

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

BARBARA DE OLIVEIRA BRITO

**AVALIAÇÃO DE FILMES CONTENDO BLOQUEADORES NATURAIS NA
INIBIÇÃO DO ESVERDEAMENTO DA BATATA**

CAMPO MOURÃO

2023

BARBARA DE OLIVEIRA BRITO

**AVALIAÇÃO DE FILMES CONTENDO BLOQUEADORES NATURAIS NA
INIBIÇÃO DO ESVERDEAMENTO DA BATATA**

Evaluation of films containing natural blockers in the inhibition of potato greening

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como
requisito para obtenção do título de Tecnólogo em
Alimentos da Universidade Tecnológica Federal do
Paraná – UTFPR.

Orientador: Manuel Salvador Vicente Plata Oviedo

CAMPO MOURÃO

2023



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Esta licença permite compartilhamento, remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, mesmo para fins comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es). Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

BARBARA DE OLIVEIRA BRITO

**AVALIAÇÃO DE FILMES CONTENDO BLOQUEADORES NATURAIS NA
INIBIÇÃO DO ESVERDEAMENTO DA BATATA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como
requisito para obtenção do título de Tecnólogo em
Alimentos da Universidade Tecnológica Federal do
Paraná – UTFPR.

Orientador: Manuel Salvador Vicente Plata Oviedo

Data da Aprovação: 14 de junho de 2023

Roberta de Souza Leone
Doutorado em Engenharia de Alimentos
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Miguel Angel Aparicio Rodriguez
Doutorado em Engenharia Química
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Manuel Salvador Vicente Plata Oviedo
Doutorado em Tecnologia de Alimentos
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

CAMPO MOURÃO

2023

Dedico este trabalho à minha família e amigos e, em especial aos meus pais que sempre me incentivaram e estiveram ao meu lado nos bons e maus momentos.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, quero agradecer a Deus que permitiu que tudo isso acontecesse ao longo de minha vida, em todos os momentos, é o maior mestre que alguém possa ter.

A instituição UTFPR pelo ambiente amigável que proporciona onde vivi grandes momentos da minha trajetória.

Agradeço ao meu orientador Manuel pela orientação, paciência e confiança.

Aos meus colegas de curso, com quem convivi diariamente durante os últimos anos, pelo companheirismo e troca de experiência que me permitiram crescer não só como profissional, mas também como pessoa. Em especial ao Vagner e Carol que se tornaram grandes amigos e que levarei sempre em meu coração.

As minhas companheiras de trabalho que sempre tiveram paciência e me ouviram nos momentos de desespero deixo aqui minha eterna gratidão.

Ao Seu Anísio e Dona Maria por tantas vezes me atenderem em sua casa para que eu pudesse coletar as folhas de espinafres e também minha imensa gratidão a Irene que fez todo o intermédio para que eu conseguisse encontrar essa folhagem.

A minha grande amiga de vida Aline que viveu toda minha trajetória acadêmica e sempre me incentivou nos momentos em que pensei em desistir.

E para finalizar, agradeço imensamente a minha família, em especial a minha irmã Elizabeth que me auxiliou nas minhas análises e aos meus pais que nunca mediram esforços para me ajudar e sempre acreditaram no meu potencial. Essa conquista é para vocês.

RESUMO

A batata é uma planta dicotiledônea, originária das regiões altas da Cordilheira dos Andes e devido sua alta capacidade de adaptação foi introduzida em todos os países do mundo. O esverdeamento da batata ocorre quando os tubérculos são expostos à luz onde os amiloplastos se transformam em cloroplastos pela síntese da clorofila. Esse processo não causa problemas de saúde ao ser consumido, porém ao mesmo tempo que a luz induz a síntese de clorofila também ocorre o estímulo da síntese de glicoalcalóides que em concentrações elevadas causam problemas de toxicidade ao ser ingerido, sendo isso um dos principais problemas pós-colheita. Com o objetivo de avaliar a eficiência dos bloqueadores de luz para inibir o esverdeamento da batata foram realizados os testes de quatro combinações de extratos e uma batata controle. Os resultados obtidos foram desfavoráveis para a pesquisa, os teores de clorofila e glicose apresentaram um aumento significativo em relação ao esperado, indicando a ineficiência dos extratos.

Palavras-chave: batata; esverdeamento; clorofila; bloqueadores.

ABSTRACT

The potato is a dicotyledonous plant originating in the high regions of the Andes, and due to its high adaptability, it has been introduced in all countries of the world. Potato greening occurs when the tubers are exposed to light, where the amyloplasts transform into chloroplasts by synthesizing chlorophyll. This process does not cause health problems when consumed. However, while light induces chlorophyll synthesis, it also stimulates the synthesis of glycoalkaloids that, in high concentrations, cause toxicity problems when ingested, which is one of the main problems after harvest. To evaluate the efficiency of light blockers in inhibiting potato greening, tests were carried out on four combinations of extracts and a control potato. The results obtained were unfavorable for the research; the contents of chlorophyll and glucose showed a significant increase concerning the expected, indicating the inefficiency of the extracts.

Keywords: potato; greening; chlorophyll; blockers.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Aparência da batata esverdeada pela ação da luz natural	16
Figura 2 - Espectro de radiação eletromagnética	17

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Valores ($\mu\text{g/g}$ matéria fresca) de clorofila total, determinados por método espectrofotométrico	27
Tabela 2 - Concentração de ácido ascórbico ($\text{mg}/100$ g matéria fresca) as amostras de batata, considerando a evolução do tempo em dias.....	28
Tabela 3 - Teores de glicose (mg/g de matéria fresca) nas amostras de batata.	29
Tabela 4 - Diferença total de cor (ΔE) das amostras de batata depois da exposição a luz led.	30

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AA	Ácido Salicílico
B	Batata controle sem filme
BF	Batata com filme sem extrato
BFC	Batata com filme-extrato de clorofila
BFB	Batata com file-extrato de bagaço de uva
BFCB	Batata com file-extratos de clorofila/bagaço de uva
Clo T	Clorofila total
GC	Grupo de controle
LED	Termo em inglês – <i>Light-Emitting Diode</i>
PR	Paraná

LISTA DE SÍMBOLOS

HCl	Ácido Clorídrico
g	Gramas
°	Graus
°C	Graus Celsius
L	Litros
m	Massa em gramas
µg	Microgramas
µL	Microlitros
mg	Miligramas
mL	Mililitros
M	Molaridade
nm	Nanômetros
N	Normalidade
%	Porcentagem
pH	Potencial hidrogeniônico
t	Toneladas
ΔE	Varição da cor obtida pelos parâmetros colorimétricos CIEL*a*b*
v	Volume em litros

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	12
2.	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	15
2.1	Aspectos gerais da batata (<i>Solanum tuberosum</i>)	15
2.2	Processo de esverdeamento da batata	16
2.3.	Técnicas que visam diminuir/inibir o esverdeamento da batata	18
3.	OBJETIVOS	19
3.1	Objetivos gerais	19
3.2	Objetivos específicos	19
4.	METODOLOGIA	20
4.1	Seleção e obtenção das batatas utilizadas	20
4.2	Preparo dos filmes de amido com os bloqueadores naturais	20
4.3	Preparo dos extratos vegetais	20
4.4	Preparo das dispersões filmogênicas de amido e aplicação	20
4.5	Exposição das batatas a luz branca emitida por diodos (led)	21
4.6	Análise e quantificação da clorofila	22
4.7	Quantificação do ácido ascórbico e curva padrão	22
4.8	Teor de glicose	23
4.9	Determinação da Cor	23
4.10	Determinação das antocianinas totais no extrato de bagaço de uva	24
4.11	Determinação dos compostos fenólicos totais no extrato de bagaço de uva	24
4.12	Análise dos dados de determinações de clorofila, glicose e ácido ascórbico	25
5.	RESULTADOS E DISCUSSÕES	26
5.1	Quantificação da clorofila	26
5.2	Quantificação do ácido ascórbico	27
5.3	Teor de glicose	28
5.4	Determinação da cor	30
6.	CONCLUSÕES	32
	REFERÊNCIAS	33

1. INTRODUÇÃO

Batata (*Solanum tuberosum L.*) é originária dos Andes peruanos e bolivianos, onde é cultivada há mais de 7.000 anos. Esta é a terceira cultura alimentar mais importante do mundo, ficando atrás apenas do arroz e do trigo. A China é o maior produtor de batata (99,12 milhões de toneladas -mi de t-), seguido da Índia (43,77 mi de t), Rússia (31,1 mi de t), Ucrânia (21,75 mi de t) e Estados Unidos (19,99 mi de t). Na América do Sul, os maiores produtores são o Peru (4,40 mi de t) e o Brasil (3,85 mi de t), ocupando, respectivamente, a décima sétima e vigésima colocação da produção mundial do tubérculo (ATLASBIG, 2020).

A batata é uma olerícola de grande importância comercial para o Brasil pelo seu alto potencial de rendimento e pelas suas propriedades nutricionais (CONCEIÇÃO; FORTES; SILVA, 1999). Os tubérculos são compostos por aproximadamente 76% de água, 17% de carboidratos, 2,0% de proteínas, 0,3% de açúcares redutores, 1,1% de cinzas, 25 mg 100g⁻¹ de vitamina C e quantidades não-significativas de lipídios (SABLANI; MUJUMDAR, 2006).

Os tubérculos de batata tornam-se verdes quando expostos à luz e esse processo é chamado de esverdeamento, sendo um dos principais problemas pós-colheita. O esverdeamento é resultado da transformação dos amiloplastos em cloroplastos pela síntese da clorofila, substância que não apresenta paladar e não causa problemas de saúde ao ser consumida (CONOVER; PRIKE, 1987). Porém, ao mesmo tempo em que a luz induz a síntese de clorofila, há também estímulo da síntese de glicoalcalóides, que em concentrações elevadas, causam problemas de toxicidade ao ser ingerido pelos humanos (SOARES, 2018).

Sabe-se que a síntese de clorofila e dos glicoalcalóides (solanina) são independentes, mas ambas estimuladas pela presença de luz solar ou da natureza artificial. A maior concentração do esverdeamento é na casca da batata com formação de cor verde, no entanto, a síntese do pigmento se estende ao interior do tubérculo com menor intensidade de cor. A coloração esverdeada da casca da batata indica a presença de grandes concentrações de glicoalcalóides na batata (SOARES, 2018).

Quando ingeridos os tubérculos esverdeados em quantidades elevadas, ocorrem distúrbios gastrointestinais, que podem apresentar gravidade e necessidade de orientação médica. Isso se dá devido a solanina que ao atingir concentrações entre 15 e 20 mg .100 g⁻¹ de peso fresco pode ser tóxica (MELO; BRUNE 2005). Também, altas concentrações de glicoalcalóides conferem um gosto amargo ao produto processado, tornando o paladar desagradável ao consumidor (FINGER, 2005).

Os esverdeamento ocorre devido a vários fatores, os autores destacam a cultivar, maturação, temperatura, as características da intensidade luminosa e sua duração, sendo que a partir da luminosidade de 53,5 lux ocorre propensão ao esverdeamento (MELO; BRUNE, 2005).

Estudos de qualidade espectral de luz identificaram comprimento de onda azuis para provocar uma progressão mais rápida de esverdeamento em comparação com outros comprimentos de onda. O esverdeamento máximo ocorreu quando os tubérculos foram expostos a 450 nm (azul), seguido por branco, 420 nm (violeta) e 530 nm (verde), e então 660 nm (vermelha), 620 nm (laranja) e 370 nm (ultravioleta), enquanto as taxas de esverdeamento mais baixas foram obtidas em 735 nm (vermelho distante) (TANIOS, *et al.*, 2020). No Brasil, é grande a importância econômica de uma cultivar de batata com tubérculos resistentes ao esverdeamento devido à prática de lavar os tubérculos antes da comercialização e transportá-los em sacos rendilhados.

As antocianinas absorvem luz de comprimentos de onda selecionados e assim eles exibem cores. A pigmentação de antocianina é em grande parte devido à carga positiva no anel interno da molécula, mas esta carga é dependente do pH. Assim, em pH muito ácido, as antocianinas são coloridas, transmitindo violeta, luz azul curta e luz vermelha para os olhos. Em um valor de pH de 5, devido à perda da carga positiva em anel interno, as antocianinas não absorvem luz na faixa visível do espectro. Com este valor de pH mais alto, eles transmitem todos os comprimentos de onda da luz visível igualmente para o olho, e, portanto, são incolores.

Alguns estudos informam que extratos contendo pigmentos vegetais absorvem a luz em diferentes comprimentos de onda. Extratos de etanólicos de semente uva ricos em antocianinas (7,44 mg/g, em base seca) quando preparados em soluções à 5% (m/v, etanol) mostram forte absorção da luz nos comprimentos de ondas de 290 a 510 nm (YAROVAYA; KHUNKITTI, 2019). Por outro lado, a clorofila-a absorve principalmente a luz vermelho (625 a 740 nm), laranja (590 a 625 nm) e a clorofila-b a luz azul (440 a 485 nm) e púrpura (380 a 440 nm) (LI *et al.*, 2018).

O presente trabalho propôs o uso de extratos vegetais ricos em antocianinas e de clorofilas como bloqueadores da luz de lâmpadas fluorescentes brancas, as mais utilizadas na iluminação nos mercados. Como suporte dos extratos foi utilizado o amido de mandioca *in natura* na forma de um gel do referido amido contendo os extratos de maneira individual e de uma mistura de ambos. Consequentemente, o trabalho visou o levantamento de dados básicos

como teores de compostos fenólicos totais no gel de amido contendo extrato de bagaço de uva e de clorofilas totais no gel preparado com extrato de espinafre. Como indicadores para avaliação do efeito dos filmes contendo os bloqueadores naturais (os extratos) no retardamento do esverdeamento da batata foram usados os teores de clorofila, glicose e ácido ascórbico, e a cor.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nesta seção é discutido o referencial teórico sobre o tema central deste trabalho e, sendo subdividida nos aspectos gerais da batata (*Solanum tuberosum*), os impactos e o processo de esverdeamento e, por fim, um apanhado da literatura de técnicas que visam inibir ou controlar esse esverdeamento, localizando e conceituando esse trabalho na literatura.

2.1 Aspectos gerais da batata (*Solanum tuberosum*)

A batata (*Solanum tuberosum* L.) originou-se nos Andes peruanos e bolivianos, sendo cultivada há pelo menos 7 mil anos. Posteriormente, esse tubérculo foi introduzido na Europa por colonizadores espanhóis, ainda em meados de 1570. Por volta de 1620, a batata foi levada para a América do Norte, tornando-se um alimento fundamental (LOPES, 1997). Entre os séculos XIX e XX, a batata já compunha grande atividade hortícola e já estava espalhada por todo o mundo. Atualmente, a batata é considerada como um recurso alimentar universal (FAOSTAT, 2021).

Entre as olerícolas, a batata se destaca como sendo a cultura mais importante no Brasil e no mundo, principalmente por sua grande produtividade dependente de uma variedade de nutrientes, cultivo complexo e ciclo curto – sendo que muitos fatores estão diretos ou indiretamente associados à qualidade e quantidade final do cultivo (FILGUEIRA, 2003).

Quanto ao aspecto econômico, a batata encontra-se em grande dinamismo em relação ao consumo. Isso porque, até 1990, a maior parte dos consumidores eram oriundos da América do norte, (antiga) União Soviética e países europeus. Contudo, o consumo de batata multiplicou-se por seis entre os anos 1960 e 2009, de 30 milhões de toneladas ao ano para 180 milhões de toneladas na América Latina, Ásia e países africanos (FILGUEIRA, 2003).

Os cultivares e a importância econômica são ainda destacados no Brasil, na qual há grande expressão socioeconômica nas regiões Sul e Sudeste. Ainda no Brasil, a batata ocupa o primeiro lugar tanto em volume e valor da produção, quanto em área plantada. Desta forma, esses cultivares representam, também, emprego e renda (SALES, 2011).

Nesse mesmo sentido, um dos maiores problemas que afetam os cultivares de batata concentram-se na problemática de que o tubérculo, quando exposto à luz, torna-se verde, comprometendo a qualidade e a segurança do produto, afetando os produtores, comerciantes e consumidores (CONOVER; PRYKE, 1987).

2.2 Processo de esverdeamento da batata

Quando os tubérculos de batata são expostos à luz tornam-se esverdeados, através de um processo conhecido como esverdeamento. Esse esverdeamento é concentrado majoritariamente na casca da batata, porém, pode ser identificado também no interior do mesmo em menor intensidade. A Figura 1 mostra um exemplo de batata que sofreu o processo de esverdeamento, provocado pela exposição à luz natural.

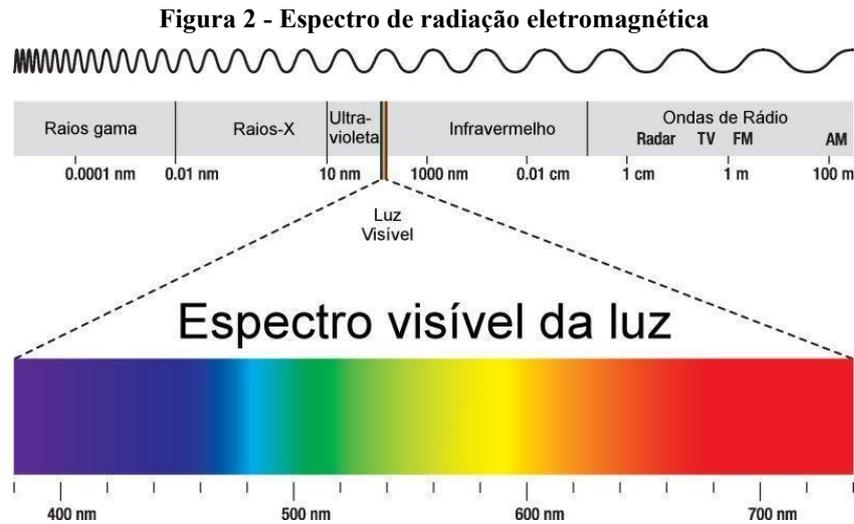
Figura 1 - Aparência da batata esverdeada pela ação da luz natural



Fonte: Finger (2016).

Quando a batata é exposta à luz, o processo de esverdeamento é ocasionado pela síntese de clorofila, na qual os amiloplastos transformam-se em cloroplastos (CONOVER; PRYKE, 1987). Vale ressaltar que a clorofila não apresenta paladar e toxicidade ao consumo humano, contudo, concomitantemente à síntese de clorofila, a luz provoca também a síntese de glicoalcalóides, sendo que estes podem ser tóxicos em humanos quando ingeridos em concentrações elevadas (CASTRO *et al.*, 1982).

Nesse sentido e, apesar de que a síntese de clorofila e de glicoalcalóides são independentes, a cor esverdeada é um indicativo da presença de glicoalcalóides. Em consonância com Grunenfelder *et al.* (2006), as batatas são mais sensíveis à síntese de clorofila nos comprimentos de onda de 400 e 700 nm do espectro de radiação eletromagnética. A Figura 2 mostra o espectro de radiação eletromagnética, cujos comprimentos de onda de 400 e 700 nm encontram-se na região do visível.



Fonte: Asth (2021).

Quando o tubérculo apresenta elevadas concentrações de glicoalcalóides (superiores a 20 mg por 100 g de batata), é conferido ao produto processado um sabor amargo (SPOLADORE *et al.*, 1985). Contudo, pequenas e moderadas concentrações naturalmente existem e não provocam alterações no sabor ou estão associadas a algum risco à saúde humana. De acordo com Cantwell (1996), em cultivares que não ocorreu o esverdeamento da casca, a concentração dos glicoalcalóides na batata já descascada encontra-se entre 0,10 e 4,5 mg por 100 g de produto (considerando o tubérculo inteiro).

Contudo, reconhece-se que pequenas concentrações de glicoalcalóides são importantes para a manutenção da vida humana, sendo que estas moléculas, em pequenas concentrações, participam de mecanismos de redução dos níveis de glicose e colesterol no sangue; ação anti-inflamatória e antitérmico e até mesmo na redução do crescimento de células carcinogênicas. Entre esses glicoalcalóides, destacam-se a α -solanina e α -chaconina.

Dessa forma, como o processo de esverdeamento é resultado de um processo químico, é possível o desenvolvimento de metodologias que visem diminuir ou até mesmo inibir esse esverdeamento. Isso se justifica principalmente no fato de que, como o processo de esverdeamento acontece concomitantemente ao processo de síntese de glicoalcalóides, o consumidor final associa a cor verde ao sabor amargo – provocando prejuízos ao produtor e ao comerciante (MELO; BRUNE, 2005).

2.3. Técnicas que visam diminuir/inibir o esverdeamento da batata

Considerando-se o potencial prejuízo comercial, incluindo a possibilidade de toxicidade ao consumo humano, ao longo da história, diversas técnicas de diminuir ou até mesmo inibir o esverdeamento da batata foram desenvolvidas. Sabe-se que o esverdeamento pode acontecer na pós-colheita e até mesmo durante o crescimento da batata – mesmo em ambientes fechados com baixa intensidade luminosa.

Desta forma e de acordo com Grunenfelder *et al.* (2006), durante a pós-colheita e ainda no campo, os tubérculos de batata são preferencialmente armazenados em locais com ausência de luz. Já no processo de comercialização, que é necessário que o produto seja exposto, recomenda-se que estes sejam armazenados longe de fontes diretas de luz. Deve-se evitar também a proximidade com janelas em que haja incidência direta da luz solar, considerando que as batatas são mais sensíveis à síntese de clorofila nos comprimentos de onda de 400 e 700 nm do espectro de radiação eletromagnética.

Iung *et al.* (2007), realizaram um estudo em diferentes cultivares, em que foi possível determinar que as cultivares *Caesar* e *Atlantic* tiveram, respectivamente, o menor e o maior índice de esverdeamento quando o tubérculo foi exposto à luz. Os autores ainda discutem que, para evitar que a batata se torne esverdeada sejam lavadas somente na hora do consumo. De acordo com Melo e Brune (2005), nas batatas lavadas o esverdeamento é mais frequente comparadas as não lavadas. Contudo, Conover e Pryke (1987) argumentam que é complexo a tarefa de determinar a porcentagem de aumento do esverdeamento de tubérculos lavados em comparação aos não lavados, tendo em vista as diversas variáveis como a estação do ano, incidência de pragas, temperatura e entre outras.

Mais tarde, Lopes *et al.* (2012) realizaram um ensaio visando compreender quais eram os efeitos aditivos de fungicidas (fluazinam e metiram + piraclostrobina) no processo de esverdeamento das batatas pós-colheita. Segundo os autores, a aplicação de metiram + piraclostrobina foi considerada efetiva para a redução do esverdeamento pós-colheita.

Considerando os trabalhos já realizados e disponíveis na literatura, o presente Trabalho de Conclusão de Curso teve por finalidade a avaliação de filmes de amido, contendo bloqueadores naturais de luz, na inibição do esverdeamento da batata.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivos gerais

Avaliar filmes de amido contendo bloqueadores naturais de luz como inibidores do esverdeamento da batata.

3.2 Objetivos específicos

- Preparar filmes com bloqueadores naturais;
- Determinar nas amostras de batatas expostas a luz LED branca o teor de clorofila, glicose e ácido ascórbico;
- Determinar a variação nas amostras de batata expostas à luz LED branca;
- Calcular as médias e desvios padrões e comparar as médias de parâmetros entre os diferentes tratamentos utilizados.

4. METODOLOGIA

Essa seção tem como objetivo descrever quais métodos e procedimentos experimentais foram utilizados para que se atingisse os objetivos propostos no presente Trabalho de Conclusão de Curso. Para melhor desenvolvimento da seção, esta foi subdividida nos métodos de seleção de batatas e elaboração dos métodos de preparo de extratos e dispersões filmogênicas; exposição das batatas à luz branca; análise e quantificação de ácido ascórbico, glicose, antocianinas, compostos fenólicos, cor e, por fim, a análise estatística dos dados obtidos.

4.1 Seleção e obtenção das batatas utilizadas

As batatas de variedade Ágata foram plantadas no município de Monte Mor–SP e foram adquiridas diretamente de um fornecedor.

4.2 Preparo dos filmes de amido com os bloqueadores naturais

Para a preparação dos filmes foi utilizado amido de mandioca, adquirido no comércio local da cidade de Campo Mourão–PR. Como fonte de clorofila, utilizou-se espinafre *in natura*, obtido na cidade de Luiziana–PR. Já para a fonte de antocianinas e de compostos fenólicos, foi utilizado farinha de bagaço de uva tinta, proveniente de resíduos da fabricação de vinho comprados em casa de produtos naturais.

4.3 Preparo dos extratos vegetais

Amostras de 30 gramas de espinafre trituradas e farinha de bagaço de uva tinta foram depositadas, separadamente, em béqueres de vidro de 250 mL e dispersas em 230 mL de água filtrada (obtida através de osmose reversa) e aquecidas em banho a temperatura de 70 °C por 10 minutos. O líquido (extrato, aproximadamente 200 mL) foi recuperado por filtração a vácuo, embalado em frasco âmbar e estocado a temperatura de 2 a 5 °C. Para efeito de caracterização, no extrato de espinafre foi quantificada a clorofila total presente no extrato, e no de bagaço de uva, antocianinas e compostos fenólicos totais.

4.4 Preparo das dispersões filmogênicas de amido e aplicação

- **Dispersão de amido a 4%:** 24 gramas de amido foram gelatinizados em 700 mL de água a temperatura de 97°C por 10 minutos. O processo de cozimento foi regulado para obter

massa total 600 g (na proporção de 4% de amido, m/m). O gel de amido foi resfriado à temperatura ambiente até que atingiu a temperatura de 50°C.

- **Dispersão filmogênica sem extrato (BF):** em 100 gramas da dispersão de amido a 4% (m/m) foi adicionada água à temperatura ambiente (25 a 29 °C) até que se atingiu a massa total de 200 gramas.
- **Dispersão filmogênica de amido contendo extrato de clorofila (BFC):** em 100 gramas da dispersão de amido a 4% (m/m), adicionou-se 100 gramas do referido extrato.
- **Dispersão filmogênica de amido contendo extrato de bagaço de uva (BFB):** em 100 gramas da dispersão de amido a 4% (m/m), adicionou-se 100 gramas do referido extrato.
- **Dispersão filmogênica de amido contendo extratos clorofila e de bagaço de uva (BFCEB):** em 100 gramas da dispersão de amido a 4% (m/m), adicionou-se 50 gramas de cada extrato, obtendo-se 200 gramas de massa final.
- **Aplicação das dispersões filmogênicas:** as dispersões, de 200 gramas cada, foram colocadas em respectivos béqueres de 400 mL e em cada dispersão foram imergidas 12 batatas. As batatas foram secas a temperatura de 28 °C por 12 horas em estufa com circulação de ar forçada.

4.5 Exposição das batatas a luz branca emitida por diodos (led)

Em uma sala iluminada com lâmpadas de luz branca de LED, as batatas foram expostas, de forma contínua, a uma iluminância (quantidade de fluxo luminoso por metro quadrado) de 440-460 Lux, similar a determinada experimentalmente em mercados de Campo Mourão – PR. Os grupos expostos (tratamentos) à luz, foram:

- Batata controle sem filme (B),
- Batata com filme sem extrato (BF),
- Batata com filme-extrato de clorofila (BFC)
- Batata com filme-extrato de bagaço de uva (BFB)
- Batata com filme-extratos de clorofila/bagaço de uva (BFCEB).

Posteriormente, as análises realizadas nos grupos de amostra foram: teores de clorofila, ácido ascórbico, glicose e cor. No tempo zero, essas análises foram realizadas

unicamente na batata controle sem filme (BC). Em seguida, todas as amostras de batatas (BF, BFC, BFB e BFCB) foram analisadas nos dias 7, 14, 21 e 28.

4.6 Análise e quantificação da clorofila

Inicialmente, as batatas analisadas foram lavadas em água corrente para que o filme fosse removido, então, fez-se análises de quantificação de clorofila *a*, *b* e total, através do método de etanol. Para isso, cascas procedentes de três batatas foram finamente cortadas, homogeneizadas e quatro porções de 0,5 gramas foram depositadas em tubos *Falcon* (25 mL). As amostras foram incubadas em 20 mL de etanol 96 % (v/v) durante 48 horas a temperatura de 30°C e, a seguir, os tubos foram submetidos à centrifugação de 1500 rpm por 5 minutos. Posteriormente, 4 mL do líquido foram transferidos para cubetas de vidro, em que foi submetido à determinação da absorbância nos comprimentos de onda de 664 e 649 nm. O cálculo da clorofila *a* e *b* foram realizados utilizando as equações 1 e 2, respectivamente, conforme metodologia experimental descrita por Pompelli *et al.* (2013).

$$Clo\ a = \frac{((13,36 A_{664}) - (5,19 A_{649})) \times V_{solvente}}{M_{gramas}} \quad (1)$$

$$Clo\ b = \frac{((27,43 A_{649}) - (8,12 A_{664})) \times V_{solvente}}{M_{gramas}} \quad (2)$$

4.7 Quantificação do ácido ascórbico e curva padrão

Para cada um dos grupos de controle, utilizou-se amostras de 10 gramas, oriundas de três batatas descascadas, posteriormente, em um almofariz as amostras foram trituradas por 5 minutos, na presença de 50 mL de ácido clorídrico (HCl 0,1 M). O extrato obtido foi recuperado por filtração à vácuo, cujo resíduo foi novamente triturado com 50 mL de HCl 0,1 M. Os extratos foram misturados e armazenados a 5 °C, para posterior análise.

Para a construção da curva-padrão, uma amostra de 125 mg de ácido ascórbico (AA) foi dissolvida em 50 mL de HCl 0,1 M e transferida para um balão de 250 mL, cujo volume foi completado com HCl 0,1 M, proporcionando uma concentração de 0,500 mg AA por mL de solução. A partir dessa solução, preparou-se cinco novas soluções em balões de 25 mL

cada, em concentrações equivalentes a 5, 10, 15, 20 e 25 mg AA/L, através da diluição. Na sequência, fez-se a elaboração da curva de calibração através da leitura espectrofotométrica no comprimento de onda de 245 nm. Como branco foi usado HCl 0,1 M (ACOSTA; MEJIA 213; TANDALE, 2007)

Para a quantificação do teor de AA nas batatas, foi feita a leitura da absorbância, do extrato acima, em quadruplicata e o valor final foi dado pela média aritmética. Desta forma, a concentração expressada em mg AA por 100 gramas de amostra foi determinada a partir da curva de calibração.

4.8 Teor de glicose

Amostra de 30 gramas, representativa de três batatas sem casca foram trituradas em liquidificador por 3 minutos, em 200 gramas de água. O líquido obtido foi concentrado por filtração e submetido a quantificação da glicose por método enzimático/espectrofotométrico segundo a metodologia descrita por Pereira *et al.* (2008).

O método consistiu na elaboração de uma curva de calibração preparada a partir de padrões de diferentes concentrações de glicose, que ao entrar em contato com o reagente enzimático, desenvolveu cor cuja intensidade é determinada em comprimento de onda de 510 nm. As amostras, em quadruplicata, foram tratadas com o reagente enzimático e a absorbância determinada, o que permite, com o uso da curva de calibração, a quantificação do teor de glicose (expresso em mg por g de amostra).

4.9 Determinação da Cor

A coloração das batatas se modifica com o esverdeamento, sendo que a menor variação da cor após a exposição a luz LED branca foi considerada como maior inibição do esverdeamento. É importante ressaltar que antes da análise as batatas foram lavadas para a remoção do filme.

A cor da superfície das batatas de cada grupo foi medida em triplicata com um colorímetro padronizado. Desta análise, se obtém os parâmetros L (luminosidade), a (eixo verde-amarelo) e b (eixo verde-vermelho). A cor do tubérculo foi medida usando os parâmetros L* (luminosidade), a* (eixo verde-vermelho) e b* (azul-amarelo). A diferença de cor (ΔE^*) foi determinada pela Equação 3 (TANIOS, *et al.*, 2020):

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2} \quad (3)$$

onde ΔL^* , Δa^* e Δb^* representam as diferenças nos valores L^* , a^* e b^* antes e depois da exposição à luz.

4.10 Determinação das antocianinas totais no extrato de bagaço de uva

Para a quantificação das antocianinas totais, procedeu-se pelo método proposto por Fuleki e Francis (1968), conhecido como método do pH único através de espectroscopia. Para isso, a extração do conteúdo de antocianinas ocorreu através de uma solução etanol-água (70:30), cujo pH foi ajustado para 2,0 pela adição de HCl. Posteriormente, deixou-se a amostra em repouso por 24 horas e a 5°C, ao abrigo da luz. Na sequência, a amostra foi filtrada para um balão volumétrico de 100 mL, cujo volume foi completado até o menisco com a solução de etanol-água. Posteriormente, diluiu-se o extrato concentrado utilizando uma solução etanol-HCl 1,5 N (85:15). Para a quantificação, a absorbância foi determinada em 535 nm, na qual utilizou-se a solução de etanol-HCl 1,5 N (85:15) como branco. A Equação 4 foi necessária para determinar a quantidade de antocianinas em mg por 100 gramas de amostra.

$$\text{Antocianinas} \left(\frac{\text{mg}}{100\text{g}} \right) = \frac{DO_{535} V_{EC} V_{ED} 1000}{m V_{alq} 982} \quad (4)$$

onde, DO_{535} representa a absorbância do extrato diluído, V_{EC} o volume total do extrato concentrado, V_{alq} o volume total da alíquota, m a massa e a constante 982 representa o coeficiente de extinção médio.

4.11 Determinação dos compostos fenólicos totais no extrato de bagaço de uva

O teor dos compostos fenólicos totais do extrato de bagaço de uva tinta foi determinado segundo a metodologia de Singleton e Rossi (1965). Nessa metodologia, alíquotas de amostra de 100 μL , 1700 μL de água destilada e 250 μL de reagente de Folin-Ciocalteu foram depositados em cubetas de vidro. Após 3 minutos de repouso, adicionou-se 1500 μL de solução de carbonato de sódio 7,5 % (m/v). As cubetas foram incubadas ao abrigo da luz por 30 minutos a temperatura de 37°C.

Posteriormente, a absorbância no comprimento de onda 765 nm foi determinada em espectrofotômetro previamente calibrado. Os teores de compostos fenólicos totais foram

calculados por interpolação das absorbâncias das amostras contra uma curva de calibração construída com padrões de ácido gálico e expressos em miligramas de equivalente de ácido gálico por litro (mg EAG/L).

4.12 Análise dos dados de determinações de clorofila, glicose e ácido ascórbico

Foram calculadas as médias e desvios padrões e a comparação entre as médias de parâmetros entre os diferentes tratamentos foi feita aplicando ANOVA e teste Scott-Knott ($p < 0,05$). Para isso, utilizou-se o software público *ASSISTAT 7.7 beta* (ASSISTAT, 2013).

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nessa seção será feito a exposição dos resultados obtidos nesse Trabalho de Conclusão de Curso e, bem como, a discussão dos resultados alinhada aos objetivos propostos. Ressalta-se que foi utilizado um grupo de controle (GC) para que os grupos com filmes pudessem ser comparados com uma amostra *in natura*, o que possibilita comparações coerentes com o produto exposto em pontos de venda.

A apresentação dos resultados foi organizada na seguinte sequência:

- Quantificação de clorofila;
- Quantificação de ácido ascórbico;
- Teor de glicose;
- Determinação de cor.

5.1 Quantificação da clorofila

A Tabela 1 mostra os resultados da clorofila total. Para o tempo zero foi usada uma única amostra de batata, sem filme de amido e sem extratos (amostra B), considerada o ponto de partida e apresentou teor de clorofila de 23,72 $\mu\text{g/g}$, valor maior ao determinado (6 $\mu\text{g/g}$) na batata variedade 'Lady Rosetta' por Abbasi *et al.* (2016). Com de exposição à luz observou-se aumento no teor clorofila no dia 21 de exposição (52,50 $\mu\text{g/g}$; $p < 0,05$) e diminuindo no dia 28 (30,94 $\mu\text{g/g}$), porém, não mostrando diferença significativa ($p > 0,05$) em relação os teores de clorofila para os dias 0 a 14. As batatas com filme de amido (BF) e filme de amido/clorofila (BFC) apresentaram similar comportamento entre si em relação ao controle (B). Nas batatas com filme/extrato de bagaço de uva (BFB) observou-se aumento significativo no teor de clorofila no dia 21 (38,12 $\mu\text{g/g}$) e com posterior aumento no dia 28 (54,42 $\mu\text{g/g}$). Na amostra com filme/clorofila-bagaço de uva (BFCB) houve aumento significativo no dia 21 (55,15 $\mu\text{g/g}$) e estabilização no dia 28 (61,38 $\mu\text{g/g}$). Os resultados mostraram que com o tempo de armazenamento todas as amostras tiveram aumento no teor clorofila sendo significativo no dia 21 de exposição à luz.

Tabela 1 – Valores ($\mu\text{g/g}$ matéria fresca) de clorofila total, determinados por método espectrofotométrico

Tempo	B (Clo T)	BF (Clo T)	BFC (Clo T)	BFB (Clo T)	BFCB (Clo T)
T0	23,72 \pm 9,81 ^b	23,72 \pm 9,81 ^c	23,72 \pm 9,81 ^c	23,72 \pm 9,81 ^c	23,72 \pm 9,81 ^b
T7	15,78 \pm 9,18 ^{bA}	17,84 \pm 6,86 ^{cA}	20,11 \pm 5,07 ^{cA}	23,54 \pm 2,60 ^{cA}	13,46 \pm 5,19 ^{cA}
T14	19,10 \pm 4,92 ^{bB}	10,20 \pm 2,65 ^{cB}	16,58 \pm 2,98 ^{cDB}	18,12 \pm 4,17 ^{cB}	28,27 \pm 7,7 ^{bA}
T21	52,40 \pm 7,86 ^{aB}	73,54 \pm 10,57 ^{aA}	66,22 \pm 3,96 ^{aA}	38,12 \pm 8,95 ^{bC}	55,15 \pm 6,36 ^{aB}
T28	30,94 \pm 3,47 ^{bD}	60,92 \pm 2,68 ^{bA}	45,59 \pm 3,90 ^{bC}	54,42 \pm 2,29 ^{aB}	61,38 \pm 3,27 ^{aA}

Nota: Clo T: clorofila total; B: batata controle sem filme; BF: batata com filme; BFC: batata com filme-extrato de clorofila; BFB: batata com filme-extrato de bagaço de uva; BFCB: Batata com filme-extratos de clorofila/bagaço de uva.

Letras minúsculas indicam diferenças significativas ($p < 0,05$ Scott-Knott) dentro da coluna enquanto letras maiúsculas são diferenças significativas na linha.

Fonte: Autoria própria (2023).

A comparação entre os diferentes tratamentos para um mesmo tempo de exposição à luz mostrou que não houve diferença significativa no teor de clorofila total no sétimo dia, e, no décimo quarto dia os tratamentos B, BF, BFC, BFB (10,20 a 19,10 $\mu\text{g/g}$, $p > 0,05$) não diferiram entre si, enquanto no tratamento BFCB o teor foi maior (28,27 $\mu\text{g/g}$, $p < 0,05$).

A tendência com o tempo de armazenamento é o aumento do teor de clorofila, entretanto, no dia 21 a exposição à luz o tratamento filme/extrato bagaço de uva (BFB) apresentou o menor teor (38,12 $\mu\text{g/g}$, $p < 0,05$) com relação aos outros tratamentos (50,40 a 73,54 $\mu\text{g/g}$).

5.2 Quantificação do ácido ascórbico

A batata controle apresentou teor de ácido ascórbico 21,35 mg/100 g de matéria fresca (Tabela 2), similares dos teores 23,88 mg/100 e 19,74-21,44 mg/100 g determinados, respectivamente por Abbasi *et al.* (2016) e Mystkowska *et al.* (2021).

Tabela 2 – Concentração de ácido ascórbico (mg/100 g matéria fresca) as amostras de batata, considerando a evolução do tempo em dias

Tempo	B	BF	BFC	BFB	BFCB
0	21,35 ± 0,20 ^e	21,35 ± 0,20 ^d	21,35 ± 0,20 ^e	21,35 ± 0,28 ^e	21,35 ± 0,20 ^d
7	53,65 ± 1,32 ^{cB}	55,38 ± 1,30 ^{cA}	58,13 ± 0,33 ^{bA}	60,28 ± 0,22 ^{bA}	57,85 ± 0,22 ^{aA}
14	78,43 ± 2,69 ^{aA}	55,63 ± 2,84 ^{bA}	57,48 ± 3,42 ^{cA}	31,35 ± 1,47 ^{dA}	49,62 ± 0,76 ^{bA}
21	74,41 ± 0,27 ^{bB}	83,23 ± 0,86 ^{aA}	71,18 ± 0,26 ^{aB}	62,36 ± 0,58 ^{aC}	60,19 ± 0,44 ^{aC}
28	49,33 ± 0,48 ^{dB}	54,46 ± 1,00 ^{bA}	48,55 ± 1,72 ^{dB}	39,79 ± 0,58 ^{cD}	40,61 ± 0,55 ^{cC}

B: batata controle sem filme; BF: batata com filme; BFC: batata com filme-extrato de clorofila; BFB: batata com filme-extrato de bagaço de uva; BFCB: Batata com filme-extratos de clorofila/bagaço de uva.

Letras minúsculas indicam diferenças significativas ($p < 0,05$ Scott-Knott) dentro da coluna enquanto letras maiúsculas são diferenças significativas na linha.

Fonte: Autoria própria (2023).

Em relação ao tempo de exposição à luz observa-se (Tabela 2) de que todas as amostras (sem e com filmes) tiveram aumento no teor de ácido ascórbico, de 21,35 a 39,79-54,46 mg/100 g de matéria fresca comportamento que contrasta com o informado na literatura, que preconiza diminuição com o tempo de estocagem. Segundo Abbasi *et al.* (2016), a batata após exposição por 27 dias a luz fluorescente, o teor de ácido ascórbico diminuiu de 23,88 para 17,8 mg/100 g; por outro lado a batata armazenada ao abrigo da luz teve ligeira redução para 23,37 g/100 g. Também, Bandana *et al.* (2015) observaram perdas de ácido ascórbico em sete variedades de batata armazenadas no escuro a uma temperatura de 11-12°C.

Estudos mostram que o ácido ascórbico pode ser influenciado pelo cultivar e que a quantidade de potássio usado na adubação influencia na diminuição do teor de ácido ascórbico. Circunstâncias climáticas, maturidade na colheita e manipulação pós-colheita também podem ser alguns dos fatores que influenciam a perda. (BREGAGNOLI, 2006).

5.3 Teor de glicose

A Tabela 3 apresenta a correlação entre as concentrações determinadas, o grupo de controle e sua evolução no tempo, em dias.

A amostra controle (B) apresentou 4,22 mg de glicose por grama de matéria fresca, teor superior aos encontrados na batata variedade “Macaca” que variaram entre 1,4 e 2,9 mg/g de massa fresca (PEREIRA *et al.*, 2008) e próximo do intervalo (4,5 a 10,0 mg/g) determinado em 6 genótipos de batatas do Paquistão (HAIDER *et al.*, 2023). Esses valores

tendem a apresentar certa variabilidade devido às diferenças do material genético, manejo da lavoura e condições de armazenamento (PEREIRA *et al.*, 2008).

Tabela 3 – Teores de glicose (mg/g de matéria fresca) nas amostras de batata

<i>Tempo</i>	<i>B</i>	<i>BF</i>	<i>BFC</i>	<i>BFB</i>	<i>BFCB</i>
0	4,22 ± 0,17 ^d	4,22 ± 0,17 ^d			
7	24,42 ± 0,84 ^{bC}	32,66 ± 2,08 ^{aB}	39,55 ± 0,86 ^{aA}	39,05 ± 0,11 ^{aA}	25,05 ± 0,19 ^{bC}
14	33,41 ± 6 ^{aB}	23,83 ± 1,11 ^{bD}	21,83 ± 1,07 ^{bD}	27,76 ± 0,74 ^{bC}	43,36 ± 0,87 ^{aA}
21	12,89 ± 0,93 ^{cB}	15,85 ± 1,11 ^{cB}	23,72 ± 5,83 ^{bA}	15,68 ± 8,42 ^{cB}	13,29 ± 6,10 ^{cB}
28	13,34 ± 1,83 ^{cA}	14,06 ± 3,16 ^{cA}	15,58 ± 1,05 ^{cA}	14,52 ± 11,43 ^{cA}	5,67 ± 3,22 ^{dB}

B: batata controle sem filme; BF: batata com filme; BFC: batata com filme-extrato de clorofila; BFB: batata com filme-extrato de bagaço de uva; BFCB: Batata com filme-extratos de clorofila/bagaço de uva.

Letras menores indicam diferenças significativas ($p < 0,05$ Scott-Knott) dentro da coluna enquanto letras maiores são diferenças significativas na horizontal.

Fonte: Autoria própria (2023).

Com a exposição à luz todas as amostras mostraram aumentos nos teores de glicose atingindo valores máximo (32,66 a 39,05 mg/g de matéria fresca) no 7º nas amostras BF, BFC e BFB, e 14º dia teores de 33,41 a 43,36 mg/g, respectivamente nas amostras B (controle) e BFCB; indicando que os filmes com o sem extratos não foram eficazes em retardar a produção da glicose.

A acumulação de glicose em batatas está associada a hidrólise do amido durante o armazenamento sendo acelerada pela exposição à iluminação. Batatas exposta a luz fluorescente apresentaram teores de 0,4 e 1,2 mg/g de glicose, nos dias 6 e 15 de armazenamento, respectivamente, usando fitas de quantificação de glicose (ABBASI *et al.*, 2016).

No 28º dia de exposição à luz observou-se diminuição nos teores de glicose em todas as amostras de batata (5,67 a 15,58 mg/g), registrando-se valor mínimo da amostra BFCB (5,67 mg/g). Essa diminuição do teor de glicose com o aumento do tempo de exposição a luz está da contramão do informado por Abbasi *et al.* (2016) que observou aumento de glicose, e, do aumento do teor açúcares redutores (CRUZ *et al.*, 2021) com prolongação do armazenamento com ou luz.

5.4 Determinação da cor

Para a determinação da cor, um colorímetro foi utilizado para fornecer os parâmetros de coloração necessários para a determinação quantitativa da cor. Para isso, cada amostra foi realizada em triplicata. As análises foram realizadas nos dias 0, 7, 21 e 28, conforme mostra a Tabela 4.

Tabela 4 – Diferença total de cor (ΔE) das amostras de batata depois da exposição a luz led

Tempo (DIAS)	B	BF	BFC	BFB	BFCB
7	11,41 ^{bA}	8,48 ^{bbB}	12,44 ^{aaA}	3,57 ^{ccC}	8,3 ^{bbB}
21	7,98 ^{ccC}	7,69 ^{bcC}	10,64 ^{bbB}	8,87 ^{bcC}	13,87 ^{aaA}
28	16,18 ^{aaA}	16,07 ^{aaA}	12,47 ^{abB}	13,85 ^{abB}	12,83 ^{abB}

B: batata controle sem filme; BF: batata com filme; BFC: batata com filme-extrato de clorofila; BFB: batata com filme-extrato de bagaço de uva; BFCB: Batata com filme-extratos de clorofila/bagaço de uva.

Letras menores indicam diferenças significativas ($p < 0,05$ Scott-Knott) dentro da coluna enquanto letras maiores são diferenças significativas na horizontal

Fonte: A autoria própria (2023).

O ΔE calculado aponta a diferença média de cor que existe entre a amostra de batata antes e depois da exposição à luz led, quanto menor a diferença menor a variação da cor em relação ao ponto de partida. Um ΔE a zero indicaria que não houve variação da cor pela exposição à luz. Após 7 dias de exposição à luz a batata controle (B) e amostra BFC apresentaram as maiores variações de cor (11,41 e 12,44; $p > 0,05$), enquanto nas amostras BF, BFB e BFCB as variações foram menores, com variação mínima na BFB (3,57).

Com o aumento do tempo de exposição, a tendência foi o aumento da variação de cor. No dia 28 as amostras B e BF apresentaram as maiores variações de cor, enquanto nas amostras BFC, BFB e BFCB foi apresentada a menor variação. Após 28 dias de exposição à luz, a olho nu todas as amostras de batatas apresentaram cor notadamente esverdeadas, não havendo diferença entre elas. Essa observação corrobora com os resultados de ΔE obtidos cujos valores elevaram com o aumento do tempo de exposição.

Esse aumento da variação de cor pode ter ocorrido por alguns fatores, como ao iniciar as análises finais foram feitos testes qualitativos com os filmes e expostos a luz natural onde foram apresentados resultados positivos, porém, durante a pesquisa as batatas foram expostas à luz LED (130 lux) ininterruptamente durante os 28 dias. Um fator importante

também foi a quantidade de extrato colocado para obter o filme. Em um estudo futuro recomenda-se aumentar essa quantidade para obter um melhor resultado.

6. CONCLUSÕES

No presente trabalho, estudou-se a possibilidade de inibir o esverdeamento da batata através da utilização de filmes naturais, principalmente a base de extrato de espinafre (rico em clorofila) e extrato do bagaço de uva. Contudo, foi possível constatar divergências entre os objetivos propostos e os resultados alcançados.

Quanto aos resultados de clorofila e glicose, com o objetivo de diminuir e manter respectivamente os seus valores, houve um aumento significativo e determinou a ineficiência dos extratos.

Alinhado a essa perspectiva e, em trabalhos futuros, torna-se necessário investigar como as variáveis do experimento podem estar correlacionadas ao resultado (concentração de extrato, condições de exposição à luz e entre outros).

REFERÊNCIAS

ABBASI, K. S.; MASUD, T.; QAYYUM, A.; AHMAD, A.; BIBI, Y.; MEHMOOD, A.; SHER, A. Photo-induced changes in quality attributes of potato tubers during storage. **Journal of Applied Botany and Food Quality**, v. 89, p. 315 – 321, 2016.

ACOSTA, O. A.; MEJIA, V. **Determinación de ácido ascórbico en jugo comercial por espectroscopia ultravioleta**. Facultad de Salud. Escuela de Bacteriología y Laboratorio Clínico, Universidad del Valle, Cali, Colombia, (s.d). ASSISTAT. Software Assistat 7.7 beta, 2013. Disponível em: assistat.com/indexp.html. Acessado em: 10 de ago. 2022.

ASTH, R. C. Ondas eletromagnéticas. **Toda Matéria**, 2021. Disponível em: <https://www.todamateria.com.br/ondas-eletromagneticas/> Acesso em: 10 de ago. 2022.

ATLASBIG. **Principais países produtores de batata**. Disponível em: www.atlasbig.com/pt-br/paises-por-producao-de-batata. Acesso em: 14 de mar 2022.

BANDANA, V. S.; RAIGOND, P.; SINGH, B.; KAUSHIK, S. K. Ascorbic Acid Losses During Storage Of Potato Tubers. **Potato Journal**, v. 42, n. 1, p. 76-79, 2015.

BREGAGNOLI, M. **Qualidade e produtividade de cultivares de batata para indústria sob diferentes adubações**. 2006. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

CANTWELL, M. A review of important facts about potato glycoalkaloids. **Perishables Handling Newsletter**, v. 87, n. 87, p. 26-2, 1996.

CASTRO, J.L.; MIRANDA FILHO, H.S. NEVES, J.P. Esverdeamento e brotação em cultivares alemães e holandeses de batata. **Bragantia**, v.41, n.1, p. 203-207, 1982.

CONCEIÇÃO, A. M. D.; FORTES, G. R. D. L.; SILVA, J. B. D. Influência do ácido acetilsalicílico, da sacarose e da temperatura na conservação in vitro de segmentos caulinares de batata. **Horticultura Brasileira**, v. 17, p. 182-185, 1999.

CONOVER, J.C.; PRYKE, J.A. Plastid and nuclear DNA in potato tuber tissue during greening. **Journal of Experimental Botany**, v.38, n.192, p. 1219-1227, 1987.

CRUZ, R. R. P.; PEREIRA, A. M.; RIBEIRO, W. S.; FREIRE, A. I.; COSTA, F. B. D.; ZANUNCIO, J. C.; FINGER, F. L. Ideal temperature and storage period for commercial potato cultivars selected for frying. **Ciência Rural**, v. 51, 2021. DOI: 10.1590/0103-8478cr20200470

DE QUADROS, D. A.; IUNG, M. C.; FERREIRA, S. M. R.; DE FREITAS, R. J. S. Qualidade de batata para fritura, em função dos níveis de açúcares redutores e não-redutores, durante o armazenamento à temperatura ambiente. **Acta Scientiarum. Technology**, v. 32, n. 4, 2010.

EMRAGI, E.; JAYANTY, S. S. Skin Color Retention in Red Potatoes during Long-Term Storage with Edible Coatings. **Foods**, v. 10, n. 7, p. 1531, 2021.

FAO/STAT. **Food and Agriculture Organization of the United Nations**. Disponível em: www.fao.org/faostat/en/#data. Acessado em 20 de out. de 2021.

FERNANDES, A. M. *et al.* Qualidade físico-química e de fritura de tubérculos de cultivares de batata na safra de inverno. **Horticultura Brasileira**, v. 28, n. 3, p. 299–304, 2010.

FERNANDES, L. S. **Caracterização física, físico-química e bioquímica de batata baroa minimamente processada**. 2017. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Viçosa, 2017.

FERREIRA, M. D.; SPRICIGO, P. C. **Colorimetria: princípios e aplicações na agricultura. Instrumentação pós-colheita em frutas e hortaliças**. Parte 4. Análises não destrutivas. Tradução. São Carlos, SP: Embrapa Instrumentação, 2017.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 2. ed. Viçosa: Editora UFV, 2003.

FINGER, F. L. Esverdeamento da Batata. **Revista Batata Show: Associação Brasileira da Batata**, n. 45, 2016.

FULEKI, T.; FRANCIS, F.J. Quantitative methods for anthocyanins: 1. Extraction and determination of total anthocyanin in cranberries. **Journal of Food Science**, v.33, p.72-77, 1968.

GALDEANO, M.C.; GROSSMANN, M.E.V.; MALI, S.; BELO-PEREZ, L.A.; GARCIA, M.A.; ZAMUDIO-FLORES, P.B. Effects of production process and plasticizers on stability of films and sheets of oat starch. **Materials Science and Engineering C**, v. 29, p. 492-498, 2009.

GIUSTI, M. M; WROLSTAD, R. E. Characterization and measurement of Anthocyanins with UV visible spectroscopy. **Current Protocols in Food Analytical Chemistry**, n.1, p. 1–13, 2001. Disponível em: currentprotocols.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/0471142913.faf0102s00. Acesso em: 15 maio 2022.

GRUNENFELDER, L.; HILLER, L.K.; KNOWLES, N.R. Color indices for the assessment of chlorophyll development and greening of fresh market potatoes. **Postharvest Biology and Technology**, v.40, p.73-81, 2006.

HAIDER, M. W.; NAFEES, M.; IQBAL, R.; ASAD, H. U.; AZEEM, F.; SHAHEEN, G.; IQBAL, J.; VYAS, S.; ARSLAN, M.; RAHMAN, M. H. U. Postharvest starch and sugars adjustment in potato tubers of wide-ranging dormancy genotypes subjected to various sprout forcing techniques. **Research Square**, v. 1, 2023.

HUERTA, M. M. **Bagaço de uva: aproveitamento, avaliação e aplicação em pré-mistura para bolo**. 2018. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos) – Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos, Universidade Federal de Santa Maria, 2018.

IUNG, C.M.; SCOTT, C.A.; ZILIO, M.A. Esverdeamento de tubérculos lavados e não lavados em três cultivares de batata (*Solanum tuberosum*). **Revista Batata Show**, v.17, 2007.

LI, Y.; HE, N.; HOU, J.; XU, L.; LIU, C.; ZHANG, J.; WANG, Q.; ZHANG, X.; WU, X. Factors Influencing Leaf Chlorophyll Content in Natural Forests at the Biome Scale. **Frontiers in Ecology and Evolution**, v. 6, n. 64, 2018.

LOPES, C. A.; BUSO, J. A. **Cultivo da batata (*Solanum tuberosum* L.)**. Brasília: EMBRAPA/CNPq, (Instruções técnicas, 8). p. 35, 1997.

LOPES, E. C. P.; JADOSKI, S. O.; LIMA, A. S.; SAITO, L. R.; RAMOS, M. S. Esverdeamento pós-colheita de tubérculos de batata submetidos a diferentes manejos de fungicidas. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, Guarapuava-PR, v.5, n.1, p.99-114, 2012.

MELO, P. E. de; BRUNE, S. Avaliação de esverdeamento em pós-colheita de tubérculos de batata. Brasília: **Embrapa Hortaliças**, p. 12. 2005. Disponível em: www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/779147/1/bpd11.pdf. Acesso em 14/10/2022.

MILLER, G. L. Use of Dinitrosalicylic Acid Reagent for Determination of Reducing Sugar. **Analytical Chemistry**, v. 31, n. 3, p. 426–428, 1959.

MYSTKOWSKA, I.; ZARZECKA, K.; GUGAŁA, M.; SIKORSKA, A. Vitamin C content in edible potato tubers in the conditions of using biostimulators. **Acta Agriculturae Scandinavica, Section B—Soil & Plant Science**, v. 71, n. 8, p. 732-737, 2021.

PEREIRA, A. DA S.; CAMPOS, A. Teor de açúcar em genótipos de batata (*Solanum tuberosum* L.). **Ciência Rural**, v. 29, n. 1, p. 13–16, mar. 1999.

PEREIRA, E. I.R.; EMANUELLI, T.; BISOGNIN, D. A.; FREITAS, S. T, de. Otimização e validação de um método enzimático para a determinação de glicose em tubérculos de batata. **Ciência Rural**, v. 38, n. 5, p.1227-1232, 2008.

POMPELLI, M. F.; FRANÇA, S. C.; TIGRE, R. C.; DE OLIVEIRA, M. T.; SACILOT, M.; PEREIRA, E. C. Spectrophotometric determinations of chloroplastidic pigments in acetone, ethanol and dimethylsulphoxide. **Revista brasileira de Biociências**, v. 11, n. 1, 2013.

SABLANI, S. S.; MUJUMDAR, A. S. Drying of Potato, Sweet Potato, and Other Roots. *In*: MUJUMDAR, A.S. (org.). **Handbook of Industrial Drying**. 3. Ed. New York: CRC Press, 2006.

SALES, L. L. S. R. **Respostas fisiológicas e agrônômicas da cultura da batata em função do espaçamento entre plantas e épocas de amontoa**. 2011. Dissertação (Mestrado em

Agronomia) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, 2011.

SINGLETON, V. L.; ROSSI, S. A. Colorimetric of total phenolics with phospholipid phosphotungstic acid reagents. **American Journal of Enology & Viticulture**, v. 16, n.3. p. 144-158, 1965.

SOARES, C. R. D. M. *et al.* Distúrbios fisiológicos na batata. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ESTUDOS PARA PRODUÇÃO VEGETAL NO SEMIÁRIDO, 3., 2018, Campina Grande. **Anais eletrônicos III SINPROVS [...]**. Campina Grande: Realize Editora, 2018. v. 3, Disponível em: www.editorarealize.com.br/index.php/artigo/visualizar/40385. Acesso em: 16 mai. 2018.

SPOLADORE, D. S.; ZULLO, M. A. T.; TEIXEIRA, J. P. F.; COELHO, S. M. B. M.; MIRANDA FILHO, H. D. S. Síntese de clorofilas e glicocalcóides em tubérculos maduros de batata armazenados à luz natural. **Bragantia**, v. 44, n. 1, p. 197–208, 1985.

TANDALE, S. R. **Microencapsulation of vitamin C and gallic acid in whey protein concentrate by spray and freeze drying - characterization and degradation kinetics**. 2007. Thesis (Master of Science) – University of Georgia, Graduate Faculty of Science, Georgia, 2007.

TANIOS, S.; EYLES, A.; CORKREY, R.; TEGG, R. S.; THANGAVEL, T.; WILSON, C. R. Quantifying risk factors associated with light-induced potato tuber greening in retail stores. **PloS one**, v. 15, n. 9, p. 0235522, 2020.

YAROVAYA, L.; KHUNKITTI, W. Effect of grape seed extract as a sunscreen booster. **Songklanakarin Journal of Science and Technology**, v. 41, n. 3, p. 708-715, 2019.

