

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**

**BRUNO VINÍCIUS DALL MOLIN**

**EFEITOS DO TRATAMENTO UV-C EM GRÃOS ESTOCADOS DE MALTE DE  
TRIGO ESCURO.**

**CAMPO MOURÃO**

**2022**

**BRUNO VINÍCIUS DALL MOLIN**

**EFEITOS DO TRATAMENTO UV-C EM GRÃOS ESTOCADOS DE MALTE DE  
TRIGO ESCURO.**

**Effects of UV-C treatment on stored grains of dark wheat malt.**

Efeitos do tratamento UV-C em grãos estocados de malte de trigo escuro. apresentado como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Alimentos do Curso de Bacharelado em Engenharia de Alimentos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Fábio Henrique Polisel  
Scopel

Coorientador: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Márcia Regina Ferreira  
Geraldo Perdoncini

**CAMPO MOURÃO**

**2022**



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

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

**BRUNO VINÍCIUS DALL MOLIN**

**EFEITOS DO TRATAMENTO UV-C EM GRÃOS ESTOCADOS DE MALTE DE  
TRIGO ESCURO.**

Efeitos do tratamento UV-C em grãos estocados de malte de trigo escuro. apresentado como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Alimentos do Curso de Bacharelado em Engenharia de Alimentos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Data de aprovação: 10/Junho/2022

---

Augusto Tanamati  
Doutorado  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

---

Manuel Salvador Vicente Plata Oviedo  
Doutorado  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

---

Fábio Henrique Poliseli Scopel (Orientador)  
Doutorado  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

**CAMPO MOURÃO**  
**2022**

Dedico este trabalho à minha família, que  
sempre me apoiou em tudo na vida.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço aos meus pais, Roberto e Inêz por terem sempre me incentivado aos estudos e ao gosto pela leitura. Por estarem do meu lado sempre e em qualquer situação. O esforço de vocês nunca terá sido em vão.

Ao meu irmão Brayan por ter me acolhido de volta em Campo Mourão e por cuidar de mim mesmo de longe. A minha irmã Brenda por ter cuidado de mim de perto e nunca ter faltado com zelo. Ao meu irmão Brícius por ser o apoio de longe que necessito.

Aos meus amigos que nas adversidades, nunca me deixaram desistir. Sempre levarei um pouco de cada um comigo. Se hoje posso ser uma pessoa melhor é por influência de vocês.

Ao meu orientador Fábio por ter paciência e por me orientar nesse trabalho. Por ter também auxiliado na minha caminhada na Universidade.

A minha coorientadora Márcia por ter me auxiliado sempre de maneira muito prestativa.

Aos que estão e aos que fizeram parte dessa jornada: meu muito obrigado.

*"As dificuldades fortalecem a mente, como o  
trabalho faz com o corpo."  
Sêneca*

## RESUMO

Sendo a cerveja a terceira bebida mais consumida do mundo, os ingredientes de sua produção merecem uma atenção especial. Para ser transformado em cerveja o grão de cereal necessita passar pelo processo de maltagem, sendo o trigo um dos cereais mais utilizados por seu alto teor de carboidratos. Na sua armazenagem, o aparecimento de pragas pode ocorrer, e seu tratamento feito com agrotóxicos é por vezes utilizado em concentrações acima do limite. Nessas condições a radiação UV-C se apresenta como uma alternativa ao tratamento de grãos de malte em seu armazenamento. Assim através desse trabalho objetivou-se avaliar o efeito do tratamento no inseto *Plodia interpunctella* com irradiação de luz UV-C por 2 lâmpadas germicidas da marca Phillips™ de 18W de comprimento de onda majoritário de 254 nm, além dos efeitos físico-químicos e microbiológicos no malte, com análise de resultados submetidos a ANOVA para comparação de médias (Tukey,  $p < 0,05$ ). Os três tratamentos realizados nas distâncias de 8cm, 16cm e 30cm da fonte luminosa se mostraram satisfatórios na inibição da pupa do inseto. Foram determinados a acidez titulável, teor de umidade, sólidos solúveis e a colorimetria. O pH oscilou entre 5,52 e 5,61. A acidez titulável apresentou diferença significativa variando de 1,69 a 0,65. O teor de umidade variou de 7,72% a 8,21%. Os sólidos solúveis apresentaram variação de 25,31° a 25,43° Brix. A colorimetria apresentou variação de 39,38 a 41,46 no parâmetro L\*, 8,62 a 11,80 no parâmetro a\* e 17,32 a 19,96 no parâmetro b\*. Quanto as análises microbiológicas, houve diferença significativa entre os tratamentos e o controle, evidenciando que os Tratamentos 2 e 3 (distâncias de 8cm e 16cm da fonte luminosa) são mais eficazes na diminuição da infecção fúngica, apresentando teor de infecção médio de 6,67%.

**Palavras-chave:** ultravioleta; malte; inibição; *plodia interpunctella*.

## ABSTRACT

Being the beer the third most consumed beverage in the world, its ingredients of their production deserve special attention. In order to be transformed into beer, the cereal grain needs to go through the malting process, with wheat being one of the most used cereals due to its high carbohydrate content. In its storage, it can occur the appearance of pests and its treatment is carried out with pesticides sometimes used in concentrations above the limit. Under these conditions, UV-C radiation presents as an alternative to the treatment of malt grains in their storage. Thus, this work aimed to evaluate the effect of UV-C treatment on the *Plodia interpunctella* insect by using 2 18W Phillips™ germicidal lamps with a majority wavelength of 254 nm. Physicochemical and microbiological effects on treated malt were evaluated in comparison to the raw sample, and results were submitted to ANOVA (Tukey,  $p < 0.05$ ). The three treatments performed at distances of 8cm, 16cm and 30cm from the light source were satisfactory in inhibiting the insect's pupae. The titratable acidity, moisture content, soluble solids and colorimetry were determined. The pH ranged between 5.52 and 5.61. The titratable acidity showed a significant difference ranging from 0.65 to 1.69. The moisture content ranged from 7.72% to 8.21%. Soluble solids varied from 25.31° to 25.43° Brix. The colorimetry showed a variation from 39.38 to 41.46 in the L\* parameter, 8.62 to 11.80 in the a\* parameter and 17.32 to 19.96 in the b\* parameter. As for the microbiological analyses, there was a significant difference between the treatments and the control, showing that Treatments 2 and 3 (distances of 8cm and 16cm from the light source) are more effective in reducing fungal infection, with an average infection content of 6.67%.

**Keywords:** ultraviolet; malt; inhibiting; *plodia interpunctella*.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – <i>Plodia interpunctella</i> . . . . .	14
Figura 2 – <i>Disposição das lâmpadas na câmara</i> . . . . .	18
Figura 3 – <i>Pupa morta após o Tratamento 3</i> . . . . .	24
Figura 4 – <i>Traça adulta vista de baixo</i> . . . . .	25
Figura 5 – <i>Fios de seda criado por larvas de Plodia interpunctella</i> . . . . .	26

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Resultados das Características físico-químicas do malte de trigo escuro tratado e não tratado com radiação UV-C . . . . .	21
Tabela 2 – Resultados do teste de colorimetria do malte de trigo escuro tratado e não tratado com radiação UV-C . . . . .	22
Tabela 3 – Porcentagem de infecção fúngica no malte de trigo escuro tratado e não tratado com luz UV-C . . . . .	23

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>12</b>
<b>1.1</b>	<b>Objetivos</b>	<b>13</b>
1.1.1	Objetivo geral	13
1.1.2	Objetivos específicos	13
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b>	<b>14</b>
<b>2.1</b>	<b>Pragas</b>	<b>14</b>
<b>2.2</b>	<b>Traça-da-Índia (<i>Plodia interpunctella</i>)</b>	<b>14</b>
<b>2.3</b>	<b>Luz UV-C</b>	<b>15</b>
<b>2.4</b>	<b>Trigo (<i>Triticum spp.</i>)</b>	<b>15</b>
<b>2.5</b>	<b>Malte</b>	<b>16</b>
<b>3</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS</b>	<b>17</b>
<b>3.1</b>	<b>Materiais</b>	<b>17</b>
<b>3.2</b>	<b>Preparo das amostras</b>	<b>17</b>
3.2.1	Contaminação por <i>Plodia interpunctella</i>	17
<b>3.3</b>	<b>Análises físico-químicas</b>	<b>17</b>
3.3.1	Teor de umidade	18
3.3.2	Análise de pH	18
3.3.3	Acidez Titulável	19
3.3.4	Sólidos Solúveis (Brix)	19
3.3.5	Colorimetria	19
<b>3.4</b>	<b>Análises microbiológicas</b>	<b>19</b>
3.4.1	Microscopia	19
3.4.2	Contagem de fungos	19
<b>3.5</b>	<b>Análise dos resultados</b>	<b>20</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>21</b>
<b>4.1</b>	<b>Análises Físico-Químicas</b>	<b>21</b>
<b>4.2</b>	<b>Análises Microbiológicas</b>	<b>23</b>
<b>4.3</b>	<b>Irradiação UV-C no inseto</b>	<b>23</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO</b>	<b>27</b>

<b>REFERÊNCIAS</b> . . . . .	<b>28</b>
------------------------------	-----------

## 1 INTRODUÇÃO

A maior parte dos historiadores concordam que o ser humano pré-histórico abandonou a vida nômade de caçador-coletor ao desenvolver as primeiras técnicas de agricultura, com a finalidade de cultivar grãos. A possibilidade de cultivar cereais (sorgo, cevada, trigo), que, depois de secos, podiam ser armazenados por longos períodos, permitiu a permanência em determinados locais dos novos grupos de seres humanos sem haver a necessidade de procurar por alimento. Logo aqueles agricultores primitivos passaram a transformar os grãos colhidos em farinha e, em seguida, em pão. Com a eventual descoberta do processo fermentativo, passou-se a transformar o grão também em cerveja. Por isso, costuma-se dizer que o que transformou o homem caçador-coletor em agricultor e o fixou na terra foi a necessidade de produzir pão e cerveja (MORADO, 2009).

Para ser transformado em cerveja, o grão precisa passar pelo processo de maltagem. O objetivo desse processo é gerar as enzimas hidrolíticas, as quais clivam os compostos principais, amido e proteínas, para proporcionar açúcares fermentáveis, nitrogênio amino livre e aminoácidos (BOFFILL; GALLARDO-AGUILAR; SILVA, 2018).

Os grãos maltados mais conhecidos e utilizados na produção de cerveja são os de cevada, trigo e centeio. Também utilizados, mas em menor escala inclui-se aveia, triticale, milho, arroz, sorgo e painço. Como grão, o malte é uma fonte alimentar intensamente concentrada para grande parte do reino animal. Pássaros, roedores e insetos são atraídos pelo malte por seu valor nutritivo e, se tiver acesso, podem infestar rapidamente uma área (MALLETT, 2014).

As condições combinadas de temperaturas entre 25 e 34° Celsius e cerca de 70% de umidade relativa são consideradas de risco para o aparecimento de pragas primárias e secundárias (SENAR, 2018). Os insetos considerados pragas nos grãos de malte mais conhecidos são respectivamente *Rhyzopertha dominica* (Gorgulho), *Sitophilus oryzae* e *S. zeamais* (Gorgulho dos cereais), *Oryzaephilus surinamensis* e *Tribolium castaneum* (Besouro e Besouro-Castanho). Este último sendo praga secundária, isto é, ataca depois de outra praga primária se instalar (LORINI *et al.*, 2015).

Para armazenamento do trigo, foi encontrado além de três tipos de insetos *Sitophilus oryzae*, *Oryzaephilus surinamensis* e *Tribolium castaneum*, concentrações de agrotóxicos acima do limite máximo de resíduos como Fenitrotiona, Pirimifós Metílico e Glifosato. Pirimifós-metílico é utilizado numa combinação com bifentrina para controle de insetos no enchimento do silo (CONAB, 2021).

Para a conservação de grãos, a utilização da radiação ultravioleta (UV-C) se apresenta como uma alternativa a ser estudada. Sendo um método físico que causa morte celular de microorganismos, seu principal papel é inibição ou redução de crescimento de fungos e bactérias (SILVA; CAMARGO; OLIVEIRA, 2016). Ao estudar a eficácia do uso da luz UV-C numa dosagem de 10 J/cm<sup>2</sup> para o tratamento de milho com gorgulhos (*Sitophilus zeamais*), Ferreira *et*

al. (2017) foi descoberto que as radiações UV-C foram eficazes contra matar gorgulhos adultos, mas acabou afetando as propriedades antioxidantes do óleo do milho.

Ao presenciar a contaminação de malte por Gorgulhos *Sitophilus oryzae* e seu tratamento com o expurgo de Fosfina, o autor resolveu investigar métodos de armazenagem que não envolvessem o uso de agrotóxicos, sendo apresentado nesse trabalho.

## 1.1 Objetivos

### 1.1.1 Objetivo geral

Este trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos do tratamento com luz UV-C em grãos estocados de malte de trigo escuro (*Triticum spp.*).

### 1.1.2 Objetivos específicos

- Avaliar os efeitos do tratamento do malte com luz UV-C frente a uma infestação de insetos (*Plodia interpunctella*);
- Avaliar os efeitos físico-químicos do tratamento do malte com luz UV-C;
- Avaliar os efeitos microbiológicos do tratamento do malte com luz UV-C.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Pragas

São importantes contaminantes de grãos por conta dos prejuízos causados e sua relação com outros contaminantes como fungos e micotoxinas. Segundo seus hábitos alimentares são divididas em duas classes: as pragas primárias, que atacam o grão inteiro e sadio e podem ser denominadas internas (que perfuram o grão e completam desenvolvimento dentro dele) e externas (destroem a parte externa e depois a interna sem se desenvolver dentro do grão). Principais exemplos são as espécies *Rhizopertha dominica*, *Sitophilus oryzae*, e *Sitophilus zeamais* (interna) e *Plodia interpunctella*. As pragas secundárias necessitam que o grão esteja danificado ou quebrados. Como exemplo temos as espécies *Cryptolestes ferrugineus*, *Oryzaephilus surinamensis* e *Tribolium castaneum* (TIBOLA *et al.*, 2011).

Perdas médias em grãos estimadas correspondem a 10% do total produzido anualmente segundo estimativas do Ministério da Agricultura (MAPA) e pela Food and Agriculture Organization (FAO/ONU). Nesse total entram perdas ocasionadas por pragas por armazém, presença de fragmentos de insetos em subprodutos alimentares, contaminação fúngica entre outras (LORINI, 2015).

### 2.2 Traça-da-Índia (*Plodia interpunctella*)

A *Plodia interpunctella*, também conhecida por Traça-da-Índia ou Mariposa indiana é um microlepidóptero da família Pyralidae, subfamília Phycitinae. Se alimenta de cereais, frutas secas, farinha e nozes. Muitas vezes causam enormes perdas em alimentos armazenados (TRIPLEHORN; JOHNSON, 2011).

É praga de superfície de grãos, se alimentando de grãos que ficam na parte superior da massa de grãos (como é chamada a parte interna dos grãos que ficam armazenados em grande quantidade). É considerada primária externa, por destruir a casca do grão e só se alimentar do interior dos grãos, não se desenvolvendo dentro dele. Como seus danos se limitam a superfície exposta da massa de grãos, grãos armazenados em sacaria sofrem os maiores prejuízos comparados aos grãos a granel pois estes apresentam maior superfície externa, possibilitada pela geometria do saco de armazenamento e a disposição dos sacos. (TIBOLA *et al.*, 2011).

Figura 1 – *Plodia interpunctella*



Fonte: Adaptado de Lorini (1999, p.19).

Segundo Lorini (2015, p.32) "Os adultos são mariposas com 20 mm de envergadura, com cabeça e tórax de coloração pardo-avermelhada; as asas anteriores têm dois traços distais avermelhados e o terço basal é acinzentado. As larvas são de coloração branca, passando a rosada em algumas partes do corpo. Após seu completo desenvolvimento, as larvas tecem um casulo de seda, no interior do qual empupam. Os locais para empupar são as fendas de parede e as bordas da sacaria. A fêmea oviposita de 100 a 400 ovos na superfície de grãos. O desenvolvimento de ovo a adulto é completado em aproximadamente 28 dias".

### 2.3 Luz UV-C

A radiação UV pode ser dividida em três classes: UV-C (200-280 nm), UV-B (280-320 nm), and UV-A (315-400 nm) (MAHARAJ, 2015). É considerado um método de desinfecção não térmica, caracterizando-se por custos baixos de equipamentos e manutenção (NARITA *et al.*, 2018).

Por ser uma técnica simples e rápida, pode ser combinada com outros métodos de conservação. O principal objetivo deste tratamento é a destruição de microorganismos visando o aumento da vida útil do alimento, tendo efeitos imediatos. (BALBINOT; BORGES, 2020).

Segundo Maharaj (2015), a ação destrutiva da radiação UV resulta tanto da absorção direta de fótons pelo DNA quanto de mecanismos indiretos envolvendo a excitação de fotossensibilizadores e a geração de espécies reativas de oxigênio (EROs). Ácidos nucleicos, proteínas, lipídios, ácidos indol-acéticos, proteínas de sabor e fitocromos são moléculas que contêm ligações duplas conjugadas e absorvem energia na região UV.

### 2.4 Trigo (*Triticum spp.*)

Pertencente a família das gramíneas e ao gênero *Triticum*, o Trigo tem como espécies mais cultivados *Triticum monococcum*, *Triticum durum* e *Triticum aestivum*. Seu cultivo data de 11 mil anos a.C. e teve início no Oriente Próximo e depois se espalhou pelas regiões adjacentes (MALLETT, 2014).

É o segundo cereal mais cultivado no mundo, estando apenas atrás do milho. Em 2019, segundo dados da (FAOSTAT, 2021), foram produzidas cerca de 766 milhões de toneladas de trigo mundialmente. Sua produção para o ano de 2021 no Brasil foi de 7679,4 toneladas. Ela se concentra principalmente nos estados do Paraná, Rio Grande do Sul, Mato Grosso do Sul e São Paulo (CONAB, 2017).

Apesar de ser uma cultura pouco explorada no Brasil devido a aspectos culturais e de regulamentação, o trigo é de suma importância no agronegócio e na indústria. Ela é demonstrada em pesquisas que buscam a melhoria desde o plantio à produção de grãos que se adaptem melhor ao processamento industrial (CARVALHO, 2015).

Um dos cereais mais utilizados na maltagem e uma das mais antigas matérias-primas na produção de cerveja, sua utilização se dá por ser rico em carboidratos (amido). A malteação é o processo que prepara o malte modificando sua composição química e aumentando a atividade enzimática, através da germinação controlada (CARVALHO, 2015). No processo de fabricação da cerveja, o malte quem ajudará a conferir as características organolépticas (cor, aroma e sabor) e na formação da espuma (MALLETT, 2014).

## 2.5 Malte

O malte é obtido em um processo de três etapas: a umidificação do grão de trigo (onde ocorre a absorção de água), germinação artificial com temperatura controlada para que ocorra o crescimento dos embriões e liberação de enzimas e por fim a secagem para a estabilização (TERPINC *et al.*, 2016). É na secagem que o malte irá apresentar características específicas como cor, aroma e variação enzimática (SANTOS; COUTO; ANDRADE, 2001).

Cerveja é a terceira bebida mais consumida no mundo, estando atrás somente do chá e do café (RODHOUSE; CARBONERO, 2019). Apesar de ser utilizado a muito tempo como ingrediente cervejeiro, o malte de trigo ainda é tido como malte especial (JIN *et al.*, 2018). Fabricadas com malte de cevada e trigo maltado ou não maltado, as cervejas de trigo são definidas como de alta fermentação e possuem várias características aromáticas, como aroma de cravo, banana, baunilha e frutas frescas. A porcentagem de trigo normalmente deve ser de pelo menos 40% do total de grãos (YIN *et al.*, 2016).

### **3 MATERIAIS E MÉTODOS**

#### **3.1 Materiais**

O presente estudo foi desenvolvido nos laboratórios do Bloco C do Departamento Acadêmico de Alimentos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) *Campus* Campo Mourão.

O malte de trigo escuro foi obtido em um estabelecimento comercial em Campo Mourão. Os insetos foram obtidos através de milho de pipoca contaminado.

Durante a elaboração das análises foram utilizados diversos materiais e utensílios de uso recorrente em laboratório como béquer e vidrarias de medição volumétrica, peneira de abertura de 2 milímetros, balança semi-analítica (Marte - ATX224), pHmetro de bancada (GehakaPG2000), refratômetro de bancada tipo Abbe (RTA – 100), colorímetro digital (Delta Vista 450G), estereomicroscópico binocular (BIOFOCUS ECZ-BLACK), lâmpada UV-C (Phillips 18W), estufa com circulação de ar (Cienlab) e auto-clave (Vertical-CS).

#### **3.2 Preparo das amostras**

Utilizou-se metodologia de Ferreira (2017), onde 20 gramas de grãos de malte foram dispostos em peneira de mash 9 (2 milímetros) para aplicação da radiação UV-C. A fonte de radiação era composta de 2 lâmpadas germicidas da marca Phillips™ de 18 Watts de potência com comprimento de onda majoritário de 254 nanômetros. Os grãos foram colocados a três distâncias diferentes das lâmpadas, sendo respectivamente de 8 centímetros, 16 centímetros e 30 centímetros pelo período de tempo de 10 minutos. Para que segundo SILVA, CAMARGO e OLIVEIRA (2016), ocorra variação na dose de radiação incidindo nos grãos.

##### **3.2.1 Contaminação por *Plodia interpunctella***

Para analisar o tratamento pela radiação UV-C, o malte foi contaminado forçadamente com larvas do inseto *Plodia interpunctella* proveniente de uma amostra de milho de pipoca contaminado.

#### **3.3 Análises físico-químicas**

Para caracterização da amostra, foram realizadas as seguintes análises: teor de umidade, sólidos solúveis, Acidez Titulável conforme metodologias descritas pelo IAL (2008), todas em triplicata garantindo maior exatidão dos resultados.

**Figura 2 – Disposição das lâmpadas na câmara**



**Fonte: Autoria própria (2022).**

Enquanto a Colorimetria foi determinada segundo método proposto por Abreu *et al.* (2013).

### 3.3.1 Teor de umidade

Pesou-se 20g da amostra em cadinho pesado e identificado em estufa por 24 horas à 105° Celsius. Posteriormente calculou-se segundo a Equação 1:

$$Umidade \% = \frac{(M_{Inicial} - M_{Final})}{M_{Inicial}} * 100 \quad (1)$$

### 3.3.2 Análise de pH

Pesou-se 20g da amostra e diluiu-se em 20 mL de água destilada e foi homogeneizado e filtrado. Determinou-se o pH com potenciômetro calibrado com soluções tampão de pH de 4,0 e 7,0.

### 3.3.3 Acidez Titulável

A acidez titulável foi determinada pela titulação de hidróxido de sódio 0,01 mol/L utilizando fenolftaleína como indicador. Posteriormente calculou-se conforme a Equação 2:

$$\% \text{ acidez em solução } \left( \frac{m}{v} \right) = \frac{(V \times f \times M \times 100)}{P} \quad (2)$$

Onde: V é o volume gasto de hidróxido de sódio gasto na titulação, f é o fator de correção da solução de hidróxido de sódio, M é a molaridade e P é o peso da amostra em gramas.

### 3.3.4 Sólidos Solúveis (Brix)

Primeiramente homogeneizou-se a amostra, foi medida a temperatura e então transferidas cerca de 2 gotas para o prisma do refratômetro. O grau Brix foi anotado e posteriormente corrigido, pois a temperatura ambiente era de aproximadamente 25°C.

### 3.3.5 Colorimetria

Pesou-se 2 gramas da amostra e analisou-se em colorímetro digital utilizando a escala CIElab os parâmetros L\* (variando do preto ao branco), a\* (variando do verde ao vermelho) e b\* (variando do azul ao amarelo) após calibração das cores verde, branco e preto.

## 3.4 Análises microbiológicas

### 3.4.1 Microscopia

Pesou-se uma amostra de 20 gramas de malte em placa de petri. Para melhor visualização, a amostra foi quarteada manualmente e separada onde havia indícios de insetos (grãos quebrados, ovos, fezes e restos de inseto), tomando-se dois quartos em diagonal, eliminando os outros dois e homogeneizando a amostra. Após isso foi analisada em microscópio estereoscópio com lente objetiva de 10x.

### 3.4.2 Contagem de fungos

Para contagem de fungos foi utilizado o método descrito por Marcia e Lazzari (1998) com adaptações. Meio ágar batata-dextrose (BDA) foi plaqueado e foram acomodados 15 grãos de malte de modo em que formassem 3 fileiras de 5 grãos cada. As placas foram vedadas

e incubadas à temperatura de 25º Celsius por 7 dias, com o resultado sendo expresso em porcentagem de contaminação de grãos por fungos, calculado pela Equação 3:

$$\text{Contaminação \%} = \frac{\text{Grãos Contaminados}}{15} * 100 \quad (3)$$

### 3.5 Análise dos resultados

Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), e as médias agrupadas pelo teste de Tukey de 5% de probabilidade por meio do programa Excel.

## 4 RESULTADOS

### 4.1 Análises Físico-Químicas

A Tabela 1 apresenta os resultados das análises físico-químicas das amostras de malte de trigo escuro não contaminadas.

**Tabela 1 – Resultados das Características físico-químicas do malte de trigo escuro tratado e não tratado com radiação UV-C**

Parâmetros	TC	T1	T2	T3
pH	5,52±0,03a	5,55±0,11a	5,61±0,02a	5,59±0,06a
Acidez Titulável	1,69 ± 0,25 a	1,30 ± 0,13 a	0,78 ± 0,09 b	0,65 ± 0,08 b
Umidade	7,79 ± 1,31 a	8,07 ± 1,18 a	8,21 ± 1,19 a	7,72 ± 1,37 a
Sólidos solúveis	25,31±0,04a	25,380,04a	25,430,04a	25,430,04a

Resultados expressos pela média de três repetições ± desvio-padrão. Médias seguidas pelas mesmas letras não apresentam diferenças entre si significativamente ( $p < 0,05$ ) pelo teste de Tukey., Onde: TC é tratamento controle; T1 é o tratamento a distância de 8 cm; T2 é o tratamento a distância de 16 cm e T3 a 30 cm da fonte de UV-C.,

Acidez titulável em gramas de ácido orgânico por 100 gramas de amostra, umidade em % em base úmida e

sólidos solúveis em graus Brix,

**Fonte: Autoria própria (2022).**

O pH é um importante parâmetro no malte para produção de cerveja pois é essencial para a atividade enzimática além de ajudar a manter a coloração durante a fermentação (BOGDAN; KORDIALIK-BOGACKA, 2017). Nesse estudo, os valores de pH variaram de 5,52 a 5,59 não havendo diferença estatística. Segundo Magalhães *et al.* (2011), o pH tende a ser mais baixo em maltes escuros do que em maltes normais, pois a alta temperatura de torrefação acarreta em perda enzimática, encontrando valor de pH de 5,14 para malte torrefado. Já Ferreira (2017), no tratamento de grãos de feijão não observou mudanças em função da utilização da radiação UV-C. Ramos *et al.* (2019) também não encontrou diferença de pH no tratamento de lichia do tipo "bengal".

A acidez titulável variou de 0,65 a 1,69. Houve diferença significativa entre Tratamento controle e Tratamento 1 com Tratamento 2 e Tratamento 3. No tratamento de lichias "bengal" e no tratamento de tangerinas com radiação UV-C Ramos *et al.* (2019) e Sanches *et al.* (2017) observaram que o tratamento com a menor exposição a radiação UV-C teve decaimento de ácido ascórbico frente aos outros tratamentos, que pode ser explicada pela oxidação do ácido ascórbico. Segundo Moulins (2001), o tratamento com luz UV-C causa oxidação de vitaminas, não afetando a qualidade nutricional. Isso poderia explicar, apesar de T1 apresentar maior valor que as demais amostras tratadas, a diferença de T3 e T2 (mais distantes da fonte luminosa), pois segundo Batifoulrier *et al.* (2006) o trigo é rico em vitaminas do complexo B, incluído o ácido fólico.

Os valores encontrados para o teor de umidade variam entre 7,72% e 8,21%, não apresentando diferença estatística significativa. Segundo Magalhães *et al.* (2011), a umidade irá depender principalmente do processo de produção do malte, do tipo de malte e do armazena-

mento empregado. No geral a umidade diminui conforme a cor do malte aumenta, pois a mesma evapora no processo de secagem e torra. Para malte torrefado, o valor de umidade encontrado na literatura foi de 2,1% em base úmida (MAGALHÃES *et al.*, 2011). O padrão para umidade de grãos de trigo é de 13% segundo Instrução Normativa nº 38, de 30 de novembro de 2010 de identidade e qualidade do MAPA (BRASIL, ). Acima de 14% de umidade a qualidade do grão pode ser afetada por contaminação de mofos (MIRANDA; MORI; LORINI, 2008).

Segundo Fruetti *et al.* (2007) o trigo é rico em amido e no processo de maltagem ocorre liberação e formação de enzimas que atuarão no processo de sacarificação do amido. A concentração de açúcar é um dos fatores importantes na fermentação, pois se presente em quantidades insuficientes ou exageradas acabam por refletir na produção de álcool (SILVA *et al.*, 2019) Os sólidos solúveis variaram de 25,31 a 25,43 não apresentando diferença significativa. Este resultado é corroborado pelos estudos de Nassur *et al.* (2015) em hortaliças minimamente processadas. Os autores também não encontraram diferenças significativas nos teores de sólidos solúveis frente ao tratamento com luz UV-C.

A Tabela 2 apresenta os resultados do teste de colorimetria do malte de trigo escuro.

**Tabela 2 – Resultados do teste de colorimetria do malte de trigo escuro tratado e não tratado com radiação UV-C**

Parâmetros	TC	T1	T2	T3
L*	39,38 ± 0,70 a	41,46 ± 1,53 a	38,92 ± 2,51 a	39,47 ± 2,70 a
a*	11,80 ± 1,15 a	10,20 ± 1,37 a	8,62 ± 1,45 a	11,00 ± 3,03 a
b*	19,51 ± 2,47 a	19,84 ± 2,40 a	17,32 ± 0,80 a	19,96 ± 2,49 a

Resultados expressos pela média de três repetições ± desvio-padrão. Médias seguidas pelas mesmas letras não apresentam diferenças entre si significativamente ( $p < 0,05$ ) pelo teste de Tukey., Onde: TC é tratamento controle; T1 é o tratamento a distância de 8 cm; T2 é o tratamento a distância de 16 cm e T3 a 30 cm da fonte de UV-C.,

**Fonte: Autoria própria (2022).**

A cor do malte é definida pelo processo de secagem e torrefação, que irá influenciar no aroma, sabor, cor da cerveja e no seu rendimento (tendo os maltes escuros os menores níveis) (MALLETT, 2014). Na análise colorimétrica, no parâmetro L\* houve variação de 38,92 a 41,46 no parâmetro a\* variou de 8,62 a 11,80 e b\* de 17,32 a 19,96 não havendo diferença significativa em nenhum tratamento frente ao controle. Dittgen *et al.* (2021) no tratamento de arroz com UV-C, não observou diferenças significativas no período de até 1 hora, mas sim após o grão ser armazenado por mais de 20 dias. Já Wu *et al.* (2016) ) observou escurecimento no tratamento de cogumelos com UV-C, que pode estar associado ao acúmulo e posterior oxidação de compostos fenólicos em melanoidinas, que possuem coloração marrom. As melanoidinas são consideradas produtos finais da reação de Maillard. São macromoléculas resultantes da reação entre um açúcar redutor e compostos que possuem um grupo amino livre (ANDRIOT; LE-QUÉRÉ; GUICHARD, 2004).

**Tabela 3 – Porcentagem de infecção fúngica no malte de trigo escuro tratado e não tratado com luz UV-C**

	C	T1	T2	T3
<b>Contaminação %</b>	44,44±13,70a	6,67±5,44b	6,67±9,43b	13,33±10,89b

Resultados expressos pela média de três repetições em porcentagem  $\pm$  desvio-padrão. Médias seguidas pelas mesmas letras não apresentam diferenças entre si significativamente ( $p < 0,05$ ) pelo teste de Tukey., Onde: TC é tratamento controle; T1 é o tratamento a distância de 8 cm; T2 é o tratamento a distância de 16 cm e T3 a 30 cm da fonte de UV-C.,

**Fonte: Aatoria própria (2022).**

## 4.2 Análises Microbiológicas

As porcentagens encontradas de contaminação foram de 6,67% a 13,33% com o tratamento, onde foram plaqueados 15 grãos de malte em triplicata. Observa-se que o tratamento UV-C produziu redução considerável na contaminação por fungos quando comparado com amostra controle. Observa-se que o tratamento UV-C produziu redução considerável na contaminação por fungos quando comparado com amostra controle. Cabe ressaltar que as condições T1 e T2 (que se apresentam a 8cm e 16cm de distância da fonte luminosa) foram aquelas que apresentaram maiores reduções na contaminação. Considerando os resultados para o teor de umidade, os grãos apresentaram teores bem inferiores a 14% e ainda assim o crescimento de fungos foi observado nas amostras controle e tratadas. Paez *et al.* (2011) mostrou redução de 43% a 52% de crescimento de *Fusarium spp* em duas variedades de milho, enquanto Hidaka e Kubota (2006) mostraram redução de 90% de *Aspergillus e Penicillium spp* em grãos de trigo usando luz UV-C, na condição de tratamento de 2,1 minutos no comprimento de onda 254 nm. A menor redução de contaminação em T3 se deve ao fato desse tratamento estar mais distante da fonte luminosa, mas ainda assim evidencia ação dos efeitos da luz UV-C frente ao controle.

## 4.3 Irradiação UV-C no inseto

Foi observado pequeno ressecamento dos parênquimas que recobrem o casulo da pupa e a pupa em si em todos os tratamentos, com evidente transparência das mesmas como mostrado na Figura 3. A estrutura do inseto se tornou frágil e quebradiça, dificultando até mesmo a visualização. A pupa utilizada como controle se desenvolveu tornando-se adulta, mostrada na Figura 4.

Na Figura 5 é possível observar a seda produzida por uma larva saudável, contrastando com a seda do casulo que recobre a pupa morta.

Devido ao tempo de análise e da disponibilidade de insetos, foi possível apenas utilizar insetos na fase de pupa. Segundo Hori *et al.* (2014) a toxicidade de diversos comprimentos de onda variam de espécie para espécie de insetos e que comprimentos de onda mais curtos nem sempre são mais tóxicos. O comprimento de onda de 254 nm utilizado no tratamento foi fatal para essa espécie específica.

**Figura 3 – Pupa morta após o Tratamento 3**



**Fonte: Autoria própria (2022).**

**Figura 4 – Traça adulta vista de baixo**



**Fonte: Autorial própria (2022).**

**Figura 5 – Fios de seda criado por larvas de *Plodia interpunctella***



**Fonte: Autoria própria (2022).**

## 5 CONCLUSÃO

As características físico-químicas se mostraram convenientes, apresentando diferenciação significativa apenas na acidez titulável. Esse parâmetro poderia ser mais explorado em futuras análises na sua relação com a luz UV-C e a produção de cerveja.

As análises microbiológicas se mostraram dentro do esperado para esse tratamento, demonstrando a eficácia da luz UV-C na inibição de microrganismos presentes em superfície. O mesmo foi observado para pupa de *Plodia interpunctella*.

O tratamento com luz UV-C no comprimento de onda majoritário de 254 nm se mostrou eficaz na sua exterminação, apresentando-se adequado por ser rápido e de fácil execução. O tratamento nas três fases do inseto (larva, pupa e traça) poderia ser estudado em trabalhos futuros.

Dessa forma, a tecnologia da radiação ultravioleta no comprimento germicida demonstrou efetividade na redução da carga microbiana e na inativação de pupas de *Plodia interpunctella*, se mostrando versátil e de fácil utilização. Esse resultado indica que a tecnologia UV-C poderia ser aplicada em grãos de malte com a possibilidade de aumentar a vida útil no armazenamento.

## REFERÊNCIAS

- ABREU, G. F. de *et al.* Colorimetria em grãos de café submetidos a diferentes métodos de processamentos e armazenados em ambiente resfriado. **Embrapa Café**, p. 2, 11 2013. Brasília, DF. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/95215/1/Colorimetria-em-graos-de-cafe.pdf>. Acesso em: 27 out. 2021.
- ANDRIOT, I.; LE-QUÉRÉ, J.; GUICHARD, E. Interactions between coffee melanoidins and flavour compounds: impact of freeze-drying (method and time) and roasting degree of coffee on melanoidins retention capacity. **Food Chemistry**, v. 85, n. 2, p. 289–294, 2004. ISSN 0308-8146. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814603003571>. Acesso em: 02 mai. 2022.
- BALBINOT, C. A.; BORGES, C. D. Efeitos da radiação uv-c em alface e maçã minimamente processadas: uma revisão. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 23, n. 1, mar 2020. ISSN 1981-6723. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bjft/a/mrM7c4RYQ6PZb5MRmHg94yQ/?lang=pt#>. Acesso em: 04 mai. 2022.
- BATIFOULIER, F. *et al.* Variability of b vitamin concentrations in wheat grain, milling fractions and bread products. **European Journal of Agronomy**, v. 25, n. 2, p. 163–169, 2006. ISSN 1161-0301. Modelling Quality Traits and Their Genetic Variability for Wheat. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1161030106000475>. Acesso em: 02 mai. 2022.
- BOFFILL, Y.; GALLARDO-AGUILAR, I.; SILVA, J. de Almeida e. Utilização do malte de sorgo na produção de cerveja: revisão bibliográfica. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 21, p. 3, 10 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1981-6723.19817>. Acesso em: 02 out. 2021.
- BOGDAN, P.; KORDIALIK-BOGACKA, E. Alternatives to malt in brewing. **Trends in Food Science Technology**, v. 65, p. 1–9, 2017. ISSN 0924-2244. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0924224416300930>. Acesso em: 09 abr. 2022.
- BRASIL. **Regulamento Técnico do Trigo**. [S./]. Disponível em: <https://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=visualizarAtoPortalMapa&chave=358389789>. Acesso em: 15 mai 2022.
- CARVALHO, P. de T. **Trigo com germinação pre-colheita na produção de malte**. 2015. Dissertação (Mestrado) — Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2015. Disponível em: [https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/1391/1/UEL\\_PPGCA\\_D\\_Carvalho%2C%20Paulo%20de%20Tarso\\_2015.pdf](https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/1391/1/UEL_PPGCA_D_Carvalho%2C%20Paulo%20de%20Tarso_2015.pdf).
- CONAB. **Perdas em Transporte e Armazenagem de Grãos – Panorama atual e perspectiva**. Companhia Nacional de Abastecimento - Conab, 2021. 146 p. Brasília, DF. ISBN 978-65-89447-00-9. Disponível em: [https://www.conab.gov.br/outras-publicacoes/item/download/35953\\_e93eba0ef12529526cef749f8d465f7b](https://www.conab.gov.br/outras-publicacoes/item/download/35953_e93eba0ef12529526cef749f8d465f7b). Acesso em: 2 out. 2021.
- CONAB, C. N. de A. **A Cultura do Trigo**. Companhia Nacional de Abastecimento - Conab, Brasília BR, 2017. 218 p. ISBN 978-85-62223-09-9. Disponível em: <https://conab.gov.br>. Acesso em: 21 fev. 2022.

DITTMER, C. L. *et al.* Chemical, physical, and sensory changes in rice subjected to uv-c radiation and its acceptability to rice weevil *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae) and humans. **Journal of Stored Products Research**, v. 90, p. 101760, 2021. ISSN 0022-474X. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022474X20305051>. Acesso em: 05 mai. 2022.

FAO. **Estatísticas de produção de trigo**. Roma, Itália, 2021. Disponível em: <https://www.fao.org/worldfoodsituation/csdb/en/>. Acesso em: 05 mai. 2022.

FERREIRA, C. *et al.* Quality of grain and oil of maize subjected to uv-c radiation (254 nm) for the control of weevil (*Sitophilus zeamais* Motschulsky). **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 42, 08 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/jfpp.13453>. Acesso em: 21 out. 2021.

FERREIRA, C. D. *et al.* Pré-tratamento com radiação uv-c: influências sobre as propriedades tecnológicas e metabólitos em feijão armazenado. **Brazilian Journal of Food Research**, v. 8, n. 2, p. 1–15, 2017. ISSN 2448-3184. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rebrapa/article/view/3911>. Acesso em: 18 set. 2021.

FRUETTI, A. X. *et al.* Estudo da melhor concentração de malte de trigo para obtenção de álcool de cereais. *In: V Simpósio de Alimentos par a região Sul*. Anais, 2007. p. 2–3. Disponível em: [https://www.upf.br/\\_uploads/Conteudo/simposio-sial-anais/2007/todos/31.pdf](https://www.upf.br/_uploads/Conteudo/simposio-sial-anais/2007/todos/31.pdf). Acesso em: 03 mai. 2022.

HIDAKA, Y.; KUBOTA, K. Study on the sterilization of grain surface using uv radiation: Development and evaluation of uv irradiation equipment. **Japan Agricultural Research Quarterly**, v. 40, p. 157–161, 04 2006. Disponível em: <https://www.jircas.go.jp/en/publication/jarq/40/2/157>. Acesso em: 21 abr. 2022.

HORI, M. *et al.* Lethal effects of short-wavelength visible light on insects. **Scientific reports**, v. 4, p. 73–83, 12 2014. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/srep07383>. Acesso em: 06 mai. 2022.

IAL, I. A. L. **Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos**. 5. ed. Instituto Adolfo Lutz, 2008. São Paulo, SP. Disponível em: [http://www.ial.sp.gov.br/resources/editorinplace/ial/2016\\_3\\_19/analisedealimentosial\\_2008.pdf](http://www.ial.sp.gov.br/resources/editorinplace/ial/2016_3_19/analisedealimentosial_2008.pdf). Acesso em: 13 nov. 2021.

JIN, Z. *et al.* Production of deoxynivalenol (DON) and DON-3-glucoside during the malting of fusarium infected hard red spring wheat. **Food Control**, v. 85, p. 6–10, 2018. ISSN 0956-7135. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956713517304358>. Acesso em: 05 mai. 2022.

LORINI, I. Perdas anuais em grãos armazenados chegam a 10% da produção nacional. **Visão Agrícola**, v. 4, n. 13, p. 127–129, jun. 2015. Disponível em: [https://www.esalq.usp.br/visaoagricola/sites/default/files/VA\\_13\\_Colheita\\_armazenamento-artigo3.pdf](https://www.esalq.usp.br/visaoagricola/sites/default/files/VA_13_Colheita_armazenamento-artigo3.pdf). Acesso em: 04 mai. 2022.

LORINI, I. *et al.* **Manejo Integrado de Pragas de Grãos e Sementes Armazenadas**. [S.l.]: Embrapa, 2015. 19–23 p. Brasília, DF. ISBN 978-85-7035-471-6.

MAGALHÃES, P. J. *et al.* Influence of malt on the xanthohumol and isoxanthohumol behavior in pale and dark beers: A micro-scale approach. **Food Research International**, v. 44, n. 1, p. 351–359, 2011. ISSN 0963-9969. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0963996910003698>. Acesso em: 22 fev. 2022.

- MAHARAJ, R. Effects of abiotic stress (uv-c) induced activation of phytochemicals on the postharvest quality of horticultural crops. *In*: RAO, A. V.; RAO, L. G. (Ed.). **Phytochemicals**. Rijeka: IntechOpen, 2015. cap. 9. Disponível em: <https://doi.org/10.5772/60050>. Acesso em: 15 mai 2022.
- MALLETT, J. **Malt: a practical guide from field to brewhouse**. 2. ed. [S.l.]: Brewers Publications, 2014. 156 p. ISBN 978-1-938469-12-1.
- MARCIA, B.; LAZZARI, F. Monitoramento de fungos em milho em grão, grits e fubá. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 18, p. 363–367, 01 1998. ISSN 1678-457X. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cta/a/tWktchcCHSVpdhKKML4tVWq/?lang=pt#>. Acesso em: 19 set. 2021.
- MIRANDA, M. Z.; MORI, C.; LORINI, I. **Qualidade comercial do trigo brasileiro: Safra 2005**. Passo Fundo, RS: Embrapa Trigo - Documento 80, 2008. 102 p.
- MORADO, R. **Larousse da cerveja: A história e as curiosidades de uma das bebidas mais populares do mundo**. 1. ed. [S.l.]: Alaúde Editorial LTDA, 2009. 12–13 p. ISBN 978-85-7881-457-1.
- MOULINS, R. A. **Food Irradiation: Principles and Applications**. [S.l.]: Wiley Canadá, 2001. 488 p. ISBN 978-0-471-35634-9.
- NARITA, K. *et al.* Disinfection and healing effects of 222-nm uvc light on methicillin-resistant staphylococcus aureus infection in mouse wounds. **Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology**, v. 178, p. 10–18, 2018. ISSN 1011-1344. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1011134417305559>. Acesso em: 04 mai. 2022.
- NASSUR, R. de C. M. R. *et al.* Radiação uv-c na qualidade de hortaliças minimamente processadas. **Brazilian Journal of Food Research**, REBRAPA, v. 06, n. 2, p. 01–09, out. 2015. Disponível em: [periodicos.utfrpr.edu.br/revista/revista-rebrapa/article/download/3473/3473/pdf](http://periodicos.utfrpr.edu.br/revista/revista-rebrapa/article/download/3473/3473/pdf)&usg=AOvVaw3yvUOuV-ASSAeQk3Tn2U47. Acesso em: 18 mai. 2022.
- PAEZ, R. *et al.* Control of natural mycobiota in maize grains by ultraviolet (uv) irradiation. **Acta Agrophysica**, v. 18, p. 375–388, 01 2011. Disponível em: <http://www.acta-agrophysica.org/Control-of-natural-mycobiota-in-maize-grains-by-ultraviolet-UVC-irradiation,107184,0,2.html>. Acesso em: 05 mai. 2022.
- RAMOS, J. A. *et al.* Radiação ultravioleta (uv-c) na qualidade pós-colheita de frutos de lichia 'bengal'. **Colloquium Agrariae**, Unoeste, v. 19, p. 64–73, fev. 2019. ISSN 1809-8215. Disponível em: <https://journal.unoeste.br/index.php/ca/article/view/2417/2665>. Acesso em: 21 fev. 2022.
- RODHOUSE, L.; CARBONERO, F. Overview of craft brewing specificities and potentially associated microbiota. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Taylor Francis, v. 59, n. 3, p. 462–473, 2019. PMID: 28910550. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/10408398.2017.1378616>. Acesso em: 23 abr. 2022.
- SANCHES, A. G. *et al.* Radiação uv-c na longevidade pós-colheita de tangerinas sob refrigeração. **Agrarian**, v. 10, n. 36, p. 129–135, jun. 2017. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/agrarian/article/view/5372>. Acesso em: 05 dez. 2021.
- SANTOS, I. J. dos; COUTO, S. M.; ANDRADE, E. T. de. Cinética de secagem em camada fina do malte verde de cevada. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 3, p. 53–59,

jan 2001. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.15871/1517-8595/rbpa.v3n1p53-59>. Acesso em: 05 mai. 2022.

SENAR. **Grãos: armazenamento de milho, soja, feijão e café**. [S.l.]: Serviço de Aprendizagem Rural - SENAR, 2018. 87-88 p. Brasília, DF. ISBN 978-85-7664-201-5.

SILVA, J. D.; CAMARGO, C. M.; OLIVEIRA, M. D. Qualidade de grãos de milho tratados com radiação uv-armazenados com diferentes umidades durante nove meses. *In: XXV Congresso de Iniciação Científica - Universidade de Pelotas*. Pelotas: ANAIS, 2016. p. 3–4. Disponível em: [https://cti.ufpel.edu.br/siepe/arquivos/2016/CA\\_01674.pdf](https://cti.ufpel.edu.br/siepe/arquivos/2016/CA_01674.pdf). Acesso em: 17 fev. 2022.

SILVA, P. C. *et al.* Influência da concentração de sacarose na fermentação alcoólica de mostos com altos teores de açúcar utilizando leveduras floculantes. *In: XIII Congresso Brasileiro em Engenharia Química em Iniciação Científica*. Uberlândia MG: Anais, 2019. p. 2660–2666. Disponível em: <http://cobeqic2019.com.br/trabalhosfinais/PBIO36.pdf>. Acesso em: 19 abr. 2022.

TERPINC, P. *et al.* Lc–ms analysis of phenolic compounds and antioxidant activity of buckwheat at different stages of malting. **Food Chemistry**, v. 210, p. 9–17, 2016. ISSN 0308-8146. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814616305477>. Acesso em: 04 mai. 2022.

TIBOLA, C. S. *et al.* **Trigo no Brasil: bases para produção competitiva e sustentável: Gestão da sanidade e qualidade tecnológica do trigo em pré e pós-colheita: estudo em sistema integrado de produção e armazenagem**. Passo Fundo, BR: Embrapa Trigo, 2011. 391-426 p. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/931337/trigo-no-brasil-bases-para-producao-competitiva-e-sustentavel>.

TRIPLEHORN, C. A.; JOHNSON, N. F. **Estudos dos insetos**. Cengage, 2011. 816 p. ISBN 9788522107995. Disponível em: <https://www.cengage.com.br/livro/estudo-dos-insetos/>. Acesso em: 16 abr. 2022.

WU, X. *et al.* Effects of uv-c on antioxidant activity, total phenolics and main phenolic compounds of the melanin biosynthesis pathway in different tissues of button mushroom. **Postharvest Biology and Technology**, v. 118, p. 51–58, 2016. ISSN 0925-5214. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925521416300412>. Acesso em: 23 abr. 2022.

YIN, H. *et al.* A preliminary study about the influence of high hydrostatic pressure processing on the physicochemical and sensorial properties of a cloudy wheat beer. **Journal of the Institute of Brewing**, v. 122, n. 3, p. 462–467, 2016. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/jib.344>. Acesso em: 02 mai. 2022.