and pretreatment on the nutritional and functional quality of raisins. **Food and Bioproducts Processing**, v. 90, p. 243-248, 2012.

CARVALHO, C. de. *et al.* **Anuário brasileiro de horti&fruti 2020**. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2019.

COLOMBO, R. C. *et al.* Characterization of the phenolic ripening development of ‘Brs Vitoria’ seedless table grapes using HPLC-DAD-ESI-Ss/MS. **Journal of Food Composition and Analysis**. v. 95, p. 1-13, 2021.

CORNEJO, F. E. P. *et al.* Dimensionamento e construção de secador para produção de uvas passas brasileiras. In: Congresso Luso-brasileiro de Horticultura, 1, 2017, Lisboa. **Anais...** Lisboa: Associação Portuguesa de Horticultura, 2017. p. 140-148.

DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L.; FENNEMA, O. R. **Química de alimentos de Fennema**. 4. Ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

DE SOUZA, P. G. *et al.* Efeito da embalagem na qualidade físico-química e avaliação sensorial de azeites de oliva durante o armazenamento. **Brazilian Journal of Health Review**, v. 3, p. 5307-5320, 2020.

DENG, L. Z. *et al.* Chemical and physical pretreatments of fruits and vegetables: Effects on drying characteristics and quality attributes – a comprehensive review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 59, p. 1408-1432, 2017.

DEV, S. R. S. *et al.* A comparative study on the effect of chemical, microwave, and pulsed electric pretreatments on convective drying and quality of raisins. **Drying technology**, v. 26, p. 1238-1243, 2008.

DI LORENZO, C. *et al.* Beneficial effects of non-alcoholic grape-derived products on human health: A literature review. **BIO Web of Conferences** 5, 2015.

DI MATTEO, M. *et al.* Effect of a novel physical pretreatment process on the drying kinetics of seedless grapes. **Journal of Food Engineering**, v. 46, p. 83-89, 2000.

ELIAS, T. A. **Efeito da adição de ácido gálico sobre a reação de Maillard em sistemas-modelo**. 2016. 106f. Dissertação (Mestrado em Ciência) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Química, Programa de Pós-Graduação em Ciências de Alimentos, Rio de Janeiro, 2016.

FABANI, M. P. *et al.* Changes in the phenolic profile of Argentinean fresh grapes during production of sun-dried raisins. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 58, p. 23 - 32, 2017.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). **Fruit and vegetables – your dietary essentials: The International Year of Fruits and Vegetables, 2021**, background paper. Roma: FAO, 2020.

FORSYTHE, S. J. **Microbiologia da segurança dos alimentos**. Tradução de Andréia Bianchini *et al.* 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013.

FOSHANJI, A. S. *et al.* Effects of pretreatments and drying methods on nutritional and sensory quality of raisin. **Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry**, v. 7, p. 3079 - 3083, 2018.

FRANK, D.; GOULD, I.; MILLIKAN, M. Browning reactions during storage of low-moisture Australian sultanas: Evidence for arginine-mediated Maillard reactions. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, v. 10, p. 151-163, 2004.

FREITAS, D. G. C. *et al.* **Aceitação de uvas passas brasileiras e suas características sensoriais segundo a percepção do consumidor**. Rio de Janeiro: Embrapa, 2013. (Comunicado Técnico 192), p. 1 - 5, 2013.

GABAS, A. L.; MENEGALLI, F. C.; TELIS-ROMERO, J. Effect of chemical pretreatment on the physical properties of dehydrated grapes. **Drying Technology: An International Journal**, v. 17, p. 1215 - 1226, 1999.

GHRAIRI, F. *et al.* Physicochemical composition of different varieties of raisins (*Vitis vinifera* L.) from Tunisia. **Industrial Crops and Products**, v. 43, p. 73 - 77, 2013.

GOWD, V.; JIA, Z.; CHEN, W. Anthocyanins as promising molecules and dietary bioactive components against diabetes – A review of recent advances. **Trends in Food Science and Technology**, v. 68, p. 1 - 13, 2017.

GUL, O. *et al.* Furfural contents and some physical and chemical properties of raisins. **Akademik Gıda**, v. 14, p. 235-241, 2016.

HORTIFRUTI BRASIL. **Anuário 2019/2020: Retrospectiva 2019 e perspectiva 2020**. Piracicaba: CEPEA, 2020. Ano 18, n. 196.

HUANG, C. C. *et al.* Effect of novel atmospheric-pressure jet pretreatment on the drying kinetics and quality of white grapes. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 99, p. 5102-5111, 2019.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa nacional de saúde 2019**: percepção do estado de saúde, estilos de vida, doenças crônicas e saúde bucal: Brasil e grandes regiões. Rio de Janeiro: IBGE, 2020.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento sistemático da produção agrícola**: Estatística da produção agrícola - dezembro de 2021. [s.l.]: IBGE, 2022. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/2415/epag_2021_dez.pdf. Acesso em: 20 janeiro de 2022.

ITAL (Instituto de Tecnologia de Alimentos). **Brasil Food Trends 2020**. São Paulo: ITAL/FIESP, 2010.

JAVED, H. U. *et al.* Changes of free-form volatile compounds in pre-treated raisins with different packaging materials during storage. **Food Research International**, v. 107, p. 649-659, 2018.

JESZKA-SKOWRON, M. *et al.* Potential health benefits and quality of dried fruits: Goji fruits, cranberries and raisins. **Food Chemistry**, v. 221, p. 228 - 236, 2017.

KAMARULZAMAN, A.; HASANUZZAMAN, M.; RAHIM, N. A. Global advancement of solar drying technologies and its future prospects: A review. **Solar Energy**, v. 221, p. 559-582, 2021.

KARADENIZ, F.; DURST, R. W.; WROLSTAD, R. E. Polyphenolic composition of raisins. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 48, p. 5343-5350, 2000.

KEENEY, M.; BASSETTE, R. Detection of intermediate compounds in the early stages of browning reaction in milk products. **Journal of Dairy Science**, v. 43, p. 945 - 960, 1958.

KHIARI, R.; ZEMNI, H.; MIHOUBI, D. Raisin processing: physicochemical, nutritional and microbiological quality characteristics as affected by drying process. **Food Reviews International**, v. 35, p. 246-298, 2019.

LAGO-VANZELA, E. S. *et al.* Phenolic composition of the brazilian seedless table grape varieties BRS Clara and BRS Morena. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 59, p. 8314 - 8323, 2011a.

LAGO-VANZELA, E. S. *et al.* Phenolic composition of the edible parts (flesh and skin) of Bordô Grape (*Vitis labrusca*) using HPLC-DAD-ESI-MS/MS. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 59, p. 13136 - 13146, 2011b

LÓPEZ-GONZÁLEZ, L. *et al.* Variety in fruits and vegetables, diet quality and lifestyle in an older adult mediterranean population. **Clinical Nutrition**, v. 40, p. 1510-1518, 2021.

- LORENZO, C. D. *et al.* Evaluation of the anti-inflammatory activity of raisins (*Vitis vinifera* L.) in human gastric epithelial cells: A comparative study. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 17, p. 1 - 15, 2016.
- MAIA, J. D. G. *et al.* **BRS Vitória' - Nova cultivar de uva de mesa sem sementes com sabor especial e tolerante ao mildio.** Bento Gonçalves: Embrapa, 2012. (Comunicado Técnico 126)
- MAIA, J. D. G. *et al.* **'BRS Vitória' - Uva para mesa, sem sementes, de sabor especial e tolerante ao mildio.** Bento Gonçalves: Embrapa, 2016. (Comunicado Técnico 129).
- MARQUEZ, A.; SERRATOSA, M. P.; MERIDA, J. Influence of bottle storage time on colour, phenolic composition and sensory properties of sweet red wines. **Food Chemistry**, v. 146, p. 507-514, 2014.
- MARTINELLI, M. *et al.* Avaliação sensorial e da qualidade de uvas-passas processadas a partir de três cultivares produzidas no semiárido. **Brazilian Journal of Food and technology**, v. 21, p. 1981-6723, 2018.
- MENDES, J. A. S. **Estudo sobre a composição química e possíveis aplicações do folhelho de uva.** 2008. 94f. Dissertação (Mestrado em Materiais Derivados de Recursos Renováveis) - Universidade de Aveiro, Departamento de Química, Aveiro, Portugal, 2008.
- MIGLIORANZA, B. M. G. *et al.* Biodegradable film for raisins packaging application: Evaluation of physico-chemical characteristics and antioxidant potential. **Food Chemistry**, v. 365, p. 1-7, 2021.
- MIRANDA, G.; BERNA, A.; MULET, A. Dried fruit storage: an analysis of package headspace atmosphere changes. **Foods**, v. 8, n. 56, p. 1-11, 2019.
- MNARI, A. B. *et al.* Phytochemical content, antioxidant properties, and phenolic profile of Tunisian raisin varieties (*Vitis Vinifera* L.). **International Journal of Food Properties**, v. 19, p. 578 - 590, 2016.
- MORAES, S. F. **Análise da pré-viabilidade econômico-financeira da implantação de uma fábrica de uva-passa no município de Lagoa Grande/PE.** 2010. 97f. Dissertação (Mestrado em Economia) - Universidade Federal do Pernambuco, Centro de Ciências Sociais Aplicadas, Programa de Pós-graduação em Economia, Recife, 2010.
- MUCHE, B. M.; SPEERS R. A.; RUPASINGHE, H. P. V. Storage temperature impacts on anthocyanins degradation, color changes and haze development in juice of “Merlot” and “Ruby” grapes (*Vitis vinifera*). **Frontiers in Nutrition**, v. 5, p. 1-9, 2018.
- MUHLBAUER, W.; MULLER, J. Grape (*Vitis vinifera* L.). In: MUHLBAUER, W.; MULLER, J. (Ed.). **Drying Atlas**. [S.l.]: Woodhead Publishing, 2020. p. 297-304.
- NATARAJAN, S. B. *et al.* Ocular promoting activity of grape polyphenols – a review. **Environmental Toxicology and Pharmacology**, v. 50, p. 83 - 90, 2017.

- NI, J. *et al.* Impact of different pretreatment methods on drying characteristics and microstructure of goji berry under electrohydrodynamic (EHD) drying process. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v. 61, p. 1-9, 2020.
- NIAZMAND, R.; YEGANEHZAD, S.; NIAZMAND, A. Application of laminated and metalized films to prolong the shelf life of dried barberries. **Journal of Stored Products Research**, v. 92, p. 1-11, 2021.
- NOSHAD, M.; GHASEMI, P. Influence of freezing pretreatments on kinetics of convective air-drying and quality of grapes. **Food Bioscience**, v. 38, p. 1-8, 2020.
- NUNES, M. A. *et al.* Cardioprotective properties of grape seed proanthocyanidins: An update. **Trends in Food Science & Technology**, v. 57, p. 31 - 39, 2016.
- OCEAN, N.; HOWLEY, P.; ENSOR, J. Lettuce be happy: A longitudinal UK study on the relationship between fruit and vegetable consumption and well-being. **Social Science and Medicine**, v. 222, p. 335-345, 2019.
- OIV - ORGANISATION INTERNATIONALE DE LA VIGNE ET DU VIN. **2ND Edition of the OIV descriptor list for grape varieties and *Vitis* species**. Paris: Organisation Internationale de la Vigne et du Vin, 2001.
- OIV - ORGANISATION INTERNATIONALE DE LA VIGNE ET DU VIN. **2019 Statistical Report on World Vitiviniculture**. International Organization of Vine and Wine intergovernmental Organisation, p. 23, 2019
- OLIVATI, C. *et al.* Effect of the pre-treatment and the drying process on the phenolic composition of raisins produced with a seedless Brazilian grape cultivar. **Food Research International Journal**, v. 116, p. 190 - 199, 2019.
- PATEL, A. K. *et al.* Protective effects of a grape-supplemented diet in a mouse of retinal degeneration. **Nutrition**, v. 32, p. 384 - 390, 2016.
- PATHARE, P. B.; OPARA, U. L.; AL-SAID, F. A. Colour measurement and analysis in fresh and processed foods: a review. **Food Bioprocess Technology**, v. 6, p. 36 - 60, 2013.
- PINELO, M.; ARNOUS, A.; MEYER, A. S. Upgrading of grape skins: Significance of plant cell-wall structural components and extraction techniques for phenol release. **Trends in Food Science & Technology**, v. 17, p. 579-590, 2006.
- QUEIROZ, G. C.; REGO, R. A.; JARDIM, D. C. As macrotendências dos setores de bakery & confectionery. In: **ITAL. Brasil Bakery & Confectionery Trends 2020**. Campinas: ITAL, 2014, Cap. 3, p. 59 - 72.
- RAMOS, E. M.; GOMIDE, L. A. M. **Avaliação da qualidade de carnes: fundamentos e metodologia**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2007. p. 318.
- RATTANATHANALERK, M.; CHIEWCHAN, N.; SRICHUMPOUNG, W. Effect of thermal processing on the quality loss of pineapple juice. **Journal of Food Engineering**, v. 66, p. 259265, 2005.

- REBELLO, L. P. G. *et al.* Phenolic composition of the berry parts of hybrid grape cultivar BRS Violeta (BRS Rubea × IAC 1398-21) using HPLC–DAD–ESI-MS/MS. **Food Research International**, v. 54, p. 354 - 366, 2013.
- RIBEREAU-GAYON, P.; STONESTREET, E. Le dosage des anthocyanes dans le vin rouge. **Bulletin de la Societe Chimique de France**, v. 9, p. 2649-2652, 1965.
- ROBERTO, S. R. *et al.* Berry-cluster thinning to prevent bunch compactness of ‘BRS Vitória’, a new black seedless grape. **Scientia Horticulturae**, v. 197, p. 297 - 303, 2015.
- SAAVEDRA, J.; CÓRDOVA, A.; GÁLVEZ, L.; QUEZADA, C.; NAVARRO, R. Principal Component Analysis as an exploration tool for kinetic modeling of food quality: A case study of dried apple cluster snack. **Journal of Food Engineering**, v. 119, p. 229-235, 2013.
- SALENGKE, S.; SASTRY, S. K. effect of ohmic pretreatment on the drying rate of grapes and adsorption isotherm of raisins. **Drying Technology**, v. 23, p. 551 - 564, 2005.
- SANT’ANNA, V. *et al.* Tracking bioactive compounds with colour changes in foods - A review. **Dyes and pigments**, v. 98, p. 601-608, 2013.
- SENADEERA, W. *et al.* Drying Kinetics, Quality Changes and Shrinkage of Two Grape varieties of Italy. **Applied Mechanics and Materials**, v. 553, p. 362-366, 2014.
- SEVIK, R.; SEN, L.; NAS, S. Determination of color quality and HMF content of unprocessed sultanas obtained from diferente vineyards. **International Journal of Research In Agriculture and Food Science**, v. 2, p. 32 - 42, 2014.
- SCHUSTER, M. J. *et al.* A Comprehensive review of raisins and raisin components and their relationship to human health. **Journal of Nutrition and Health**, v. 50, p. 203 - 216, 2017.
- SINGLETON, V. L.; RTHOFER, R.; LAMUELA-RAVENTOS, R. M. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. **Methods in Enzymology: polyphenols and flavonoids**, v. 299, p. 152-178, 1999.
- SOARES, J. C. *et al.* Comprehensive characterization of bioactive phenols from new Brazilian superfruits by LC-ESI-QTOF-MS, and their ROS and RNS scavenging effects and anti-inflammatory activity. **Food Chemistry**, v. 281, p. 178 - 188, 2019.
- SOUZA, R. T. *et al.* **Uvas-passas Brasileiras: Matéria-prima e Processamento**. Bento Gonçalves: Embrapa, 2015. (Circular Técnica 115).
- SPEERS, R. *et al.* Prediction of colour deterioration in strawberry juice. **Canadian Institute of Food Science and Technology journal**, v. 20, p. 15-8, 1987.
- SRIVASTAVA, A. *et al.* A comprehensive overview on solar grapes drying: Modeling, energy, environmental and economic analysis. **Sustainable Energy Technologies and Assessments**, v. 47, p. 1-21, 2021.

- STĂNCIUC, N. *et al.* Microencapsulation of anthocyanins from grape skins by whey protein isolates and different polymers. **Food and Bioprocess Technology**, v. 10, p. 1715 - 1726, 2017.
- TAN, S. L.; SULAIMAN, R.; RUKAYADI, Y.; RAMLI, N. S. Physical, chemical, microbiological properties and shelf life kinetic of spray-dried cantaloupe juice powder during storage. **LWT - Food Science and Technology**, v. 140, p. 1-8, 2021.
- TAVARES, I. M. C. *et al.* Storage stability of the phenolic compounds, color and antioxidant activity of jambolan juice powder obtained by foam mat drying. **Food Research International**, v. 128, p. 1-9, 2020.
- TELIS, V. R. N. *et al.* Drying rates of Rubi grapes submitted to chemical pretreatments for raisin production. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, p. 503 - 509, 2006.
- TIWARI, B. *et al.* **Food and Chemical Toxicology**, v. 47, p. 2824-2829, 2009.
- VENKATRAM, A. *et al.* Influence of storage temperature on sugars, total soluble solids and acidity of raisins prepared from seedless varieties of grape (*Vitis vinifera* L.). **International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences**, v. 6, p. 2095-2102, 2017.
- VIEIRA, D. M. **Avaliação Física, química e sensorial de genótipos de uvas com potencial para produção de passas no submédio do vale do São Francisco**. 2016. 115f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal da Paraíba, Centro de Tecnologia, Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, João Pessoa, 2016.
- VITALI, A. A.; TEIXEIRA NETO, R. O.; GERMER, S. P. M. Testes Acelerados de vida-de-prateleira de alimentos. In: **Reações de transformações e vida-de-prateleira de alimentos processados**. MOURA, S. C. S. R.; GERMER, S. P. M. Campinas: ITAL. 3ª ed. p. 7592, 2004. (Manual Técnico nº 6).
- WANG, J. *et al.* Grape drying: current status and future trends (Chapter 7). In: **Grape and Wine Biotechnology**. Ed.: INTECH Press, Rijeka, Croatia. In: MORATA, A. LOIRA, I., 2016, pp. 145 - 165
- WHO (World Health Organization). **Promoting fruit and vegetable consumption around the world, 2017**. Disponível em: <http://www.who.int/dietphysicalactivity/fruit/en/>. Acesso em 14 jan. 2020.
- WILLIAMSONA, G; CARUGHIB, A. Polyphenol content and health benefits of raisins. **Nutrition Research**, v. 30, p. 511 - 519, 2010.
- XIA, E. *et al.* Biological activities of polyphenols from grapes. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 11, p. 622 - 646, 2010.
- XIE, L. *et al.* Recent advances in understanding the anti-obesity activity of anthocyanins and their biosynthesis in microorganisms. **Trends in Food Science & Technology**, v. 72, p. 13 - 24, 2018.

YANG, M. *et al.* The chemical composition and potential role of epicuticular and intracuticular wax in four cultivars of table grapes. **Postharvest Biology and Technology**, v. 173, p. 1-8, 2021.

YOUSEFTABAR-MIRI, N.; SEDAGHAT, N.; KHOSHNOUDI-NIA, S. Effect of edible coating on quality properties of green-raisin and ranking the samples using fuzzy approach. **Journal of Food Measurement and Characterization**, v. 15, p. 46-58, 2021.

ZEMNI, H. *et al.* Physicochemical, phytochemical and mycological characteristics of italia muscat raisins obtained using different pre-treatments and drying techniques. **Food and Bioprocess Technology**, v. 10, p. 479 - 490, 2017.

ZILIO, R. *et al.* **Cultivo protegido das uvas de mesa sem sementes ‘BRS Vitoria’ e ‘BRS Isis’ na região da serra gaúcha.** Bento Gonçalves: Embrapa, 2019. (Circular Técnica 143).

APÊNDICE A

Tabela 4 - Resultados das análises (média \pm desvio padrão) de diferentes características físico-químicas das passas com (CA) e sem (SA) pré-tratamento com AOEV

Características	Tempo (dias)	Sem pré-tratamento			Com pré-tratamento		
		4 °C	25 °C	35 °C	4 °C	25 °C	35 °C
Umidade	0	20,18 \pm 3,07	20,18 \pm 3,07	20,18 \pm 3,07	22,50 \pm 0,30	22,50 \pm 0,30	22,50 \pm 0,30
	5	20,40 \pm 1,90	21,68 \pm 0,28	19,86 \pm 2,14	22,06 \pm 0,48	20,18 \pm 1,44	19,59 \pm 1,20
	10	18,43 \pm 1,33	22,15 \pm 0,35	18,24 \pm 1,15	22,77 \pm 0,84	20,18 \pm 0,83	22,87 \pm 0,45
	15	18,52 \pm 1,63	19,66 \pm 0,98	19,10 \pm 0,42	21,20 \pm 1,35	21,84 \pm 1,01	20,87 \pm 1,60
	30	19,24 \pm 1,03	18,63 \pm 0,44	18,05 \pm 2,06	22,19 \pm 1,83	23,12 \pm 0,01	20,70 \pm 0,91
	60	17,65 \pm 1,05	17,00 \pm 1,26	16,55 \pm 2,05	19,67 \pm 0,06	20,29 \pm 1,42	20,38 \pm 1,44
	90	19,92 \pm 1,23	19,57 \pm 2,11	17,78 \pm 2,06	19,29 \pm 0,48	20,65 \pm 0,81	19,70 \pm 0,19
	120	19,34 \pm 2,60	18,06 \pm 2,89	17,48 \pm 1,73	20,87 \pm 0,99	20,70 \pm 1,40	21,10 \pm 1,75
	180	18,83 \pm 1,88	17,36 \pm 1,59	18,18 \pm 2,55	20,20 \pm 3,36	20,47 \pm 0,15	16,60 \pm 1,68
Aw	0	0,68 \pm 0,03	0,68 \pm 0,03	0,68 \pm 0,03	0,71 \pm 0,00	0,71 \pm 0,00	0,71 \pm 0,00
	5	0,68 \pm 0,04	0,69 \pm 0,01	0,66 \pm 0,02	0,72 \pm 0,03	0,67 \pm 0,02	0,65 \pm 0,02
	10	0,64 \pm 0,03	0,69 \pm 0,01	0,63 \pm 0,02	0,70 \pm 0,00	0,66 \pm 0,01	0,70 \pm 0,01
	15	0,63 \pm 0,03	0,65 \pm 0,02	0,64 \pm 0,01	0,67 \pm 0,02	0,68 \pm 0,01	0,67 \pm 0,02
	30	0,64 \pm 0,02	0,63 \pm 0,01	0,62 \pm 0,04	0,70 \pm 0,04	0,70 \pm 0,02	0,66 \pm 0,02

	60	$0,61 \pm 0,03$	$0,59 \pm 0,03$	$0,58 \pm 0,04$	$0,63 \pm 0,01$	$0,66 \pm 0,02$	$0,66 \pm 0,02$
	90	$0,65 \pm 0,02$	$0,64 \pm 0,04$	$0,61 \pm 0,04$	$0,63 \pm 0,01$	$0,66 \pm 0,01$	$0,65 \pm 0,00$
	120	$0,64 \pm 0,04$	$0,61 \pm 0,04$	$0,61 \pm 0,03$	$0,69 \pm 0,00$	$0,67 \pm 0,02$	$0,69 \pm 0,03$
	180	$0,64 \pm 0,03$	$0,62 \pm 0,03$	$0,64 \pm 0,04$	$0,66 \pm 0,04$	$0,67 \pm 0,00$	$0,63 \pm 0,04$
<i>L*</i>	0	$15,3 \pm 1,3$	$15,3 \pm 1,3$	$15,3 \pm 1,3$	$15,4 \pm 1,4$	$15,4 \pm 1,4$	$15,4 \pm 1,4$
	5	$15,9 \pm 1,5^a$	$15,4 \pm 1,5$	$14,7 \pm 0,4$	$16,3 \pm 0,7$	$14,8 \pm 0,4$	$15,6 \pm 1,0$
	10	$15,9 \pm 0,6^a$	$15,0 \pm 0,9$	$15,1 \pm 1,0$	$16,5 \pm 0,3$	$15,7 \pm 0,8$	$15,9 \pm 0,8$
	15	$14,9 \pm 0,9$	$14,6 \pm 1,4$	$13,9 \pm 0,8$	$15,0 \pm 0,9$	$14,3 \pm 0,8$	$13,5 \pm 0,5$
	30	$15,3 \pm 0,6$	$15,2 \pm 1,5$	$15,6 \pm 0,9$	$14,9 \pm 0,7$	$14,0 \pm 1,0$	$14,5 \pm 0,8$
	60	$14,5 \pm 1,2$	$14,0 \pm 0,4$	$14,5 \pm 0,8$	$14,8 \pm 0,6$	$13,8 \pm 1,0$	$14,5 \pm 0,4$
	90	$13,7 \pm 0,5$	$14,3 \pm 0,6$	$13,5 \pm 1,4$	$13,7 \pm 0,7$	$13,5 \pm 1,0$	$13,1 \pm 0,7$
	120	$14,4 \pm 0,8$	$14,1 \pm 0,7$	$12,9 \pm 0,6$	$13,7 \pm 1,4$	$14,2 \pm 1,0$	$14,4 \pm 0,7$
	180	$15,5 \pm 0,5$	$15,0 \pm 1,4$	$14,4 \pm 0,6$	$14,6 \pm 0,8$	$14,2 \pm 1,5$	$13,6 \pm 1,0$
<i>C*</i>	0	$1,70 \pm 0,61$	$1,70 \pm 0,61$	$1,70 \pm 0,61$	$1,96 \pm 0,55$	$1,96 \pm 0,55$	$1,96 \pm 0,55$
	5	$1,34 \pm 0,42$	$1,77 \pm 0,38$	$1,58 \pm 0,26$	$1,21 \pm 0,35$	$0,98 \pm 0,16$	$1,14 \pm 0,27$
	10	$1,32 \pm 0,30$	$2,20 \pm 0,55$	$1,72 \pm 0,61$	$1,35 \pm 0,30$	$0,92 \pm 0,50$	$1,06 \pm 0,35$
	15	$1,10 \pm 0,40$	$1,45 \pm 0,52$	$1,43 \pm 0,59$	$1,35 \pm 0,65$	$1,03 \pm 0,54$	$1,20 \pm 0,38$
	30	$1,89 \pm 0,62$	$1,95 \pm 0,59$	$1,20 \pm 0,45$	$1,59 \pm 0,60$	$1,60 \pm 0,45$	$1,02 \pm 0,47$
	60	$1,53 \pm 0,38$	$1,74 \pm 0,29$	$1,31 \pm 0,15$	$1,43 \pm 0,34$	$1,10 \pm 0,42$	$0,67 \pm 0,19$
	90	$1,22 \pm 0,43$	$2,04 \pm 0,53$	$0,88 \pm 0,32$	$1,48 \pm 0,24$	$1,07 \pm 0,29$	$0,67 \pm 0,16$
	120	$1,31 \pm 0,34$	$1,66 \pm 0,26$	$0,72 \pm 0,20$	$1,72 \pm 0,70$	$1,24 \pm 0,51$	$0,33 \pm 0,12$

	180	1,48 ± 0,49	1,18 ± 0,21	0,46 ± 0,13	1,87 ± 0,70	1,54 ± 0,49	0,47 ± 0,15
h*	0	308,8 - 26,3	308,8 - 26,3	308,8 - 26,3	341,3 - 19,2	341,3 - 19,2	341,3 - 19,2
	5	327,7 - 32,0	355,7 - 24,6	345,1 - 30,6	320,6 - 4,8	289,9 - 356,7	284,17 - 7,5
	10	325,1 - 18,6	341,3 - 29,7	336,5 - 34,0	328,2 - 20,0	314,4 - 21,8	300,1 - 20,6
	15	292,6 - 33,5	352,3 - 34,7	361,0 - 45,0	326,9 - 28,5	330,8 - 65,5	320,2 - 50,1
	30	357,9 - 35,9	352,0 - 38,3	329,7 - 22,9	351,5 - 17,2	357,2 - 24,5	321,2 - 38,8
	60	331,2 - 6,5	345,7 - 15,7	324,6 - 20,4	312,1 - 19,6	318,3 - 19,04	329,8 - 31,4
	90	358,0 - 39,1	3,5 - 40,6	354,4 - 40,2	1,3 - 33,0	307,6 - 19,2	297,1 - 19,2
	120	339,9 - 12,9	2,6 - 22,3	313,5 - 27,9	334,3 - 27,4	346,6 - 37,49	296,6 - 29,8
	180	330,8 - 35,9	342,0 - 39,5	303,7 - 24,4	341,73 - 30,7	332,2 - 16,8	266,34 - 26,6
pH	0	4,08 ± 0,03	4,08 ± 0,03	4,08 ± 0,03	4,17 ± 0,06	4,17 ± 0,06	4,17 ± 0,06
	5	3,98 ± 0,03	3,99 ± 0,03	4,01 ± 0,06	3,97 ± 0,02	4,02 ± 0,05	4,02 ± 0,04
	10	3,90 ± 0,05	3,91 ± 0,09	3,90 ± 0,07	4,00 ± 0,08	4,05 ± 0,06	4,07 ± 0,04
	15	3,90 ± 0,05	4,10 ± 0,15	3,94 ± 0,10	4,08 ± 0,02	3,90 ± 0,05	4,00 ± 0,08
	30	4,01 ± 0,09	4,02 ± 0,06	4,05 ± 0,06	3,90 ± 0,09	4,00 ± 0,13	3,97 ± 0,10
	60	4,00 ± 0,06	4,01 ± 0,03	3,99 ± 0,07	4,08 ± 0,05	4,03 ± 0,10	4,00 ± 0,02
	90	3,87 ± 0,10	4,05 ± 0,06	3,94 ± 0,04	4,14 ± 0,03	3,96 ± 0,04	4,01 ± 0,03
	120	4,03 ± 0,04	4,02 ± 0,08	3,92 ± 0,09	4,03 ± 0,04	4,02 ± 0,04	3,91 ± 0,01
	180	4,05 ± 0,16	4,09 ± 0,02	4,05 ± 0,11	4,13 ± 0,04	4,12 ± 0,03	3,94 ± 0,08
AT	0	2,81 ± 0,08	2,81 ± 0,08	2,81 ± 0,08	2,66 ± 0,07	2,66 ± 0,07	2,66 ± 0,07

	5	3,05 ± 0,11	2,99 ± 0,19	3,16 ± 0,16	2,84 ± 0,10	2,68 ± 0,04	2,71 ± 0,16
	10	2,99 ± 0,07	3,33 ± 0,24	3,39 ± 0,09	2,72 ± 0,13	2,59 ± 0,10	2,77 ± 0,23
	15	3,45 ± 0,15	3,11 ± 0,08	3,29 ± 0,14	2,72 ± 0,14	3,44 ± 0,13	3,15 ± 0,18
	30	3,08 ± 0,19	3,38 ± 0,12	3,32 ± 0,11	2,70 ± 0,23	2,45 ± 0,21	2,75 ± 0,13
	60	2,87 ± 0,20	3,12 ± 0,14	2,83 ± 0,04	2,61 ± 0,08	3,04 ± 0,23	2,99 ± 0,20
	90	3,63 ± 0,07	3,15 ± 0,07	3,31 ± 0,25	2,48 ± 0,20	2,88 ± 0,15	2,99 ± 0,15
	120	2,89 ± 0,13	3,00 ± 0,16	3,77 ± 0,17	2,68 ± 0,10	2,77 ± 0,06	3,24 ± 0,21
	180	3,40 ± 0,14	3,34 ± 0,09	3,48 ± 0,22	2,93 ± 0,09	2,78 ± 0,16	3,76 ± 0,15
ACR	0	82,6 ± 0,4	82,6 ± 0,4	82,6 ± 0,4	89,2 ± 2,1	89,2 ± 2,1	89,2 ± 2,1
	5	74,3 ± 3,8	72,7 ± 4,3	75,1 ± 3,9	70,1 ± 2,0	71,1 ± 2,7	73,0 ± 2,1
	10	75,0 ± 4,2	78,3 ± 4,9	78,1 ± 2,9	80,4 ± 1,2	74,2 ± 3,5	78,2 ± 4,8
	15	72,6 ± 3,2	74,8 ± 1,9	75,1 ± 1,9	75,5 ± 2,4	75,9 ± 1,1	76,8 ± 2,4
	30	75,8 ± 3,6	74,6 ± 0,8	73,0 ± 0,8	80,9 ± 3,6	81,9 ± 3,2	76,4 ± 3,2
	60	78,5 ± 1,4	77,0 ± 1,5	76,3 ± 0,9	78,5 ± 2,3	73,0 ± 2,9	69,3 ± 2,7
	90	77,2 ± 4,3	80,5 ± 4,6	78,1 ± 4,8	80,1 ± 2,5	77,4 ± 1,7	71,9 ± 3,6
	120	74,6 ± 1,2	71,7 ± 4,9	73,6 ± 4,7	75,3 ± 1,7	71,1 ± 1,5	65,1 ± 3,6
	180	70,5 ± 0,7	74,3 ± 0,5	71,9 ± 1,9	69,3 ± 0,6	70,9 ± 2,6	63,1 ± 2,3
ACT	0	82,7 ± 2,3	82,7 ± 2,3	82,7 ± 2,3	89,4 ± 1,2	89,4 ± 1,2	89,4 ± 1,2
	5	74,7 ± 3,1	75,5 ± 4,6	77,6 ± 3,5	71,2 ± 1,5	70,9 ± 0,7	72,6 ± 2,0
	10	74,7 ± 4,6	79,5 ± 3,7	78,1 ± 3,2	81,0 ± 1,9	75,3 ± 2,6	78,1 ± 4,0
	15	74,0 ± 4,6	76,7 ± 4,9	79,4 ± 2,3	75,6 ± 2,9	75,8 ± 1,2	77,5 ± 1,0

	30	76,7 ± 4,7	76,4 ± 1,2	73,8 ± 0,2	81,6 ± 3,4	82,1 ± 3,2	77,1 ± 1,2
	60	79,9 ± 0,7	78,3 ± 1,7	76,4 ± 0,6	78,5 ± 2,1	74,4 ± 1,9	69,6 ± 2,2
	90	77,5 ± 3,9	81,2 ± 3,4	79,5 ± 3,5	81,7 ± 4,2	78,0 ± 1,4	72,4 ± 4,7
	120	77,3 ± 1,6	74,0 ± 1,5	73,2 ± 3,4	78,6 ± 4,6	71,1 ± 0,8	66,1 ± 2,8
	180	73,6 ± 3,4	75,2 ± 3,3	76,3 ± 3,1	70,2 ± 2,2	72,0 ± 2,3	63,7 ± 3,2
CFT	0	751,0 ± 41,3	751,0 ± 41,3	751,0 ± 41,3	800,3 ± 64,6	800,3 ± 64,6	800,3 ± 64,6
	5	652,1 ± 35,1	626,4 ± 45,7	617,9 ± 30,6	629,2 ± 59,3	663,0 ± 43,9	659,6 ± 34,2
	10	511,3 ± 53,8	591,6 ± 40,6	498,8 ± 46,2	615,6 ± 53,8	533,3 ± 52,4	689,8 ± 23,6
	15	599,3 ± 53,7	517,5 ± 42,6	606,9 ± 22,8	686,9 ± 53,7	648,6 ± 13,1	614,8 ± 57,7
	30	641,1 ± 51,6	586,2 ± 31,9	552,1 ± 14,4	616,4 ± 51,6	646,3 ± 33,4	510,6 ± 47,5
	60	610,2 ± 40,7	588,3 ± 44,8	572,2 ± 41,5	600,9 ± 40,7	640,2 ± 42,2	570,5 ± 36,3
	90	698,5 ± 51,5	629,1 ± 31,8	608,5 ± 47,1	761,6 ± 51,5	645,8 ± 24,5	581,9 ± 57,3
	120	523,0 ± 37,0	513,9 ± 58,6	573,6 ± 20,6	588,0 ± 37,0	516,2 ± 29,8	734,0 ± 51,5
	180	634,2 ± 29,9	455,1 ± 20,9	608,5 ± 31,9	820,0 ± 29,9	859,0 ± 63,1	942,8 ± 49,9
ANT	0	435,3 ± 53,5	435,3 ± 53,5	435,3 ± 53,5	722,8 ± 31,9	722,8 ± 31,9	722,8 ± 31,9
	5	479,4 ± 36,8	462,5 ± 25,1	384,0 ± 49,2	813,8 ± 51,3	778,9 ± 24,9	501,7 ± 39,3
	10	404,5 ± 55,8	399,4 ± 56,9	310,9 ± 7,1	642,6 ± 54,7	594,4 ± 35,7	512,4 ± 39,5
	15	464,5 ± 51,5	360,4 ± 21,4	344,6 ± 24,7	707,7 ± 54,5	600,8 ± 20,9	364,0 ± 17,7
	30	464,3 ± 24,5	421,5 ± 13,8	331,7 ± 41,6	703,9 ± 52,2	582,0 ± 40,7	312,5 ± 56,3
	60	482,6 ± 52,9	357,2 ± 49,0	272,1 ± 25,4	685,7 ± 57,5	515,7 ± 37,3	302,6 ± 29,2
	90	517,0 ± 12,3	394,6 ± 69,9	327,4 ± 51,1	749,3 ± 10,9	485,0 ± 42,4	305,8 ± 44,6

	120	455,3 ± 64,5	240,3 ± 45,2	246,6 ± 14,5	684,1 ± 57,0	338,8 ± 30,8	380,3 ± 16,6
	180	463,6 ± 46,2	227,2 ± 8,2	343,7 ± 43,0	630,2 ± 28,9	398,3 ± 37,3	397,8 ± 38,6
ANP	0	120,1 ± 18,9	120,1 ± 18,9	120,1 ± 18,9	114,1 ± 13,1	114,1 ± 13,1	114,1 ± 13,1
	5	127,1 ± 4,6	124,1 ± 17,7	113,2 ± 7,2	158,5 ± 23,0	157,7 ± 18,6	155,0 ± 17,2
	10	149,5 ± 12,4	142,0 ± 16,3	142,2 ± 14,5	132,4 ± 10,5	138,7 ± 5,6	207,4 ± 21,0
	15	124,5 ± 7,2	123,1 ± 6,4	142,1 ± 21,3	131,2 ± 29,4	135,8 ± 3,1	191,8 ± 2,5
	30	138,3 ± 21,4	111,3 ± 17,8	128,7 ± 16,1	138,4 ± 6,7	148,0 ± 4,7	198,5 ± 13,6
	60	140,5 ± 20,4	149,6 ± 18,3	179,6 ± 15,3	137,6 ± 13,1	140,0 ± 10,4	206,4 ± 20,8
	90	192,1 ± 6,5	188,8 ± 12,9	228,0 ± 24,5	189,4 ± 23,8	185,9 ± 27,7	228,9 ± 21,6
	120	124,4 ± 18,9	122,4 ± 15,5	187,3 ± 13,9	143,3 ± 21,2	134,9 ± 14,6	301,3 ± 16,7
	180	144,4 ± 5,9	156,9 ± 18,2	264,7 ± 13,2	146,4 ± 15,9	206,6 ± 21,7	333,9 ± 23,8

Fonte: elaborada pela autora. $n = 3$.