



**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

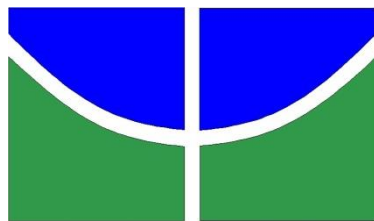
**PERSISTÊNCIA DE UM TOBAMOVÍRUS EM SUPERFÍCIE DE  
MADEIRA MODIFICADA TERMICAMENTE**

**Maria Luiza Fernandes de Oliveira**

**Brasília, 14 de dezembro de 2023**

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**

**FACULDADE DE TECNOLOGIA**



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
FACULDADE DE TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL

**PERSISTÊNCIA DE UM TOBAMOVÍRUS EM SUPERFÍCIE DE  
MADEIRA MODIFICADA TERMICAMENTE**

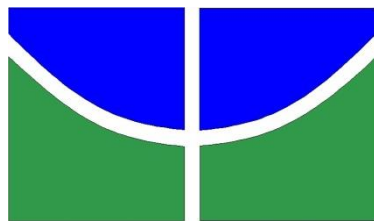
**Maria Luiza Fernandes de Oliveira**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação  
apresentado ao Departamento de Engenharia  
Florestal da Universidade de Brasília como parte  
das exigências para obtenção do título de Bacharel  
em Engenharia Florestal.

Orientador: Prof. Dr. Claudio Henrique Soares Del  
Menezzi

Coorientadora: Prof.<sup>a</sup> Dra. Rita de Cássia Pereira  
Carvalho

Brasília-DF, 14 de dezembro de 2023



**Universidade de Brasília - UnB**  
**Faculdade de Tecnologia - FT**  
**Departamento de Engenharia Florestal – EFL**

**PERSISTÊNCIA DE UM TOBAMOVÍRUS EM SUPERFÍCIE DE  
MADEIRA MODIFICADA TERMICAMENTE**

Estudante: Maria Luiza Fernandes de Oliveira

Matrícula: 17/0166449

Orientador(a): Prof. Dr. Claudio Henrique Soares Del Menezzi

Menção: \_\_\_\_\_

---

Prof. Dr. Claudio Henrique Soares Del Menezzi  
Universidade de Brasília – UnB  
Departamento de Engenharia Florestal  
Orientador (EFL)

---

Prof.<sup>a</sup> Dra. Rita de Cássia Pereira Carvalho  
Universidade de Brasília – UnB  
Departamento de Fitopatologia  
Coorientadora (FIT/IB)

---

Prof. Dr. Alexandre Florian da Costa  
Universidade de Brasília – UnB  
Departamento de Engenharia Florestal  
Membro da Banca

Brasília-DF, 15 de dezembro de 2023

## FICHA CATALOGRÁFICA

OLIVEIRA, MARIA LUIZA FERNANDES

PERSISTÊNCIA DE UM TOBAMOVÍRUS EM SUPERFÍCIE DE MADEIRA MODIFICADA TERMICAMENTE.

37p., 210 x 297mm (EFL/FT/UnB, Engenharia, Engenharia Florestal, 2023).

Trabalho de conclusão de curso - Universidade de Brasília, Faculdade de Tecnologia.

Departamento de Engenharia Florestal

- |                 |                        |
|-----------------|------------------------|
| 1. Vírus        | 2. madeira             |
| 3. Persistência | 4. Modificação térmica |

I. EFL/FT/UnB

II. Título (série)

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

OLIVEIRA, M. F. (2023). **PERSISTÊNCIA DE UM TOBAMOVÍRUS EM SUPERFÍCIE DE MADEIRA MODIFICADA TERMICAMENTE**. Trabalho de conclusão de curso, Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 37 p.

## CESSÃO DE DIREITOS

AUTOR(A): Maria Luiza Fernandes de Oliveira

TÍTULO: *Persistência de um tobamovírus em superfície de madeira modificada termicamente*

GRAU: Engenheiro(a) Florestal

ANO: 2023

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias deste Projeto Final de Graduação e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. A autora reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte deste Projeto Final de Graduação pode ser reproduzida sem autorização por escrito do autor.

---

Maria Luiza Fernandes de Oliveira

engflomarialuiza@gmail.com

Dedico este trabalho a todos que, de alguma forma, ajudaram-me nessa caminhada, em especial aos meus avós Eva e João, que embora não estejam mais entre nós, foram fundamentais em minha trajetória não só acadêmica, mas de vida.

## AGRADECIMENTOS

Primeiro, agradeço a Deus pela família excepcional a qual Ele me permitiu fazer parte, pois foram meus maiores incentivadores nessa jornada acadêmica, agradeço também pela saúde, força e cuidado concebidos durante essa cansativa e desafiadora trajetória.

Aos meus pais, Edilza e José, por todas as vezes que abdicaram de si mesmos pensando em mim, ao meu pai por todas as vezes que ficou dentro do carro no estacionamento por horas me esperando sair das aulas, porque estava andando com auxílio de andador. À minha mãe que sempre priorizou os filhos, deixando seus desejos pessoais atrás dos nossos e que me permitiu ter esse diploma, você é minha inspiração de força e determinação.

À minha tia Vailma e meu tio Pablo que tantas vezes me salvaram de perrengues acadêmicos, levando-me em cursos noturnos e buscando. Ao meu irmão, Derik, minhas primas Maria Eduarda, Ana Clara e a tia Wilma que sempre estiveram disponíveis quando precisei, desde me levar à FAL até me ajudar com bioquímica.

À minha família da UNIPAMPA e São Gabriel-RS: Leonardo, Dionata, Natália, Karoline, Eduarda, Estéfany, Marina, Débora, Ariane, Gian, Bruna, Wilson, Dona Vânia e sua família, entre outros tantos que foram o motivo de ter conseguido morar 3 semestres a mais de 2000 kms longe de casa e que me ensinaram que a graduação vai além de conhecimentos específicos, traz consigo amizades e um enorme crescimento pessoal.

Aos meus colegas da UnB: Thaís, Flávia, Giovanna, Rildo, Potira, Milene, Christian, Marcus, Mateus, Ana Carolina e incontáveis outros. À Flávia da secretaria do departamento que, com certeza, foi um anjo em minha caminhada acadêmica desde a minha chegada à UnB até o fim, não consigo expressar em palavras minha gratidão. À tia Isabel do Potinho da Hora no BSAS que inúmeras vezes me deu (ao invés de vender, pois é sua fonte de renda) seu maravilhoso chocolate quente e salgados, que Deus abençoe seu trabalho.

Aos professores pelos quais cultivo imenso respeito e admiração, pois para além de suas responsabilidades foram extremamente humanos, deixando essa jornada mais leve: Annelise (UNIPAMPA), Chiara (UNIPAMPA), Felipe (UNIPAMPA), Mirla (UNIPAMPA), Cristhian Bugs (UNIPAMPA), Alexandre (UnB), Leonardo (UnB), Ricardo (UnB), Mauro (UnB), Eraldo (UnB) e Reuber (UnB).

Aos meus colegas do Laboratório de Virologia Vegetal (IB/UnB): Felipe, Luciane, Izaías, Flávia, Eduardo e Giovana. Em especial ao Felipe e a Luciane, a Lu por todo conhecimento compartilhado e conversas das quais sentirei falta, ao Felipe, porque para além

dos aprendizados partilhados, sua gentileza e humanidade são indescritíveis. Inclusive, não posso deixar de agradecer a ele, Izaías e Eduardo por me ajudarem com a parte pesada de carregar soluções e cadinhos nos vários dias do experimento. Ao Wasington, agradeço por sua prestatividade e prontidão a qualquer pedido de auxílio lá na Estação Experimental de Biologia.

Por fim e, com certeza, não menos importante, aos meus orientadores Rita de Cássia e Cláudio Del Menezzi. À Rita, de coração, agradeço pelas oportunidades dadas, pelos ensinamentos e conversas que me acrescentaram muito mais do que só profissionalmente, agradeço também porque foi com ela que aprendi a escrever textos acadêmicos. Tenho ela e a Lu como inspirações de mulheres fortes na ciência. Ao Del Menezzi, a quem pude conhecer um pouco mais nessa reta final agradeço pela orientação, pelo conhecimento compartilhado e pelas boas conversas sobre família e esporte que me tiravam um pouquinho a ansiedade, inerente à essa etapa.

“A tarefa não é tanto ver aquilo que ninguém viu, mas pensar o que ninguém ainda pensou sobre aquilo que todo mundo vê.” (Arthur Schopenhauer)



## RESUMO

OLIVEIRA, M. L. F. **PERSISTÊNCIA DE UM TOBAMOVÍRUS EM SUPERFÍCIE DE MADEIRA MODIFICADA TERMICAMENTE**. Monografia (Bacharelado em Engenharia Florestal) – Universidade de Brasília, Brasília, DF.

A madeira é um material muito presente no dia a dia das pessoas, seja em objetos como porta joias, utensílios de cozinha, móveis, seja no campo como mourões para cerca, ferramentas para tratos silviculturais. Tendo em vista a relevância desse material no cotidiano, torna-se indispensável estudos que busquem entender a dinâmica superfície de madeira-patógeno, em relação a persistência de patógenos, uma vez que a sobrevivência destes em fômites é um mecanismo de disseminação de doenças. Entender sobre esse processo é uma forma de reduzir e/ou prevenir o alastramento destas doenças. Existem poucos estudos a respeito da persistência de patógenos em fômites. Este problema é maximizado quando afunilado à persistência viral em madeiras, ainda mais tratando-se de um vírus de planta. Dessa forma, este trabalho tem como objetivo avaliar a persistência de um tobamovírus, gênero de vírus, cujas espécies acometem plantas, em superfície de madeira modificada termicamente. Para isso, 8 lâminas de *Pinus sp.* foram modificadas termicamente a 220 °C, de um total de 12 lâminas, sendo 4 testemunhas. Posteriormente, os corpos de provas de dimensões médias de 24,74 cm, 12,11 cm, 0,20 cm (comprimento, de largura e espessura, respectivamente) e peso médio 25,23 gramas, foram redimensionados para 4 cm x 4 cm x 0,20 cm de comprimento, largura e espessura, originando assim 130 corpos de prova. Estas lâminas redimensionadas foram imergidas em solução tampão com e sem o vírus, para em sequência ser realizado o teste de permanência nos tempos: inicial (5 minutos), 4 horas, 24 horas, 72 horas e 168 horas. Verificou-se a aparição de sintomas em todos os tempos analisados na superfície da madeira modificada termicamente, já nas não modificadas o vírus permaneceu por 72 horas. Entretanto, houve uma redução no número de amostras inoculadas, com o passar do tempo, que foram sintomáticas, constatou-se também uma redução na quantidade de sintomas apresentados nos dois últimos tempos (72 e 168 horas).

**Palavras-chave:** Vírus; persistência; madeira; modificação térmica.

## ABSTRACT

OLIVEIRA, M. L. F. **PERSISTENCE OF A TOBAMOVIRUS ON THERMALLY MODIFIED WOOD SURFACE**. Monograph (Forest Engineering Degree) – University of Brasília, Brasília, DF.

Wood is a material that is very present in people's daily lives, whether in objects such as jewelry boxes, kitchen utensils, furniture, or in the field as fence posts, tools for forestry work. Considering the relevance of this material in everyday life, studies that seek to understand the dynamics of wood surface-pathogen, in relation to the persistence of pathogens, are essential, since their survival in fomites is a mechanism for the spread of diseases. Understanding this process is a way to reduce and/or prevent the spread of these diseases. There are few studies regarding the persistence of pathogens in fomites. This problem is maximized when funneled to viral persistence in wood, even more so in the case of a plant virus. Therefore, this work aims to evaluate the persistence of a tobamovirus, a genus of viruses, whose species affect plants, on thermally modified wooden surfaces. For this, 8 blades of *Pinus* sp. were thermally modified at 220 °C, from a total of 12 slides, 4 of which were controls. Subsequently, the specimens with average dimensions of 24.74 cm, 12.11 cm, 0.20 cm (length, width and thickness, respectively) and average weight of 25.23 grams, were resized to 4 cm x 4 cm x 0.20 cm in length, width and thickness, thus creating 130 specimens. These resized slides were immersed in buffer solution with and without the virus, so that the permanence test was carried out in sequence at the following times: initial (5 minutes), 4 hours, 24 hours, 72 hours and 168 hours. Symptoms appeared at all times analyzed on the surface of thermally modified wood, whereas on unmodified wood the virus remained for 72 hours. However, there was a reduction in the number of inoculated samples, over time, which were symptomatic, and there was also a reduction in the number of symptoms presented in the last two periods (72 and 168 hours).

**Keywords:** Virus; persistence; wood; thermal modification.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

### LISTA DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| <b>Figura 1.</b> Estufa Binder ED115, na qual as lâminas foram submetidas à modificação térmica.....  | 20 |
| <b>Figura 2.</b> Lâminas pré-modificação térmica (A) e após a modificação (B).....  | 20 |
| <b>Figura 3.</b> Serra seguetta.....  | 21 |
| <b>Figura 4.</b> Corpos de prova: testemunhas (A) e modificados termicamente (B) redimensionados.....   | 21 |
| <b>Figura 5.</b> Etapas da produção de inóculos: matriz viral (A), abrasivo carborundum (B) sendo adicionado à solução tampão (C) e inoculação mecânica (D).....                          | 23 |
| <b>Figura 6.</b> Etapas pós renovação de inóculos (A): lavagem das folhas com água destilada (B) para retirar o excesso de abrasivo e aparição de sintomas (C).....                       | 24 |
| <b>Figura 7.</b> Lâminas não modificadas/modificadas, não inoculadas (A) e inoculadas (B) colocadas para secar sobre papel toalha.....  | 25 |
| <b>Figura 8.</b> Imersão das lâminas em tampão de inoculação, passados os tempos estudados, para posterior inoculação em <i>Nicotiana rustica</i> - cultivar TNN.....                     | 26 |
| <b>Figura 9.</b> Mudinhas transplantadas para o vaso em diferentes dias, neste caso, em 28/08/23 as mudas foram transplantadas para testar a permanência após 72 horas.....               | 27 |
| <b>Figura 10.</b> Inoculação em <i>Nicotiana rustica</i> - cultivar TNN.....  | 27 |
| <b>Figura 11.</b> Sintomas apresentados após persistência dos tempos estudados. A) Mosaico; B) Bolhosidade e C) Encarquilhamento.....   | 28 |
| <b>Figura 12.</b> Comparação entre amostras inoculadas I-MT 24-4, I-MT 168-2 e I-NM 0-6 e seus respectivos controles, amostras não inoculadas NI-MT 24-14, NI-MT 168-12 e NI-NM 0-16..... | 28 |
| <b>Figura 13.</b> Frequência relativa (%) do aparecimento de sintomas por tempo estudado.....   | 29 |
| <b>Figura 14.</b> Aparição de sintomas nos tempos analisados.....   | 29 |
| <b>Figura 15.</b> Frequência relativa de cada sintoma (mosaico, bolhosidade e encarquilhamento) por tempo estudado.....   | 30 |
| <b>Figura 16.</b> Persistência viral nos diferentes tratamentos da madeira.....   | 32 |

## LISTA DE QUADROS

|  |    |
|--|----|
| <b>Quadro 1.</b> Esboço de ensaio de inoculação do TMV nos diferentes tratamentos e suas repetições..... | 22 |
| <b>Quadro 2.</b> Aparição de sintomas em amostras inoculadas individuais após 5 minutos.....             | 31 |
| <b>Quadro 3.</b> Aparição de sintomas em amostras inoculadas individuais após 4 horas.....               | 31 |
| <b>Quadro 4.</b> Aparição de sintomas em amostras inoculadas individuais após 24 horas.....              | 31 |
| <b>Quadro 5.</b> Aparição de sintomas em amostras inoculadas individuais após 72 horas.....              | 31 |
| <b>Quadro 6.</b> Aparição de sintomas em amostras inoculadas individuais após 168 horas.....             | 31 |

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

|     |                                  |
|-----|----------------------------------|
| EEB | Estação Experimental de Biologia |
| EFL | Engenharia Florestal             |
| LIV | Longevidade <i>in vitro</i>      |
| PIT | Ponto de inativação térmica      |
| TMV | <i>Tobacco mosaic virus</i>      |
| UnB | Universidade de Brasília         |

## SUMÁRIO

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1.INTRODUÇÃO .....</b>  | <b>14</b> |
| <b>2.OBJETIVO.....</b>   | <b>15</b> |
| <b>3.HIPÓTESE.....</b>   | <b>15</b> |
| <b>4.REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>                                       | <b>16</b> |
| <b>4.1.O gênero <i>Tobamovirus</i> .....</b>                               | <b>16</b> |
| <b>4.2.<i>Nicotiana rustica</i> cultivar <i>Turkish NN</i> (TNN) .....</b> | <b>17</b> |
| <b>4.3.Modificação térmica da madeira.....</b>                             | <b>17</b> |
| <b>4.4.Persistência viral em superfícies inanimadas.....</b>               | <b>18</b> |
| <b>5.MATERIAL E MÉTODOS .....</b>  | <b>19</b> |
| <b>5.1.Descrição do local de desenvolvimento do estudo.....</b>            | <b>19</b> |
| <b>5.2.Tratamento térmico da madeira .....</b>                             | <b>19</b> |
| <b>5.3.Delineamento do experimento .....</b>                               | <b>21</b> |
| <b>5.4.Produção de inóculo viral para inoculações do experimento .....</b> | <b>22</b> |
| <b>5.5.Inoculação das lâminas de <i>Pinus sp.</i> .....</b>                | <b>24</b> |
| <b>5.6.Teste de permanência.....</b>                                       | <b>25</b> |
| <b>6.RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>                                       | <b>28</b> |
| <b>7.CONCLUSÕES.....</b>   | <b>34</b> |
| <b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>                                    | <b>35</b> |

## 1. INTRODUÇÃO

Grande parte dos patógenos necessitam de um hospedeiro para sua sobrevivência e perpetuação, mas alguns deles conseguem sobreviver em superfícies inanimadas por algum tempo. Por tanto, faz-se importante conhecer a estabilidade desses patógenos em diferentes superfícies para melhor compreender a dinâmica de propagação e, desta forma, mitigar a disseminação destes organismos sejam entre humanos, animais e/ou plantas.

A madeira é um material muito presente no cotidiano da humanidade há milênios devido às suas excelentes propriedades, a princípio sendo utilizada para a confecção de instrumentos de caça, por exemplo. Mas, em razão do desenvolvimento do setor industrial e de tecnologias, atualmente sua empregabilidade foi maximizada, tendo múltiplas possibilidades de uso, tais como, combustível, madeira roliça para construções rurais, matéria-prima para produção de pasta celulósica e papéis, painéis à base de madeira e móveis.

Tendo em vista a quantidade de produtos de madeira que fazem parte do dia a dia das pessoas, torna-se indispensável estudos que busquem entender a dinâmica da superfície de madeira-patógeno, em relação a persistência do patógeno. Existem poucos estudos a respeito da persistência de patógenos em fômites. Este problema é maximizado quando afunilado à persistência viral em madeiras, ainda mais tratando-se de um vírus de planta.

O pouco que se encontra na literatura sobre a persistência viral é referente aos vírus que assolam humanos e animais, principalmente, ao *SARS-CoV-2*, em virtude da recente pandemia. No tocante aos fatores que interferem a estabilidade do patógeno na superfície, tem-se que locais ou objetos com baixa umidade, bem como baixa temperatura, favorecem a manutenção da sobrevivência viral, todavia, o comportamento do patógeno é mais estável em superfícies mais lisas do que nas mais porosas.

Algumas modificações são feitas na madeira visando à resistência a alguns patógenos como os fungos e, concomitantemente, melhora as propriedades e a durabilidade do produto em situações de serviço. A modificação da madeira pode ser química, térmica e de impregnação.

A modificação térmica, de acordo com Araújo (2010), é um dos processos de utilização mais antiga, fácil e barata. Neste processo, a madeira é submetida a altas temperaturas, variando de 150 °C a 260 °C, inferiores à sua combustão que provocam o início da degradação de seus constituintes químicos fundamentais, sobretudo as hemiceluloses que são, dentre eles, os mais sensíveis à ação do calor, ao promover sua degradação a modificação térmica possibilita a madeira um aspecto de baixa higroscopicidade, quando comparada com peças não tratadas,

assim, impedindo que a peça apresente grande quantidade de água. Tal fato, diminui a ação de patógenos xilófagos, o que é corroborado com os resultados encontrados no trabalho de Nicacio (2015), onde concluiu-se que modificação térmica diminui tanto o ataque de fungos e cupins, quanto à variação dimensional da madeira.

No entanto, apesar da literatura ser farta de estudos sobre o efeito da modificação térmica da madeira no ataque de fungos e cupins, o estudo sobre persistência de vírus em superfície de madeira modificada termicamente é incipiente e inovador. Neste contexto o presente trabalho foi realizado. Vírus classificados em *Tobamovirus* são conhecidos por apresentarem resistência a condições adversas incluindo altas temperaturas e foram escolhidos para serem testados neste trabalho.

## **2. OBJETIVO**

Neste sentido, acerca do que foi exposto, este trabalho tem como objetivo avaliar a persistência de um tobamovírus em superfície de madeira modificada termicamente.

## **3. HIPÓTESE**

Espera-se que o vírus estudado persista por um período menor na superfície da madeira modificada termicamente comparado às testemunhas.



## 4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 4.1. O gênero *Tobamovirus*

A família *Virgaviridae* é formada por vírus de plantas com vírus em forma de bastonete e genoma de RNA de fita simples. A família é representada por 59 espécies e sete gêneros, sendo esses *Furovirus*, *Goravirus*, *Hordeivirus*, *Pecluvirus*, *Pomovirus*, *Tobravirus* e *Tobamovirus* (ICTV, 2023). As diferenças no número de componentes do genoma, na organização do genoma e no modo de transmissão fornecem a base para a demarcação destes distintos gêneros (ADAMS ET AL., 2017). Dentre estes gêneros, um dos principais e mais estudados é o gênero *Tobamovirus*.

O gênero *Tobamovirus* se destaca por conter o maior número de espécies conhecidas da família, tratando-se de 37 espécies, das 59 catalogadas na família (ICTV, 2023). Dentre estas espécies, merecem destaque *Tomato mosaic virus* (ToMV) e *Tobacco mosaic virus* (TMV), por apresentarem grande importância econômica para o país, infectando principalmente plantas da família das solanáceas, brassicáceas e cucurbitáceas (INOUE-NAGATA; LIMA, 2021). Além disso, o TMV foi primeiro vírus a ser relatado infectando plantas, tal fato levou ao estabelecimento da virologia como ciência (HARRISON, B. D.; WILSON, T. M. A.; 1999).

A transmissão dos vírus deste gênero ocorre através dos tratos culturais (transplante, amarrão e desbrota), danos mecânicos ou contato entre plantas, ocasionado pela ação do vento, ou pelo contato com implementos agrícolas contaminados. Esses vírus não possuem vetores e podem permanecer ativos por vários meses no solo em restos de folhas e em raízes secas, sendo considerados vírus de alta estabilidade.

Vírus classificados em *Tobamovirus* apresentam características de elevado ponto de inativação térmica (PIT), elevada longevidade *in vitro* (LIV) e alto valor para diluição. A partícula intacta, de espécies desse gênero, é altamente estável, possuindo ponto de inativação térmica de 90 °C representando um dos vírus mais persistentes e infecciosos de que se tem conhecimento. Além disto características intrínsecas da partícula favorecem a estabilidade à condições de altas temperaturas (DUARTE, 2000).

Os sintomas causados por vírus classificados em *Tobamovirus* são bastante similares. Normalmente, o hospedeiro apresenta clorose, mosaico, distorções como bolhosidades e necrose. Segundo Godoy e Salgado (1997), o TMV também causa uma redução da área foliar, acompanhada de rugosidade e malformação das folhas, que se apresentam mais afiladas e espessas, sintoma este conhecido como cordão de sapato.

#### **4.2. *Nicotiana rustica* cultivar *Turkish NN* (TNN)**

O gênero *Nicotiana* é originário da região Andina (Bolívia, Peru e Equador) e encontra-se classificado na família *Solanaceae* e é cultivado em mais de 125 países tendo fácil adaptação a maioria dos climas, com exceção das zonas frias (PENÃ, 2023). As tobamoviroses, como supracitado, infectam uma ampla gama de plantas hospedeiras, dentre elas, as solanáceas. Desta forma, as espécies de fumo (*Nicotiana spp.*) são hospedeiras naturais de alguns vírus deste gênero, sendo o TMV o primeiro vírus a ser descrito, dando nome ao gênero.

Segundo Fajardo et al. (2017), uma planta indicadora se comporta como espécie hospedeira de um determinado vírus por reagir à infecção com sintomas evidentes e específicos. Comumente, os laboratórios de virologia vegetal utilizam as mesmas espécies de plantas indicadoras que, de acordo com a espécie do vírus, devem responder de forma idêntica, independentemente da origem do isolado (distribuição geográfica) e da planta hospedeira original coletada em campo. A *Nicotiana rustica* cultivar *Turkish NN* (TNN) é hospedeira indicadora de TMV, Facco (2013) observou, em seu trabalho, bolhosidade como principal sintoma para o TMV em *Nicotiana*.

#### **4.3. Modificação térmica da madeira**

A madeira é um material natural e, como tal, apresenta uma grande variabilidade em suas propriedades, portanto, a modificação do material busca melhorar uma ou mais propriedades, seja na resistência ao ataque de patógenos e intemperismo, estabilidade dimensional e redução da sorção de água. A modificação da madeira pode envolver alterações ativas, mudanças na composição química do material, ou passivas, onde tem-se uma alteração nas propriedades sem que haja em sua composição química. Os tipos de modificações existentes, conforme Hill (2006), são: química, térmica, de superfície e de impregnação.

A modificação química envolve a reação de um reagente com as hidroxilas existentes nos polímeros da parede celular da madeira, a de impregnação também é uma modificação química, tendo em consideração que, é feita com impregnação de químicos monoméricos na parede celular (HILL, 2006).

A alteração de superfície, aborda modificação química, modificação biológica usando enzimas ou processos físicos, como modificação do plasma, visando melhorar, principalmente, a ligação entre superfícies diretamente, ou entre madeira superfícies e revestimentos. Já a térmica, é a aplicação de calor à madeira resultando em degradação associada a alterações das propriedades químicas do material.

A modificação térmica já é um processo em escala industrial em vários países, como Finlândia, França, Alemanha e Holanda. Nestes países do continente europeu, são comercializados produtos modificados termicamente para pisos ou para a indústria siderúrgica, entretanto, no Brasil os estudos têm sido realizados em caráter experimental (MENEZES et. al, 2017).

Basicamente, essa técnica consiste em submeter peças de madeira às temperaturas entre 150 e 260°C. É importante considerar que temperaturas inferiores a 140 °C resultam apenas em pequenas alterações nas propriedades do material. Por outro lado, temperaturas mais altas resultam em degradação inaceitável para o substrato (HILL, 2006). Desta forma o intervalo de 150 a 260 °C é o ideal para o objetivo de promover sensíveis alterações químicas nos polímeros constituintes da madeira, principalmente, nas hemiceluloses, que, de acordo com Rowell (2005), representam o constituinte químico da madeira que mais sofre alterações durante a modificação térmica, começam a se degradar a partir de 180°C, sendo o primeiro componente a sofrer alteração sob ação do calor, resultando na produção de metanol, ácido acético e vários compostos heterocíclicos voláteis. Em função destas modificações, a formação de ácido acético e ácido fórmico aumenta a qualidade de adesão da madeira, já que para Nunes (2012), um pH ácido pode acelerar a polimerização de um adesivo ácido, tal como a uréia-formaldeído, enquanto um pH alcalino pode retardar a sua polimerização. Soma-se o fato de a hemicelulose ser, palativamente, apreciada pelos fungos, com a modificação se tornam indisponíveis como fonte de nutriente para estes microrganismos, reduzindo a biodeterioração.

Em decorrência dos danos ambientais causados por algumas classes de preservantes para madeira, a modificação térmica surge como uma alternativa, reduzindo impactos ambientais, uma vez que, ao final do ciclo de vida a madeira modificada é descartada sem os riscos associados presentes nos preservantes ou utilização de nenhum produto químico biocida. Além disso, esta modificação altera propriedades desejáveis do material, aumentando sua durabilidade e, ainda, segundo Cao et al. (2022), melhora as propriedades acústicas e a coloração.

#### **4.4. Persistência viral em superfícies inanimadas**

Alguns patógenos requerem um hospedeiro vivo para sobreviver, como é o caso dos vírus, entretanto, estes podem persistir em um estado de dormência fora de um hospedeiro vivo, atuando como um mecanismo de transferência de um hospedeiro para outro. Logo, a melhor compreensão acerca do comportamento e da persistência viral em fômites torna-se importante

para a formulação de medidas de prevenção adequadas, a fim de garantir um combate eficaz à disseminação de doenças infecciosas, sejam elas em humanos, plantas ou animais.

Estudos feitos por Teixeira et al. (2020) apontam que locais com baixa umidade relativa do ar, bem como baixa temperatura colaboram para a manutenção da sobrevivência viral, todavia, o comportamento dos patógenos também é diferente em superfícies não porosas (plástico, metais, vidro, borracha e cerâmica) e porosas (papel, papelão e madeira), sendo, normalmente - a depender da espécie estudada-, mais estável em superfícies mais lisas (plásticos e aço inoxidável) do que nas mais porosas. Para Moraes (2021) isso, provavelmente, ocorre como consequência do espalhamento das gotículas nesses materiais, favorecido por efeitos de capilaridade, aumentando-se assim a área superficial da fase líquida (meio de sobrevivência do vírus) em contato com a atmosfera, com sua consequente evaporação mais rápida.

Em um estudo recente Wißmann et al. (2021) fizeram um compilado a respeito de trabalhos que relataram a persistência de alguns vírus que assolam animais e humanos em superfície de madeira, sendo estes, o vírus da hepatite A, vírus da gripe A, *SARS-CoV-2* e o *Norovirus murino* persistindo na superfície de madeira por, respectivamente, 1 a 30 dias, menos de 2 horas, 1 dia e 1 a 30 dias. Outro estudo de Moraes (2021) relatou a persistência do SARS-COV-2 por 2 dias em superfície de madeira. Contudo, no que diz respeito à persistência viral em superfície de madeira os estudos são incipientes, ainda mais se tratando de vírus que acometem plantas.

## **5. MATERIAL E MÉTODOS**

### **5.1. Descrição do local de desenvolvimento do estudo**

A primeira parte do experimento, modificação da madeira e confecção dos corpos de prova, foi realizada no Laboratório de Propriedades Físico-Mecânicas da Madeira (EFL/UnB). Em um segundo momento, para execução dos testes biológicos, a estrutura presente na Estação Experimental de Biologia (EEB-UnB), foi utilizada para a inoculação do vírus.

### **5.2. Tratamento térmico da madeira**

Primeiramente, mediu-se as dimensões (comprimento, largura e espessura) de 12 lâminas de *Pinus sp.* antes da modificação térmica. Para tal fim, foram usados régua de precisão 0,1 cm, paquímetro de precisão 0,01 mm e balança digital de precisão 0,01g. A espessura foi

calculada a partir da média da espessura encontrada a 2 cm da margem dos quatro vértices das lâminas. Posteriormente, 8 lâminas foram submetidas ao tratamento térmico em estufa da marca *Binder* modelo ED115 (Figura 1) e 4 foram testemunhas. Nas primeiras duas horas do tratamento térmico os corpos de prova estiveram expostos à uma temperatura de 60°C, passado esse período a temperatura foi alterada para 220°C por mais 2 horas. Após a modificação térmica (Figura 2), as lâminas ficaram expostas em uma sala de climatização com temperatura 20 °C ± 3 °C e teor de umidade 60% ± 5% por 15 dias. Passados os 15 dias as dimensões dos corpos de prova foram novamente determinadas, inclusive as testemunhas.



**Figura 1-** Estufa Binder ED115, na qual as lâminas foram submetidas à modificação térmica.

Fonte: Autor.



**Figura 2-** Lâminas pré-modificação (A) térmica e após a modificação (B).

Fonte: Autor.

Em sequência a mensuração dos dados supracitados, para confeccionar os corpos de prova foram mensuradas as dimensões das 12 lâminas de *Pinus sp.* depois da climatização,

sendo 4 testemunhas e 8 modificadas termicamente. A partir destas lâminas foram confeccionados com auxílio de uma serra seguetta (Figura 3), aproximadamente, 130 corpos de prova (Figura 4), dos quais 100 foram utilizados neste experimento, nas dimensões de 4 cm x 4 cm x 0,20 cm de comprimento, largura e espessura, respectivamente.



**Figura 3** -Serra seguetta.  
Fonte: Autor.



**Figura 4**- Corpos de prova: testemunhas (A) e modificados termicamente (B) redimensionados.  
Fonte: Autor.

### 5.3. Delineamento do experimento

Para cada tratamento das lâminas de madeira (testemunha/não modificada e modificada) foram realizados 2 tratamentos com vírus, inoculado e não inoculado. Desta forma, resultou em 4 tratamentos: inoculada e modificada (I-MT), inoculada e não modificada (I-NM), não inoculada e modificada (NI-MT) e não inoculada e não modificada (NI-NM), sendo realizadas

5 repetições com cada um dos tratamentos e tempos (1/12 hora, 4 horas, 24 horas, 72 horas e 168 horas), como demonstrado no Quadro 1.

Os cálculos de valores médios, frequência absoluta, frequência relativa, confecção de gráficos e tabelas e análise dos dados foram realizadas no software Excel.

**Quadro 1** – Esboço de ensaio de inoculação do TMV nos diferentes tratamentos e suas repetições.

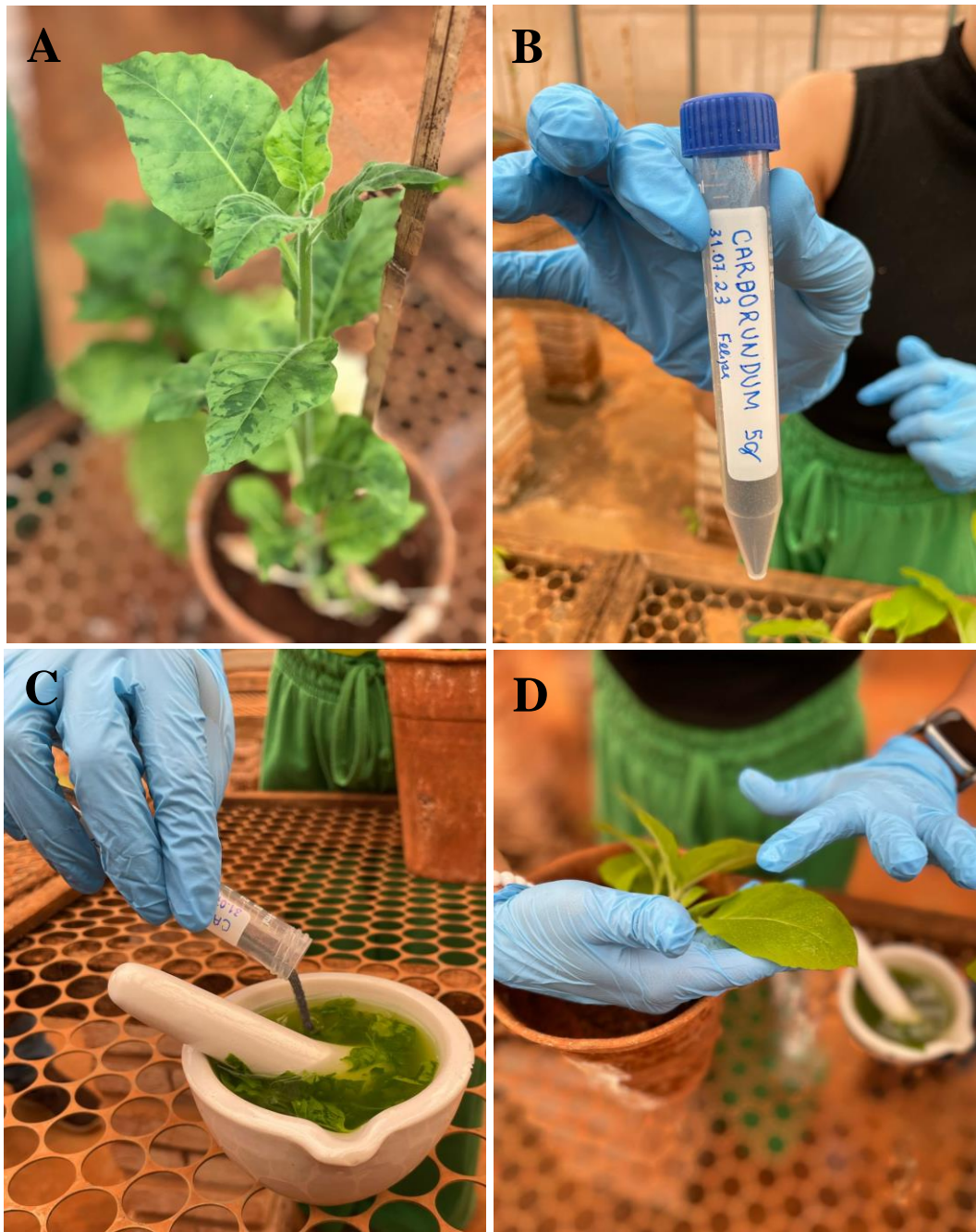
| Tempo (horas) | INOCULADA               |                | NÃO INOCULADA           |                |
|---------------|-------------------------|----------------|-------------------------|----------------|
|               | Modificada termicamente | Não modificada | Modificada termicamente | Não modificada |
| 1/12          | I-MT 0-1                | I-NM 0-6       | NI-MT 0-11              | NI-NM 0-16     |
|               | I-MT 0-2                | I-NM 0-7       | NI-MT 0-12              | NI-NM 0-17     |
|               | I-MT 0-3                | I-NM 0-8       | NI-MT 0-13              | NI-NM 0-18     |
|               | I-MT 0-4                | I-NM 0-9       | NI-MT 0-14              | NI-NM 0-19     |
|               | I-MT 0-5                | I-NM 0-10      | NI-MT 0-15              | NI-NM 0-20     |
| 4             | I-MT 4-1                | I-NM 4-6       | NI-MT 4-11              | NI-NM 4-16     |
|               | I-MT 4-2                | I-NM 4-7       | NI-MT 4-12              | NI-NM 4-17     |
|               | I-MT 4-3                | I-NM 4-8       | NI-MT 4-13              | NI-NM 4-18     |
|               | I-MT 4-4                | I-NM 4-9       | NI-MT 4-14              | NI-NM 4-19     |
|               | I-MT 4-5                | I-NM 4-10      | NI-MT 4-15              | NI-NM 4-20     |
| 24            | I-MT 24-1               | I-NM 24-6      | NI-MT 24-11             | NI-NM 24-16    |
|               | I-MT 24-2               | I-NM 24-7      | NI-MT 24-12             | NI-NM 24-17    |
|               | I-MT 24-3               | I-NM 24-8      | NI-MT 24-13             | NI-NM 24-18    |
|               | I-MT 24-4               | I-NM 24-9      | NI-MT 24-14             | NI-NM 24-19    |
|               | I-MT 24-5               | I-NM 24-10     | NI-MT 24-15             | NI-NM 24-20    |
| 72            | I-MT 72-1               | I-NM 72-6      | NI-MT 72-11             | NI-NM 72-16    |
|               | I-MT 72-2               | I-NM 72-7      | NI-MT 72-12             | NI-NM 72-17    |
|               | I-MT 72-3               | I-NM 72-8      | NI-MT 72-13             | NI-NM 72-18    |
|               | I-MT 72-4               | I-NM 72-9      | NI-MT 72-14             | NI-NM 72-19    |
|               | I-MT 72-5               | I-NM 72-10     | NI-MT 72-15             | NI-NM 72-20    |
| 168           | I-MT 168-1              | I-NM 168-6     | NI-MT 168-11            | NI-NM 168-16   |
|               | I-MT 168-2              | I-NM 168-7     | NI-MT 168-12            | NI-NM 168-17   |
|               | I-MT 168-3              | I-NM 168-8     | NI-MT 168-13            | NI-NM 168-18   |
|               | I-MT 168-4              | I-NM 168-9     | NI-MT 168-14            | NI-NM 168-19   |
|               | I-MT 168-5              | I-NM 168-10    | NI-MT 168-15            | NI-NM 168-20   |

I-MT 72-5: inoculada, modificada termicamente, tempo 72 horas e quinta repetição do respectivo tempo; NI-NM 168-16: Não inoculada, não modificada termicamente, tempo 168 horas e décima sexta repetição do respectivo tempo. Fonte: Autor.

#### 5.4. Produção de inóculo viral para inoculações do experimento

De início, coletou-se três folhas de um inóculo de *Nicotiana rustica* (fumo) - cultivar TNN- já existente na EBB e que estava infectada com *Tobacco mosaic virus* (TMV) e apresentando sintomas virais (Figura 5-A). Logo em seguida, macerou-se essas folhas imersas

em 100 mL de tampão de inoculação, fosfato de potássio, gelado (Figura 5-C) - (1 g sulfito de sódio, 2,78 g  $K_2HPO_4$ , 4,62 g  $KH_2PO_4$  em 1L de água q.s.p - água destilada autoclavada), pH 7,2 (ajustado com Hidróxido de Sódio – NaOH - em micropérolas). No momento da inoculação mecânica (Figura 5-D), adicionou-se 5 gramas de abrasivo carborundum (Figura 5 B e C) à solução e aplicou-se, com os dedos, a mistura gentilmente nas folhas, assim, produziu-se 7 novos inóculos (Figura 6-A) de *Nicotiana rustica*, por derradeiro lavou-se as folhas com água destilada para retirar o excesso de carborundum (Figura 6-B).



**Figura 5** – Etapas da produção de inóculos: matriz viral (A), abrasivo carborundum (B) sendo adicionado à solução tampão (C) e inoculação mecânica (D).

Fonte: Autor.





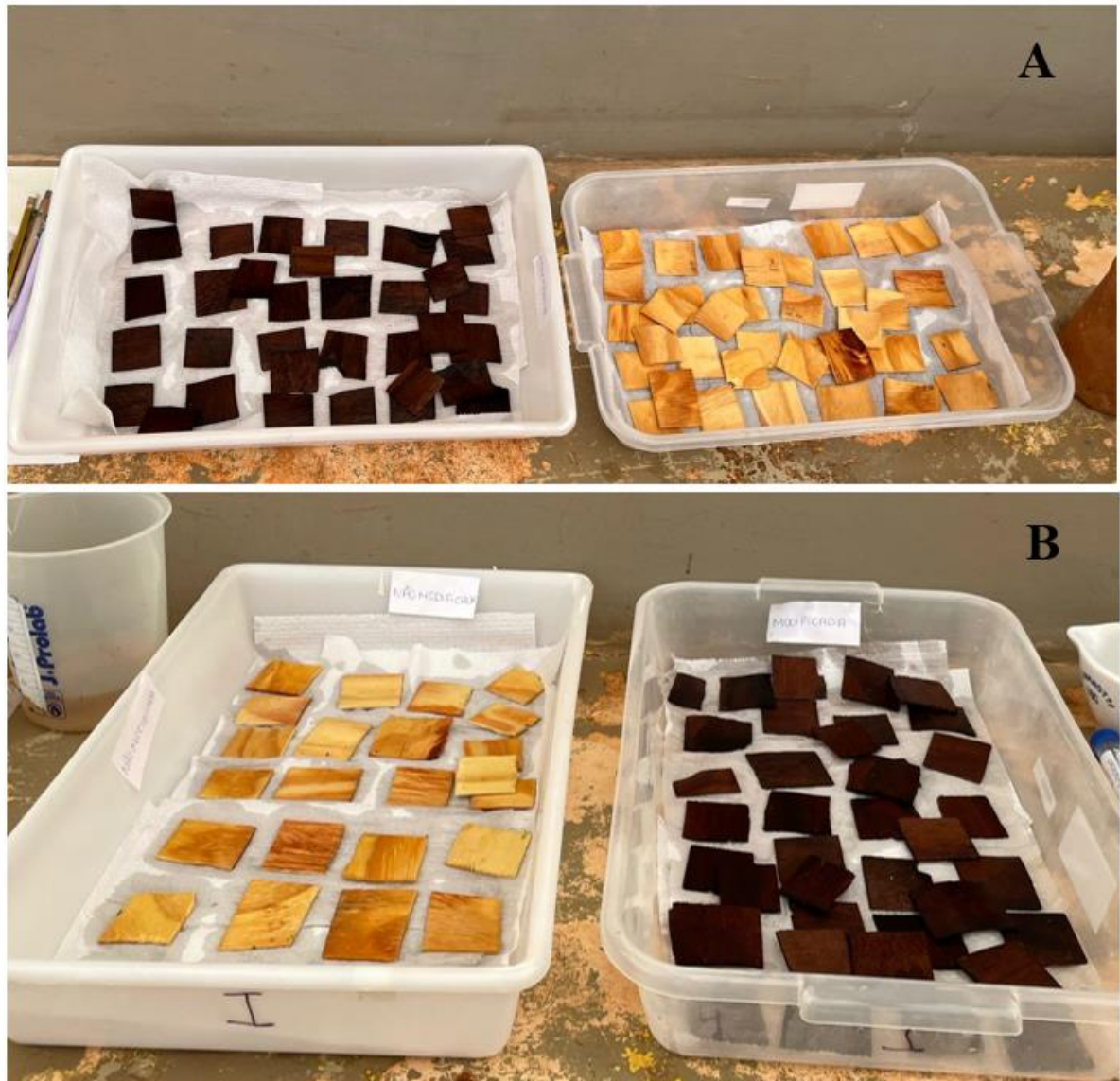
**Figura 6**– Etapas pós renovação de inóculos (A): lavagem das folhas com água destilada (B) para retirar o excesso de abrasivo e aparição de sintomas (C).

Fonte: Autor.

### 5.5. Inoculação das lâminas de *Pinus sp.*

Renovados os inóculos, confirmados mediante a expressão dos sintomas (Figura 6-C). Iniciou-se a inoculação viral nas madeiras modificadas e não modificadas (Figura 7), sendo metade controle negativo do ensaio, ou seja, não inoculadas. Em um primeiro momento, preparou-se 4L de tampão de inoculação (fosfato de potássio) em laboratório. Posteriormente,

o tampão foi levado para a EEB. Já na estação, separou-se 37 amostras não modificadas termicamente e 35 modificadas termicamente para serem imergidas em tampão fosfato de potássio sem a presença de vírus. A imersão foi realizada por 5 minutos – tempo inicial- e estas foram as amostras controle. Em seguida, 30 amostras não modificadas e 30 modificadas foram mergulhadas em tampão com vírus pelo mesmo tempo inicial. Passados os 5 minutos, todos os corpos de prova foram colocados para secar sobre papel toalha (Figura 7).



**Figura 7** – Lâminas não modificadas/modificadas, não inoculadas (A) e inoculadas (B) colocadas para secar sobre papel toalha.

Fonte: Autor.

### 5.6. Teste de permanência

Para testar a permanência do vírus na superfície das lâminas submetidas a esses diferentes tratamentos, estas foram imersas em tampão (o mesmo utilizado para fazer a inoculação nas plantas) por um tempo inicial (5 minutos) e, consecutivamente, os corpos de

prova foram separados por tratamento e colocados em bandejas para testar os tempos analisados (Figura 7). Deste modo, após novos 5 minutos secando, 20 amostras, sendo 10 inoculadas (5 modificadas e 5 não modificadas) e 10 não inoculadas (5 modificadas e 5 não modificadas), dessas dez, metade modificada e metade não, foram imergidas em tampão separadamente (Figura 8).



**Figura 8**– Imersão das lâminas em tampão de inoculação, passados os tempos estudados, para posterior inoculação em *Nicotiana rustica*- cultivar TNN.

Fonte: Autor.

Foram adquiridas mudas através de sementeiras da espécie *Nicotiana rustica*, que foram transplantadas em vasos em diferentes tempos para que a futura inoculação fosse realizada na idade ideal (Figura 9), estas plantas permaneceram em ambiente de casa de vegetação até o momento da inoculação. Em sequência, adicionou-se carborundum e realizou-se a inoculação em *Nicotiana rustica* - cultivar TNN- (Figura 10) para adiante comprovação ou não da persistência viral no período de 5 minutos (1/12 hora). Repetiu-se o procedimento após 4h, 24h, 72h e uma semana (168h) da inoculação no tempo inicial, nestes casos as amostras foram imergidas por 5 minutos no tampão para que o vírus misturasse à solução e após esse tempo foram inoculadas em TNN, seguindo-se as mesmas etapas da inoculação em novos inóculos. Para inoculação de cada tempo os cadinhos foram esterilizados com hipoclorito de sódio *overnight* e, posteriormente, em autoclave. A verificação da persistência é dada a partir da aparição de sintomas.



**Figura 9** –Mudinhas transplantadas para o vaso em diferentes dias, neste caso, em 28/08/23 as mudas foram transplantadas para testar a permanência após 72 horas.  
Fonte: Autor.



**Figura 10**–Inoculação em *Nicotiana rustica*- cultivar TNN.  
Fonte: Autor.

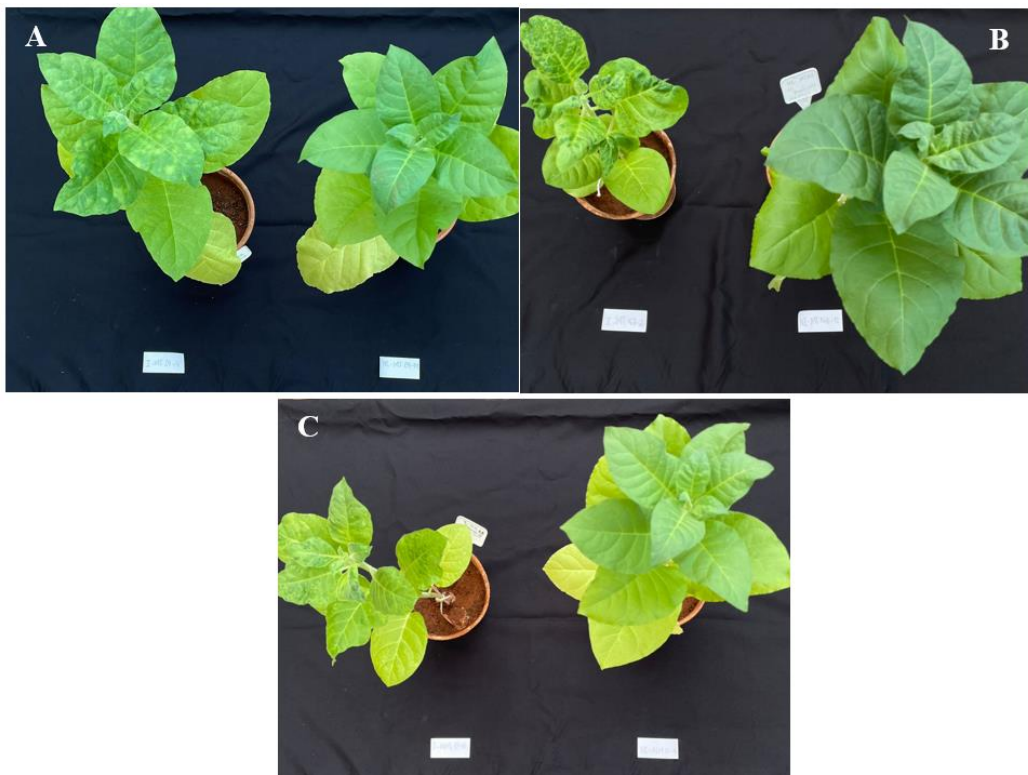
## 6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os sintomas verificados no experimento foram: mosaico, bolhosidade e encarquilhamento (Figura 11), sendo bolhosidade o sintoma com maior frequência, seguido por encarquilhamento e mosaico, respectivamente. Além disso, pôde-se observar uma redução do crescimento em algumas amostras inoculadas com TMV com relação aos seus respectivos controles negativos (Figuras 12 B e C). Os controles negativos para o vírus, ou seja, as amostras que não foram inoculadas com vírus, só com solução tampão, não apresentaram sintomas, ratificando que não houve contaminação no experimento (Figura 11).



**Figura 11**–Sintomas apresentados após persistência dos tempos estudados. A) Mosaico; B) Bolhosidade e C) Encarquilhamento.

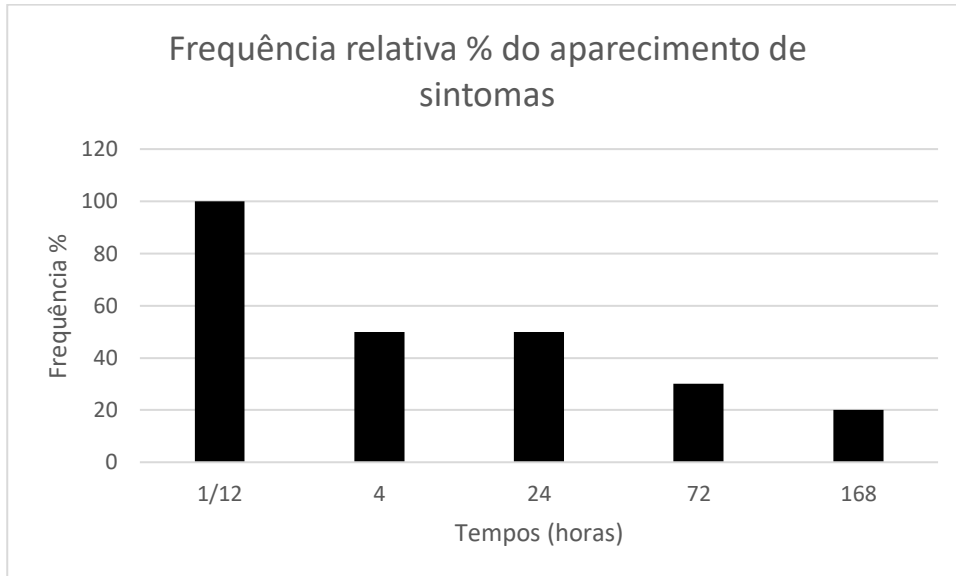
Fonte: Autor.



**Figura 12** – Comparação entre amostras inoculadas I-MT 24-4, I-MT 168-2 e I-NM 0-6 e seus respectivos controles, amostras não inoculadas NI-MT 24-14, NI-MT 168-12 e NI-NM 0-16.

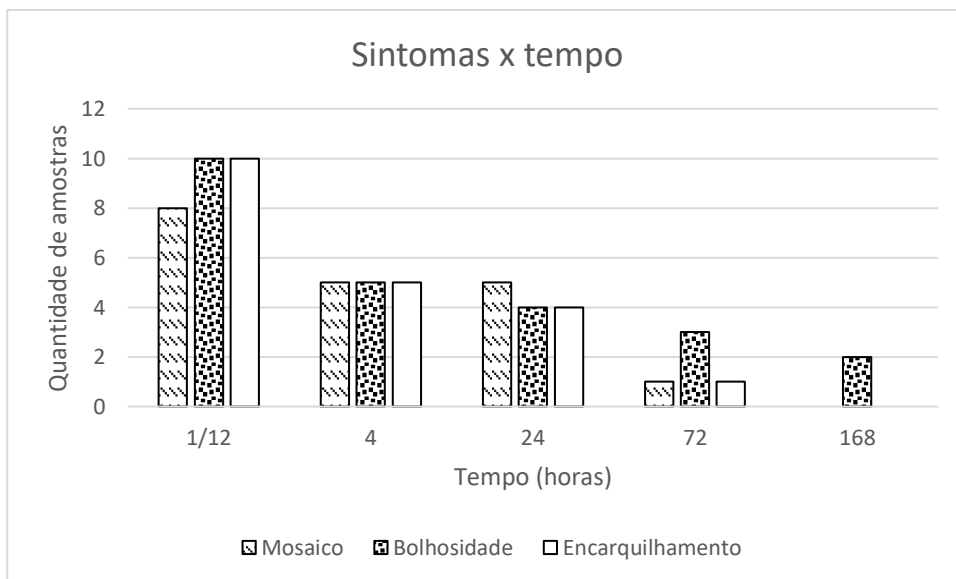
Fonte: Autor.

Foi possível verificar a aparição de sintomas em todos os tempos analisados, entretanto, houve uma redução no número de amostras inoculadas, com o passar do tempo, que foram sintomáticas (Figura 13).

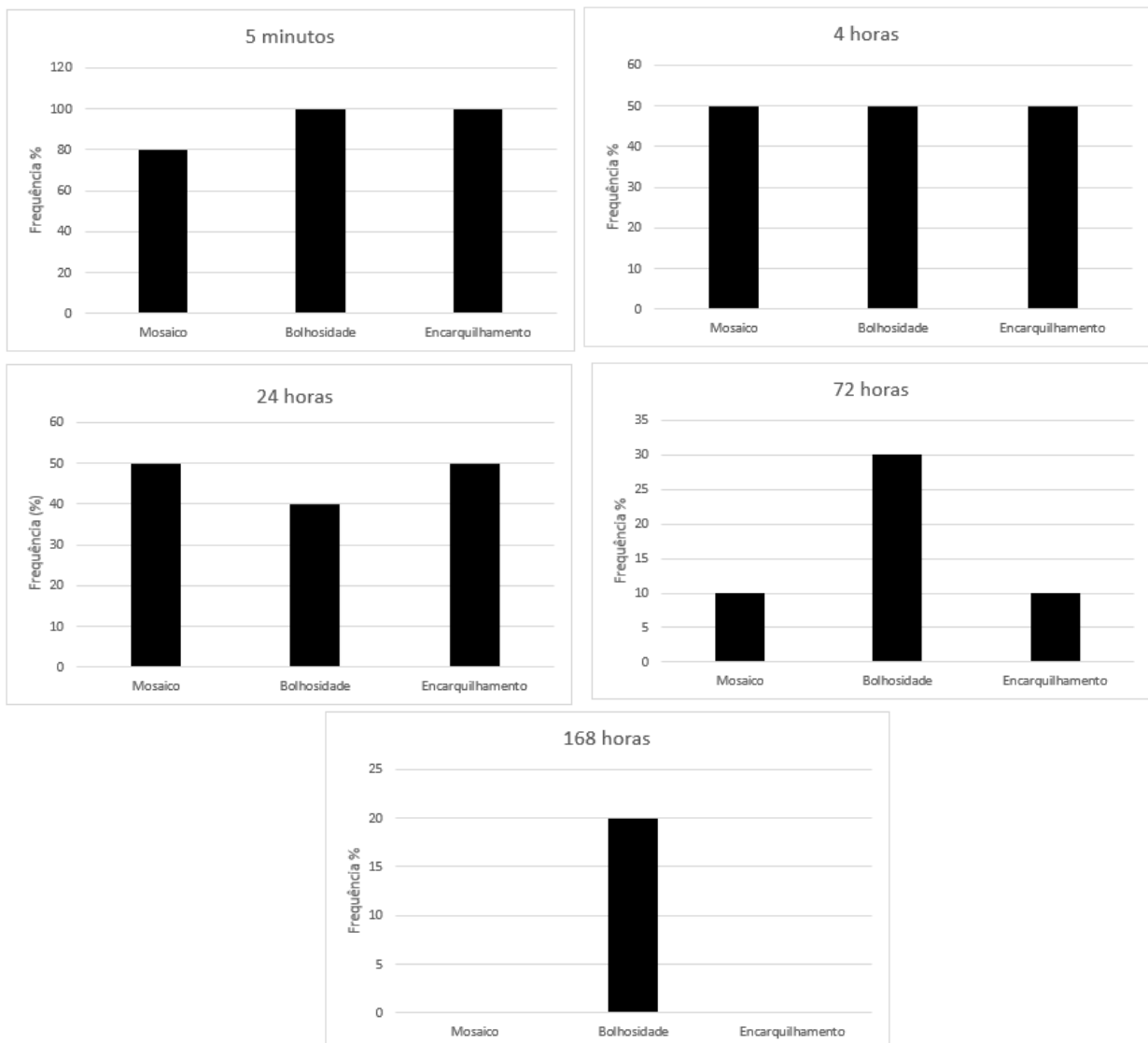


**Figura 13** - Frequência relativa (%) do aparecimento de sintomas por tempo estudado.

No tempo inicial dez das dez amostras apresentaram sintomas, no segundo tempo 5 de 10, no terceiro 5 de 10, no quarto 3 de 10 e no quinto 2 de 10. As Figuras 14 e 15 constataam que para além da redução do número de amostras sintomáticas, há também uma redução na quantidade de sintomas apresentados nos dois últimos tempos (72 e 168 horas).



**Figura 14** - Aparição de sintomas nos tempos analisados.



**Figura 15** – Frequência relativa de cada sintoma (mosaico, bolhosidade e encarquilhamento) por tempo estudado.

Em 5 minutos após a inoculação do vírus na superfície da madeira, todas as plantas inoculadas apresentaram sintomas, independente do tratamento da madeira (Quadro 2), com apenas duas delas sem apresentar os três sintomas, I-MT 2 e I-NM 8 não apresentaram mosaico. Passadas 4 horas após a inoculação, 5 das 10 amostras inoculadas com TMV apresentaram sintomas (Quadro 3), sendo 4 delas modificadas termicamente (I-MT 1, I-MT 3, I-MT 4 e I-MT 5) e uma não modificada termicamente (I-NM 8). Um dia após a inoculação, tiveram 5 amostras sintomáticas (Quadro 4), dentre elas, 2 modificadas termicamente (I-MT 1 e I-MT 4) e 3 não modificadas termicamente (I-NM 7, I-NM 8 e I-NM 10) e uma delas não apresentou os três sintomas, I-MT 4 não apresentou bolhosidade. Três dias após inoculação, foi observada a manifestação de sintomas em 3 amostras (Quadro 5), em que, uma é modificada termicamente (I-MT 3) e 2 não modificadas (I-NM 6 e I-NM 7), nenhuma delas apresentaram todos os

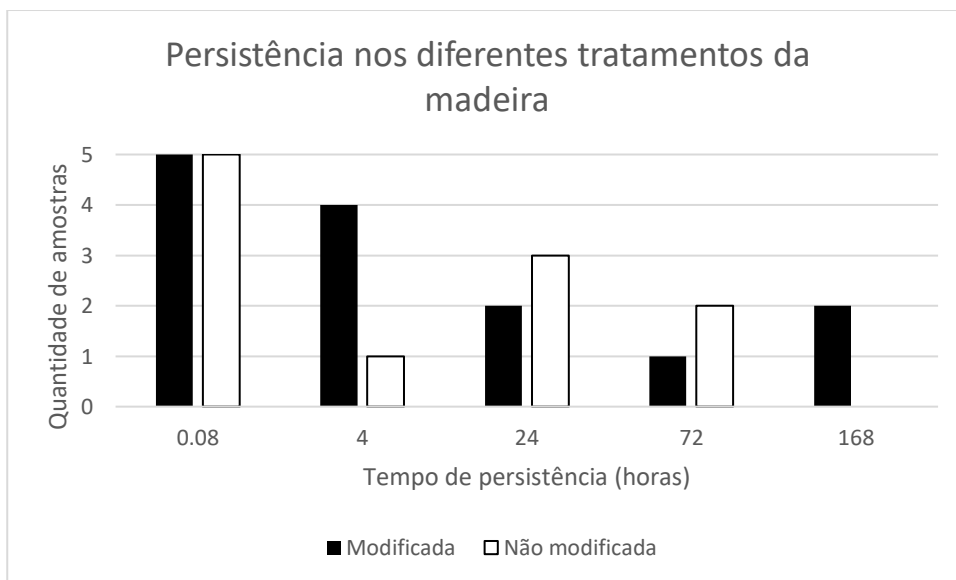




A porosidade observada na madeira modificada termicamente foi maior comparada às testemunhas. Resultados semelhantes foram encontrados por Hietala et al. (2002), onde estes pesquisadores verificaram um aumento do diâmetro dos traqueídeos de *Pinus sylvestris* nos tratamentos de 180 e 230 °C, e conseqüente aumento da porosidade. O estudo de Turkoglu et al. (2015) também ratifica que a modificação térmica aumenta a porosidade e reduz os grupos hidroxila presentes nas moléculas de hemiceluloses e celulose, que são responsáveis pela ligação com a maioria dos produtos utilizados no acabamento.

Apesar da maior porosidade observada nas madeiras submetidas à modificação térmica, fator que influencia em uma menor persistência viral em fômites, constatou-se a persistência viral na superfície da madeira modificada termicamente em todos os tempos. Já as madeiras que não foram modificadas não apresentam sintomas após uma semana (168 horas) da inoculação (Figura 16). Tal fato pode ser explicado devido à redução da higroscopicidade da madeira, tornando-a mais hidrofóbica e, conseqüentemente, diminuindo o espalhamento das gotículas nesses materiais e, também, a área superficial da fase líquida em contato com a atmosfera, com sua conseqüente evaporação mais lenta, favorecendo a persistência do vírus.

Entretanto, outro fator que deve ser observado é a diferença do intervalo temporal existente entre os tempos estudados, já que do primeiro tempo estudado para o segundo, teve-se um intervalo de 3 horas e 55 minutos, do segundo para o terceiro de 20 horas, do terceiro para o quarto 48 horas e do quarto para o quinto 96 horas. Desta maneira, para melhor compreensão da interação entre a superfície de madeira e persistência do patógeno a diferença entre os intervalos dos 2 últimos tempos deve ser reduzida.



**Figura 16** - Persistência viral nos diferentes tratamentos da madeira.

Outra propriedade da superfície madeira que pode exercer influência na persistência de patógenos é a rugosidade. Para Korkut et al. (2013), madeiras nativas da Turquia, submetidas a modificação térmica em estufa a uma temperatura próxima a estudada neste trabalho (212°C), resultaram em uma redução dos parâmetros de rugosidade. Em outro estudo realizado com madeira de *Fagus orientalis*, e *Pinus sylvestris*, Baysal et al. (2014) também observaram redução da rugosidade com o aumento da temperatura em estufa elétrica. É esperado que a diminuição da rugosidade aumente a persistência viral em fômites. Entretanto, em outro trabalho, onde avaliou-se diferentes tempos de aquecimento acelerado Turkoglu et al. (2017) observaram o aumento da rugosidade e conseqüente redução da qualidade da superfície em madeira de *Fagus orientalis* submetida a 220 e 230°C em estufa laboratorial, atribuindo esses resultados ao estado quebradiço da madeira nas temperaturas testadas.

Fazendo-se um paralelo ao efeito do tratamento térmico sobre os agentes xilófagos mais estudados, tendo em vista a escassez de estudos sobre persistência viral em madeira, tem-se que a modificação térmica desse material diminui a deterioração causada pelo fungo de podridão branca e, conseqüentemente, perda de massa da madeira de *Pinus taeda* durante o ensaio de apodrecimento acelerado (SANTOS, 2014). Contudo, em se tratando de térmitas, Melo et al. (2019) avaliaram a influência da modificação térmica na resistência ao ataque de cupins em madeira de *Qualea paraensi*, mas o tratamento térmico não resultou na melhoria da resistência da madeira. Trevisan (2014), também não encontrou diferença significativa para o ataque de cupins em *Eucalyptus grandis* submetido a diferentes condições de tratamento térmico e a amostra testemunha, mas notou maior susceptibilidade de madeiras submetidas ao tratamento térmico à ação de cupins de madeira seca. Em contrapartida, Nicacio (2015) concluiu que modificação térmica diminui tanto o ataque de fungos e cupins, quanto à variação dimensional da madeira.

Desta maneira, estudos futuros precisam ser realizados visando uma melhor compreensão da influência das propriedades da superfície da madeira modificada com a persistência viral. Além disso, a metodologia utilizada pode ser aprimorada, tendo em vista que este é um trabalho vanguardista.

## 7. CONCLUSÕES

Conforme o exposto, a hipótese foi refutada, pois o vírus estudado persistiu em todos os tempos na madeira modificada termicamente, entretanto, nas testemunhas persistiu só nos 4 primeiros tempos abordados. Entretanto, necessita-se, para maximizar este conhecimento, estudar os fatores que influenciam a relação superfície da madeira tratada-vírus e testemunha-vírus.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADAMS, M. J. et al. **ICTV Virus Taxonomy Profile: Virgaviridae**. Journal of General Virology, v. 98, n. 8, p. 1999–2000, 2017.
- ALMEIDA, C. A. **Identificação de nova fonte de resistência ao Tomato mottle mosaic vírus (ToMMV) em tomateiro**. 2022. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.
- ARAÚJO, S. O. **Propriedades de madeiras termorretrificadas**. 2010.
- BATISTA, D. C. **Retificação térmica, termorretrificação, tratamento térmico, tratamento com calor ou modificação térmica?**. Ciência Florestal, v. 29, p. 463-480, 2019.
- BAYSAL, E. et al. **Some physical characteristics of thermally treated oriental beech wood**. Maderas Ciencia y Tecnologia v.16, n.3, p.291-298. 2014
- BRITO, J. O. et al. **Densidade básica e retratibilidade da madeira de Eucalyptus grandis, submetida a diferentes temperaturas de termorretrificação**. Cerne, v. 12, n. 2, p. 182-188, 2006.
- CAO, S.; CHENG, S.; CAI, J. **Research progress and prospects of wood hightemperature heat treatment technology**. BioResources, 17(2), 3702-3717, 2022.
- CHIN, Alex WH et al. **Stability of SARS-CoV-2 in different environmental conditions**. The Lancet Microbe, v. 1, n. 1, p. e10, 2020.
- DUARTE, K. M. R. **Anticorpos monoclonais e policlonais para identificação do tobamovírus do mosaico do tomateiro (ToMV) em plantas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.)**. 2000. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.
- FACCO, C. U. **Infecção simples e mista do *Cucumber mosaic virus* e do *Tobacco mosaic virus* em diferentes hospedeiras e detecção por RT-PCR multiplex e DAS-ELISA**. 2013. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Maringá.
- FAJARDO, T. V. M.; EIRAS, M.; NICKEL, O. **Sintomas de viroses em plantas**. 2017.
- GODOY, C.V.; SALGADO, C.L., **Doenças do fumo (*Nicotiana tabacum* L.)**. In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A.; REZENDE, J.A.M. Manual de fitopatologia. **Doenças de plantas cultivadas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1997. p. 387-395.
- HARRISON, B. D.; WILSON, T. M. A. **Milestones in research on tobacco mosaic virus**. Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences, v. 354, n. 1383, p. 521-529, 1999.

- HIETALA, S. et al. **Structure of thermally modified Wood studied by liquid state NMR measurements.** *Holzforschung*, v.56, n.5, p.522-528, 2002.
- HILL, C. A. S. **Wood modification: chemical, thermal and other processes.** John Wiley & Sons, 2006.
- INOUE-NAGATA, A. K.; LIMA, M. F. **Doenças causadas por vírus.** In: LOPES, C. A. (ed.). **Doenças do tomateiro.** 3. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2021. p. 128.
- JEBRANE, M. et al. **Comparative study of two softwood species industrially modified by Thermowood® and thermo-vacuum process.** *BioResources*, v.13, n.1, p.715-728, 2018.
- JUIZO, C. G. F. **Modificação térmica da madeira de eucalipto para beneficiamento e simulação de pisos para ambientes de baixo tráfego.** Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, 2019.
- KORKUT, D.S.; HIZIROGLU, S.; AYTIN A.; **Effect of heat treatment on surface characteristics of wild cherry Wood,** *Bioresources* v.8, n.2, p.1582-1590, 2013.
- MELO, R. R. et al. **Efeito do tratamento térmico sobre a resistência da madeira de cambará a cupins subterrâneos.** *Revista de Ciências Agrárias*, v. 42, n. 3, p. 786-791, 2019.
- MENEZES, W. M. et al. **Modificação térmica nas propriedades físicas da madeira.** *Ciência Rural*, v. 44, p. 1019-1024, 2014.
- MENEZES, W. M. et al. **Efeito da modificação térmica em escala industrial na qualidade da madeira de *Tectona grandis* Linn. F.** 2017.
- MORAES, G. H. **Covid-19: Persistência do SAR-CoV-2 em superfícies inanimadas e risco de contágio por embalagens para alimentos.** *Boletim de Tecnologia e desenvolvimento de Embalagens*, v. 33, n. 2, p. 2-4, 2021.
- NICACIO, M. A. et al. **Eficiência da modificação térmica da madeira na resistência ao ataque organismos xilófagos.** 2015
- NUNES, C. S. **Propriedades tecnológicas e qualidade de adesão de madeiras de *Corymbia citriodora* e *Eucalyptus pellita* termorretificadas.** 2012, 12 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.
- PANEQUE, L. N. et al. **Temperatura de modificação térmica em algumas propriedades e características da madeira de eucalipto.** *Scientia agraria paranaensis*, p. 15-21, 2019.
- PEÑA LIBERIO, J. R. **Incidencia de las principales enfermedades en el cultivo de tabaco (*Nicotiana tabacum*) en el Ecuador.** 2023. Trabalho de Conclusão de Curso. BABAHOYO: UTB, 2023.

- PERRY, K. A. et al. **Persistence of influenza A (H1N1) virus on stainless steel surfaces.** Applied and environmental microbiology, v. 82, n. 11, p. 3239-3245, 2016.
- POUBEL, D. S. et al. **Estabilidade da cor da madeira de Pinus modificada termicamente e tratada com nanopartículas.** 2014.
- ROWELL, R.M. **Wood chemistry and wood composites.** Boca Raton: CRC Press, 473p. 2005.
- SANTOS, L. M. **Resistência da madeira de Pinus taeda tratada termicamente ao ataque de fungo de podridão branca (*Trametes versicolor*).** 2014. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.
- TEIXEIRA, L. A.; DE CARVALHO, W. R. G. **SARS-CoV-2 em superfícies: persistência e medidas preventivas—uma revisão sistemática/SARS-CoV-2 in Surfaces: persistence and prevention measures—a systematic review/SARS-CoV-2 en Superficies: persistencia y medidas preventivas-una revisión sistemática.** Journal Health NPEPS, v. 5, n. 2, 2020.
- TREVISAN, H. et al. **Analysis of rigidity loss and deterioration from exposure in a decay test field of thermorectificated *Eucalyptus grandis* wood.** Maderas. Ciencia y Tecnologia, vol. 16, n. 2, p. 217-226, 2014.
- TURKOGLU, T.; BAYSAL, E.; TOKER, H. **The effects of natural weathering on color stability of impregnated and varnished wood materials.** Advances in Materials Science and Engineering, ID 526570, p.1-9, 2015.
- TURKOGLU, T. et al. **Surface characteristics of heated and varnished oriental beech after accelerated weathering.** Wood Research, v.62, n.6, p.961-972. 2017.
- WIBMANN, J. E. et al. **Persistence of pathogens on inanimate surfaces: a narrative review.** Microorganisms, v. 9, n. 2, p. 343, 2021.
- WYLIE, S. **Tobamoviruses: Special issue editorial.** Viruses, v. 15, n. 11, p. 2174, 2023.