

**USO DO PÓ DE SERRA MADEIREIRO COMO  
CONSERVANTE DE MADEIRA DE ESPÉCIES NATIVAS  
AMAZÔNICAS**

**RODRIGO LEMOS GIL**

Tese apresentada à Universidade do Estado de Mato Grosso, como parte da parte das exigências do Programa de Pós - Graduação em Ciências Ambientais para obtenção do título de Doutor.

**CÁCERES  
MATO GROSSO, BRASIL  
2023**

**RODRIGO LEMOS GIL**

**USO DO PÓ DE SERRA MADEIREIRO COMO CONSERVANTE  
DE MADEIRA DE ESPÉCIES NATIVAS AMAZÔNICAS**

Tese apresentada à Universidade do Estado de Mato Grosso, como parte das exigências do Programa de Pós – Graduação em Ciências Ambientais para obtenção do título de Doutor.

Orientador (a): Maria Aparecida Pereira Pierangeli  
Coorientador: Aylson Costa Oliveira

**CÁCERES  
MATO GROSSO, BRASIL  
2023**

Luiz Kenji Umeno Alencar CRB 1/2037

|       |  |
|-------|--|
| G463u | <p>GIL, Rodrigo Lemos.<br/>Uso do Pó de Serra Madeireiro como Conservante de Madeira de Espécies Nativas Amazônicas / Rodrigo Lemos Gil - Cáceres, 2023.<br/>122 f.; 30 cm. (ilustrações) Il. color. (sim)</p> <p>Trabalho de Conclusão de Curso (Tese/Doutorado) - Curso de Pós-graduação Stricto Sensu (Doutorado) Ciências Ambientais, Faculdade de Ciências Agrárias e Biológicas, Câmpus de Cáceres, Universidade do Estado de Mato Grosso, 2023.<br/>Orientador: Maria Aparacida Pereira Pierangeli<br/>Coorientador: Aylson Costa Oliveira</p> <p>1. Pó de Serra. 2. Resíduo de Madeira. 3. Conservação. 4. Rendimento da Madeira. 5. Propriedade Física e Mecânica. I. Rodrigo Lemos Gil. II. Uso do Pó de Serra Madeireiro como Conservante de Madeira de Espécies Nativas Amazônicas: .<br/>CDU 630*8(811)</p> |
|-------|--|


**RODRIGO LEMOS GIL**  
**USO DO PÓ DE SERRA MADEIREIRO COMO CONSERVANTE DE**  
**MADEIRA DE ESPÉCIES NATIVAS AMAZÔNICAS**

Essa tese foi julgada e aprovada como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Ciências Ambientais.

Cáceres, 13 de fevereiro de 2023.


 Documento assinado digitalmente  
MARIA APARECIDA PEREIRA PIERANGELI **Banca examinadora**  
Data: 07/03/2023 17:23:00-0300  
Verifique em <https://verificador.iti.br>

---

 Documento assinado digitalmente  
SANDRO BENEDITO SGUAREZI  
Data: 08/03/2023 14:44:08-0300  
Verifique em <https://verificador.iti.br>


Profª. Dra. Maria Aparecida Pereira Pierangeli  
Universidade do Estado de Mato Grosso-UNEMAT  
Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais-PPGCA  
(Orientadora)

Prof. Dr. Sandro Benedito Sguarezi  
Universidade do Estado de Mato Grosso-UNEMAT  
Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais-PPGCA  
(Examinador interno)


 Documento assinado digitalmente  
CAROLINA JOANA DA SILVA NOGUEIRA  
Data: 09/03/2023 11:22:30-0300  
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Profª. Dra. Carolina Joana da Silva  
Universidade do Estado de Mato Grosso-UNEMAT  
Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais-PPGCA  
(Examinador interno)

Prof. Dr. Jonathan Willian Zangeski Novais  
Universidade de Cuiabá – UNIC  
Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais-PPGCA  
(Examinador externo)

 Documento assinado digitalmente  
VINICIUS DE OLIVEIRA RIBEIRO  
Data: 07/03/2023 22:51:44-0300  
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Prof. Dr. Vinícius de Oliveira Ribeiro  
Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul – UEMS  
Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais – PPGRN  
(Examinador externo)

 Documento assinado digitalmente  
LUCIANO RODRIGO LANSSANOVA  
Data: 07/03/2023 18:15:14-0300  
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Prof. Dr. Luciano Rodrigo Lanssanova  
Instituto Federal de Mato Grosso – IFMT  
(Examinador externo)

**CÁCERES**  
**MATO GROSSO, BRASIL**  
**2023**

## **DEDICATÓRIA**

Dedico essa tese ao bondoso Deus por ter cuidado de cada detalhe da trajetória de minha vida. Por ter me resgatado com sua misericórdia e amor.

Dedico este trabalho a minha esposa Danielle, minha filha Ana Julia e ao bebê que está no ventre de minha esposa nesse momento.

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus, por Sua infinita bondade.

À minha amada esposa Danielle Gil, que sempre esteve ao meu lado me dando todo o amor e apoio. À minha pequena Ana Julia, que pagou o preço da ausência do pai logo nos seus primeiros meses de vida.

Aos meus pais Welinton e Maria Teresa, pelo amor, incentivo e apoio no decorrer desta caminhada.

Ao Instituto Federal de Mato Grosso – Campus Juína, que apoiou e incentivou o afastamento para capacitação.

Aos professores Maria Aparecida Pereira Pierangeli e Aylson Costa Oliveira, pelas orientações, tempo e dedicação no decorrer desta pesquisa.

Ao SIMNO (Sindicato das Indústrias Madeireiras e Moveleiras do Noroeste do Mato Grosso) e CIPEN (Centro das Indústrias Produtoras e Exportadoras de Madeira do Estado de Mato Grosso), pelo incentivo financeiro desta pesquisa.

Aos Alunos Wesley Nilton, Ricardo Shipitoski, Mariana Sacht, Willy Santana, Kaio Santos, Letícia Zen e Carla Procópio, pela amizade e dedicação a esta pesquisa.

Aos professores Luciano Rodrigo Lansanova e Kleyton Rezende Ferreira.

À Banca Examinadora, pelas contribuições imprescindíveis para qualidade deste trabalho.

A todos professores e colegas do PPGCA/UNEMAT que contribuíram e fizeram parte desta caminhada de aprendizado acadêmico e de vida.

## ÍNDICE

|  |    |
|--|----|
| ÍNDICE.....  | 5  |
| LISTA DE FIGURAS.....  | 7  |
| LISTA DE TABELAS.....  | 9  |
| RESUMO GERAL.....  | 11 |
| INTRODUÇÃO GERAL.....  | 13 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....   | 15 |
| CAPÍTULO I.....  | 17 |
| STAKEHOLDER ANALYSIS DO SETOR FLORESTAL MADEIREIRO DO<br>NOROESTE MATO-GROSSENSE: UMA VISÃO SOBRE OS RESÍDUOS<br>SÓLIDOS INDUSTRIAIS ..... | 17 |
| RESUMO .....   | 17 |
| 1. INTRODUÇÃO .....  | 19 |
| 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....   | 20 |
| 3. METODOLOGIA .....   | 22 |
| 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....  | 23 |
| 4.1 Stakeholders de baixo poder e baixo interesse (-/-) .....  | 26 |
| 4.2 Stakeholders de alto poder e baixo interesse (+/-) .....   | 27 |
| 4.3 Stakeholders de baixo poder e alto interesse (-/+) .....   | 28 |
| 4.4 Stakeholders de alto poder e alto interesse (+/+) .....  | 29 |
| 4.5 Análise das políticas públicas sobre resíduos madeireiros.....   | 33 |
| 5. CONCLUSÕES .....  | 35 |
| 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....   | 37 |
| CAPÍTULO II.....   | 40 |
| AVALIAÇÃO DO ARMAZENAMENTO SOB SERRAGEM DE TORAS DE<br>ESPÉCIES NATIVAS AMAZÔNICAS.....  | 40 |
| RESUMO .....   | 40 |
| ABSTRACT.....  | 41 |
| 1. INTRODUÇÃO .....  | 42 |
| 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....  | 45 |
| 2.1. Setor Florestal no bioma amazônico e geração de resíduos .....  | 45 |
| 2.2. Espécies estudadas .....  | 49 |

|   |     |
|---|-----|
| 2.2.1. Caucho <i>Castilla ulei</i> Warb.....  | 49  |
| 2.2.2. Cedrinho ( <i>Erisma uncinatum</i> ) .....   | 49  |
| 2.2.3. Jatobá ( <i>Hymenaea courbaril</i> ).....  | 50  |
| 2.3. Biodegradação da madeira .....   | 52  |
| 3. METODOLOGIA .....  | 54  |
| 3.1. Etapa 1 – Caracterização das condições experimentais.....  | 54  |
| 3.1.1. Caracterização do ambiente microclimático.....   | 54  |
| 3.1.2. Levantamento da entomofauna e de fungos saprófagos. ....   | 56  |
| 3.1.3. Análise do solo e do pó de serra.....  | 57  |
| 3.2. Etapa 2 – Análise qualitativa e quantitativa das madeiras em toras armazenadas sob serragem e à céu aberto. .... | 58  |
| 3.2.1. Determinação do estado sanitário da madeira.....   | 61  |
| 3.2.2. Rachadura e rendimento.....  | 62  |
| 3.2.3. Propriedades físicas e mecânicas da madeira.....   | 65  |
| 3.2.3.1. Propriedades físicas da madeira .....  | 66  |
| 3.2.3.2. Propriedades mecânicas da madeira .....  | 66  |
| 3.3. Análise estatística .....  | 68  |
| 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....   | 69  |
| 4.1. Etapa 1 – Caracterização do ambiente .....   | 69  |
| 4.1.1. Caracterização do ambiente Microclimático .....  | 69  |
| 4.1.2. Levantamento da entomofauna e de fungos saprófagos. ....   | 72  |
| 4.1.3. Análise do solo e do pó de serra .....   | 76  |
| 4.2. Etapa 2 – Análise Qualitativa e quantitativa das madeiras em toras armazenadas sob serragem e à céu aberto ..... | 77  |
| 4.2.1. Determinação qualitativa do estado sanitário .....   | 77  |
| 4.2.2. Rachadura da madeira.....  | 87  |
| 4.2.3. Rendimento de madeira Serrada .....  | 91  |
| 4.2.4. Propriedades físicas .....   | 95  |
| 4.2.5. Propriedades Mecânicas da madeira.....   | 98  |
| 4.2.6. Análise multivariada .....   | 105 |
| 5. CONCLUSÕES .....   | 109 |
| CONSIDERAÇÕES FINAIS.....   | 110 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....  | 112 |



## LISTA DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| <b>Figura 1:</b> Evolução das publicações com as palavras chaves “resíduo madeireiro” e “aproveitamento”, entre os anos de 2010 a 2018.....   | 24 |
| <b>Figura 2:</b> Rede de interações entre os principais autores de documentos publicados com ênfase nos autores mais citados. ....  | 25 |
| <b>Figura 3:</b> Gráfico de poder/interesse conforme PMBOK (2013).....  | 26 |
| <b>Figura 4:</b> Montagem da etapa 1 – Caracterização microclimática.....   | 55 |
| <b>Figura 5:</b> Esquema metodológico para análise qualitativa e quantitativa das toras armazenadas sob pó de serra e a céu aberto. ....  | 60 |
| <b>Figura 6:</b> Mensuração dos diâmetros para o cálculo do diâmetro médio. ....  | 62 |
| <b>Figura 7:</b> Gráfico de radar para temperatura dentro e fora do pó de serra.....  | 70 |
| <b>Figura 8:</b> Gráfico de radar para umidade relativa do ar, dentro e fora do pó de serra. ....   | 70 |
| <b>Figura 9:</b> Gráfico de radar da porcentagem de oxigênio do ar dentro e fora do pó de serra. ....   | 71 |
| <b>Figura 10:</b> Entomofauna encontrada nas toras armazenadas a céu aberto (Condição 2).....   | 73 |
| <b>Figura 11:</b> Gráficos de deterioração da madeira de caucho ( <i>Castilla ulei</i> ) nos tempos 0, 6, 12 e 20 meses, armazenadas a céu aberto (C2) e sob serragem (C1), no município de Juina-MT, segundo classificação de Lepage (1970). ....        | 78 |
| <b>Figura 12:</b> Gráficos de deterioração da madeira de cedrinho ( <i>Erismia uncinatum</i> ), nos tempos 0, 6, 12 e 20 meses, armazenadas a céu aberto (C2) e sob serragem (C1), no município de Juina-MT, segundo classificação de Lepage (1970). .... | 79 |
| <b>Figura 13:</b> Gráficos de deterioração da madeira de jatobá ( <i>Hymenaea courbaril</i> ), nos tempos 0, 6, 12 e 20 meses, armazenadas a céu aberto (C2) e sob serragem (C1), no município de Juina-MT, segundo classificação de Lepage (1970). ....  | 79 |
| <b>Figura 14:</b> Toras de caucho ( <i>Castilla ulei</i> ) armazenadas sob o pó de serra (condição 1), ao longo do tempo (6, 12, 20 e 33 meses). ....   | 81 |
| <b>Figura 15:</b> Toras de caucho ( <i>Castilla ulei</i> ) armazenadas à céu aberto (condição 2), ao longo do tempo (6, 12, 20 e 33 meses).....   | 82 |
| <b>Figura 16:</b> Toras de cedrinho ( <i>Erismia uncinatum</i> ) armazenadas sob o pó de serra (condição 1), ao longo do tempo (6, 12, 20 e 33 meses). ....   | 83 |

|   |     |
|---|-----|
| <b>Figura 17:</b> Toras de cedrinho ( <i>Erisma uncinatum</i> ) armazenadas à céu aberto (condição 2), ao longo do tempo (6, 12, 20 e 33 meses). .....      | 84  |
| <b>Figura 18:</b> Toras de Jatobá ( <i>Hymenaea courbaril</i> ) armazenadas sob o pó de serra (condição 1), ao longo do tempo (6, 12, 20 e 33 meses). ..... | 85  |
| <b>Figura 19:</b> Toras de jatobá ( <i>Hymenaea courbaril</i> ) armazenadas à céu aberto (condição 2), ao longo do tempo (6, 12, 20 e 33 meses). .....      | 86  |
| <b>Figura 20:</b> Valores médios da rachadura para as três espécies amazônicas armazenadas sob pó de serra e a céu aberto ao longo do tempo. ....           | 90  |
| <b>Figura 21:</b> Valores médios do rendimento para as três espécies amazônicas armazenadas sob pó de serra e a céu aberto ao longo do tempo .....          | 94  |
| <b>Figura 22:</b> Análise de componentes principais para a espécie caucho ( <i>Castilla ulei</i> ) aos 6, 12 e 20 meses de avaliação. ....                  | 106 |
| <b>Figura 23:</b> Análise de componentes principais para a espécie cedrinho ( <i>Erisma uncinatum</i> ) aos 6, 12 e 20 meses de avaliação. ....             | 107 |
| <b>Figura 24:</b> Análise de componentes principais para a espécie jatobá ( <i>Hymenaea courbaril</i> ) aos 6, 12 e 20 meses de avaliação. ....             | 108 |

## LISTA DE TABELAS

|   |     |
|---|-----|
| <b>Tabela 1:</b> Periódicos mais publicados com a busca “resíduo” e “madeira” entre os anos 2010-2018.....  | 24  |
| <b>Tabela 2:</b> Principais aspectos das políticas sobre resíduos sólidos. ....   | 33  |
| <b>Tabela 3:</b> Rendimentos volumétrico e resíduos de espécies nativas amazônicas. ....  | 43  |
| <b>Tabela 4:</b> Delineamento experimental para avaliação do potencial de aproveitamento do pó de serra como conservante de madeira de espécies nativas da floresta amazônica. ....   | 61  |
| <b>Tabela 5:</b> Classificação do nível de degradação das toras.....  | 61  |
| <b>Tabela 6:</b> Valores médios médias de temperatura e umidade relativa do ar durante o dia e noite sob o pó de serra e a céu aberto. ....   | 69  |
| <b>Tabela 7:</b> Identificação da entomofauna encontrada nas toras armazenadas à céu aberto (condição 2).....   | 72  |
| <b>Tabela 8:</b> Análise dos metais pesados no solo antes e depois do armazenamento de toras sob serragem. ....   | 77  |
| <b>Tabela 9:</b> Análise do teor disponível de metais pesados na serragem.....  | 77  |
| <b>Tabela 10:</b> Análise da média e desvio padrão da rachadura para as três espécies amazônicas armazenadas sob pó de serra e a céu aberto ao longo do tempo. ....   | 87  |
| <b>Tabela 11:</b> Análise da média e desvio padrão do rendimento para as três espécies amazônicas armazenadas sob pó de serra e a céu aberto ao longo do tempo. ....  | 91  |
| <b>Tabela 12:</b> Resultados da comparação múltipla entre médias para as variáveis densidade aparente e básica para as três espécies amazônicas armazenadas sob pó de serra e à céu aberto.....   | 97  |
| <b>Tabela 13:</b> Dados comparativos das propriedades físicas para as espécies amazônicas estudadas, segundo vários autores.....  | 98  |
| <b>Tabela 14:</b> Resultado da comparação múltipla entre médias para as variáveis resistência ao cisalhamento, dureza Janka e resistência a compressão paralela as fibras para as três espécies amazônicas armazenadas sob pó de serra e à céu aberto. .... | 101 |

**Tabela 15:** Dados comparativos para propriedades mecânicas das espécies amazônicas estudadas, segundo vários autores..... 102

**Tabela 16:** Recomendações de utilização da técnica de enterro de toras para conservação da madeira em relação as variáveis rachadura, rendimento e propriedades físico-mecânicas..... 104

## RESUMO GERAL

RODRIGO, Gil Lemos. **Uso do pó de serra madeireiro como conservante de madeira de espécies nativas amazônicas**. Cáceres: UNEMAT, 2023. 122 p. (Tese – Doutorado em Ciências Ambientais)<sup>1</sup>.

O mal armazenamento das toras nas indústrias madeireiras é uma das principais causas do baixo rendimento de madeira serrada, que por sua vez geram resíduos e perdas econômicas e ambientais. Visando alterar esse cenário, parte dos empresários tem adotado uma técnica que consiste em enterrar as toras sob o pó de serra conservando-as por algum período. Contudo, a utilização da técnica não é permitida pela legislação, sendo necessário então a validação desta para possível mudança nas políticas públicas. Com isso, o objetivo desta tese é analisar os grupos sociais de interesse no tema de resíduos madeireiros; e avaliar a eficácia na conservação de toras madeireiras com o uso da técnica de armazenamento sob serragem. Para isso foram identificados e classificados as partes interessadas de acordo com o seu grau de poder e interesse. Políticas públicas foram analisadas e discutidas. Além disso, toras de *Castilla ulei*, *Erismia uncinatum* e *Hymenaea courbaril* foram armazenadas sob o pó de serra e à céu aberto, onde foi feita uma caracterização dos dois ambientes; e também foram feitas análises ao longo dos tempos (0, 6, 12, 20 meses) de forma qualitativa e quantitativa para as seguintes variáveis: rachadura, rendimento, densidade básica e aparente, resistência ao cisalhamento, dureza Janka, resistência à compressão paralela as fibras. As médias foram comparadas estatisticamente ao longo do tempo e entre as condições. Observou-se que dezesseis partes interessadas foram encontradas, das quais oito foram consideradas de alto poder/interesse. As políticas públicas discutidas são bastante genéricas e abrangentes, resultando em desafios de implementação. Verificou-se, ainda que as temperaturas do ar e umidade relativa do ar na condição 1 permaneceram constantes e foram maiores, enquanto a oxigenação foi 50% menor, tornando-se um ambiente desfavorável para desenvolvimento de fungos e insetos. Para as três espécies as toras armazenadas a céu aberto apresentaram maiores degradações. Os rendimentos das toras armazenadas sob serragem foram 25,22%, 18,18% e 8,43% maiores para *C. ulei*, *E. uncinatum* e *H. courbaril* respectivamente. De maneira geral as propriedades físico-mecânicas foram estatisticamente melhores para as toras armazenadas sob pó de serra. Conclui-se, portanto que os grupos de elevado poder/interesse são a base de uma coligação de suporte efetiva da política e que a técnica de enterro de toras é eficiente para conservação das toras, não tendo potencial de poluição do solo com elementos traço.

**Palavras-chave:** Pó de serra; Resíduo de madeira; Conservação; Rendimento; Propriedade física e mecânica.

---

<sup>1</sup> Comitê Orientador: Orientador(a) Maria Aparecida Pereira Pierangeli – UNEMAT – Cáceres-MT; Co-orientador Aylton Costa Oliveira – UFMT – Cuiabá-MT.

## ABSTRACT

RODRIGO, Gil Lemos. **Use of sawdust as a wooden preservative of native Amazonian species**. Cáceres: UNEMAT, 2023. 122 p. (Thesis – Doctorate in Environmental Sciences)<sup>2</sup>.

The poor storage of logs in the wood industries is one of the main causes of the low yield of sawn wood, which in turn generates waste and economic and environmental losses. Aiming to change this scenario, some of the entrepreneurs have adopted a technique that consists of burying the logs under sawdust, conserving them for some period. However, the use of the technique is not allowed by law, so it is necessary to validate it for a possible change in public policies. With that, the objective of this thesis is to analyze the social groups of interest in the theme of wood residues; and to evaluate the effectiveness in the conservation of wood logs using the technique of storage under sawdust. For this, the interested parties were identified and classified according to their degree of power and interest. Public policies were analyzed and discussed. In addition, logs from *Castilla ulei*, *Erisma uncinatum* and *Hymenaea courbaril* were stored under sawdust and in the open air, where a characterization of the two environments was carried out; and analyzes were also carried out over time (0, 6, 12, 20 months) qualitatively and quantitatively for the following variables: cracking, yield, basic and apparent density, shear strength, Janka hardness, resistance to compression parallel to the fibers. Means were statistically compared over time and across conditions. It was observed that sixteen interested parties were found, of which eight were considered of high power/interest. The public policies discussed are quite generic and comprehensive, resulting in implementation challenges. It was also verified that air temperatures and relative humidity in condition 1 remained constant and were higher, while oxygenation was 50% lower, making it an unfavorable environment for the development of fungi and insects. For the three species, logs stored in the open air showed greater degradation. The yields of logs stored under sawdust were 25.22%, 18.18% and 8.43% higher for *C. ulei*, *E. uncinatum* and *H. courbaril* respectively. In general, the physical-mechanical properties were statistically better for logs stored under sawdust. It is concluded, therefore, that groups with high power/interest are the basis of an effective coalition to support the policy and that the log burial technique is efficient for log conservation, not having the potential to pollute the soil with trace elements.

**Keywords:** Serra powder; Wood residue; Conservation; Performance; Physical and mechanical property.

---

<sup>2</sup> Guidance Committee: Major Professor Maria Aparecida Pereira Pierangeli – UNEMAT – Cáceres-MT; Professor Aylton Costa Oliveira – UFMT – Cuiabá-MT.

## INTRODUÇÃO GERAL

A madeira foi caracterizada por Daian e Ozarska (2009) como o material biodegradável e renovável mais abundante disponível no planeta, e é um produto natural mundialmente cobiçado, sendo muito utilizado na construção civil e na indústria moveleira.

O Brasil possui a segunda maior área de florestas nativas no mundo e a nona posição entre os países com maior área de plantios florestais (FAO, 2015). O estoque volumétrico de madeira dessas florestas é de 95 G m<sup>3</sup> para florestas nativas e de 2 G m<sup>3</sup> para florestas plantadas (SANQUETTA et al., 2018<sup>a</sup>; SANQUETTA et al., 2018b).

A cadeia produtiva do setor florestal constitui em uma atividade econômica complexa e diversificada de produtos que precisam passar por diversas fases operacionais como exploração, transporte e industrialização (BUAINAIN E BATALHA, 2007).

Para a obtenção de madeira serrada como caibros, vigas e tábuas, as toras de espécies nativas passam por um processo de desdobro com uso de maquinários como serra vertical, serra de refilamento e destopagem (ABIMCI, 2019; NOGUEIRA et al., 2020), que por sua vez acabam gerando quantidades elevadas de resíduos, que se não aproveitados, se acumulam nos pátios das empresas causando danos ao meio ambiente e a sociedade ao entorno (MENDOZA et al. 2020). Segundo Vital (2008), em coníferas, considera-se normal um coeficiente de rendimento volumétrico em madeira serrada de 55-65%, e, em folhosas, entre 45-55%, ou seja, cerca de 50% da tora de madeira vira resíduo nas serrarias.

A serragem (pó de serra) é um dos gargalos encontrados encontrado nos pátios das indústrias, pois as poucas soluções conhecidas para sua destinação adequada são inviáveis de serem praticadas, devido principalmente aos altos custos e distâncias dos polos comerciais e industriais, ocasionando diversos impactos ambientais e perdas econômicas (GIL et al., 2020).

Com a finalidade de descongestionar os pátios das indústrias, muitas empresas queimam os resíduos à céu aberto (MENDONZA et al., 2020), no entanto esta prática de queima de resíduo sem fins energéticos é proibida pela Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei 12.350/10). Segundo Brasil (2009),

os problemas decorrentes da queima dos resíduos de madeira na região amazônica, além de ser uma perda econômica, contribui para geração de CO<sub>2</sub>, exercendo influência para mudança climática do planeta e acarreta problemas de saúde pública.

Outro fator que contribui para uma maior geração de resíduos é o baixo rendimento da madeira causado pelo armazenamento inadequado da matéria prima antes do desdobro. As toras ficam no pátio expostas às intempéries climáticas como o sol e a chuva, e aos organismos xilófagos, que encontram um ambiente favorável ao seu desenvolvimento. Com isso, ocorre a deterioração das toras, causando fissuras, rachaduras e manchas causadas por fungos, fazendo com que a madeira perca qualidade, beleza e durabilidade, resultando na redução do valor econômico, além do aumento na geração de resíduos, de um recurso considerado tão nobre (GERWING et al., 2001; SCHMIDT, 2006).

Gil et al. (2020) ao realizarem uma pesquisa com os madeireiros da região noroeste do Estado de Mato Grosso, constataram que grande parte das indústrias madeireiras tem adotado o uso de uma técnica de conservação de madeira, conhecida como “enterro de toras”, na qual consiste em, literalmente, enterrar as toras de madeira sob uma pilha de serragem (pó de serra), fazendo com que elas sejam conservadas por anos. Os autores ressaltaram ainda que o uso da técnica não é permitido pelos órgãos ambientais fiscalizadores, devido inconsistências com a legislação até então vigentes, necessitando com urgência a investigação de sua eficácia, para subsidiar mudanças nas políticas públicas.

Se de fato o uso da técnica conservar os toros enterrados, isso poderá resultar em ganhos ambientais, pois conservando a madeira, possivelmente evitará novos cortes de árvores para suprir aquelas deterioradas, além de uma possível redução da geração de resíduos e reutilização dos resíduos gerados pelas indústrias madeireiras. Desta forma, o uso da técnica corroboraria com a Agenda 2030 (OMS, 2016), no qual objetiva-se reduzir substancialmente a geração de resíduos por meio de prevenção, redução, reciclagem e reuso (objetivo 12) e proteger, recuperar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres, gerindo de forma sustentável as florestas (objetivo 15).



Assim o presente trabalho foi conduzido, sendo dividido em dois capítulos, sendo: o primeiro visa analisar a estrutura dos grupos sociais que tem interesses a respeito dos resíduos industriais madeireiros, com a finalidade de verificar como os grupos podem ajudar na governança de políticas públicas para sanar tais problemas encontrado na região e o segundo capítulo, visa analisar a eficácia da técnica de conservação por recobrimento de toros com serragem, através de análises das propriedades físicas e mecânicas da madeira expostas em duas condições (céu aberto e sob serragem).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE MADEIRA PROCESSADA MECANICAMENTE (ABIMCI). **Estudo Setorial**. STCP/SYNTEKO, Curitiba – PR, 2019.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Mudanças climáticas e qualidade ambiental. **Levantamento Sobre a Geração de Resíduos Provenientes da Atividade Madeireira e Proposição de Diretrizes para Políticas, Normas e Condutas Técnicas para Promover o seu Uso Adequado**. Projeto PNUD BRA 00/20 – Apoio às Políticas Públicas na Área de Gestão e Controle Ambiental. Ministério do Meio Ambiente. Curitiba, PR, 2009.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 3 ago. 2010.

BUAINAIN, A. M.; BATALHA, M. O. **Cadeia Produtiva da Madeira** (Vol. 6). Brasília: IICA: MAPA/SP, 2007.

DAIAN, G., OZARSKA, B. Wood waste management practices and strategies to increase sustainability standards in the Australian wooden furniture manufacturing sector. **Journal of Cleaner Production**, e. 17, n. 17, p. 1594-1602, 2009.

FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Global Forest Resources Assessment 2015**. Rome: 2015.

GERWING, J.; VIDA, E.; VERÍSSIMO, A.; UHL, C. **O rendimento no processamento de madeira no estado do Pará**. Belém: Imazon, 2001.

GIL, R. L.; OLIVEIRA, A. C.; ALCÂNTARA, L. C. S.; SGUAREZI, S. B.; SILVA, C. J.; FERREIRA, K. R.; LANSSANOVA, L. R.; PINTO, V. R.; PIERANGELI, M. A. P. Stakeholder analysis of the Mato Grosso Northwest timber industry: A

perspective on solid waste. **Research, Society and Development**. V. 9, n. 11, p. 1-22, 2020.

MENDOZA, Z. M. S. H.; BORGES, P. H. M.; MORAIS, P. H. M.; SANTOS, R. B. V. L. Resíduos madeireiros gerados pelo processamento mecânico em municípios de Mato Grosso. **Braz. J. Anim. Environ. Res.**, Curitiba, v. 3, n. 2, p.616-628, 2020.

NOGUEIRA, M. G.; EVANGELISTA, W. V. Caracterização do perfil das serrarias do município de Juína, estado de Mato Grosso. In: GONÇALVES, F. G. **Engenharia industrial madeira: Tecnologia, pesquisa e tendências**. Local de publicação: Editora científica, 2020, p 71- 99.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE. **Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**. 2016.

SANQUETTA, C. R.; CORTE, A. P. D.; PELISSARI, A. L.; TOMÉ, M.; MAAS, G. C. B.; SANQUETTA, M. N. I. Dinâmica em superfície, volume, biomassa e carbono nas florestas plantadas brasileiras: 1990-2016. **BIOFIX Scientific Journal**, v.3, n.1, p.152-160, 2018<sup>a</sup>.

SANQUETTA, C. R.; CORTE, A. P. D.; PELISSARI, A. L.; TOMÉ, M.; MAAS, G. C. B.; SANQUETTA, M. N. I. Dinâmica em superfície, volume, biomassa e carbono nas florestas nativas brasileiras: 1990-2015. **BIOFIX Scientific Journal**, v.3, n.1, p.193-198, 2018<sup>b</sup>.

SCHMIDT, O. **Wood and tree fungi: Biology, damage, protection, and use**. Berlim: Springer, 2006. 334p

VITAL, B. R. **Planejamento e operação de serrarias**. Viçosa, MG: Editora UFV, 2008. 211 p.

# CAPÍTULO I

## **STAKEHOLDER ANALYSIS DO SETOR FLORESTAL MADEIREIRO DO NOROESTE MATO-GROSSENSE: UMA VISÃO SOBRE OS RESÍDUOS SÓLIDOS INDUSTRIAIS<sup>3</sup>**

### **RESUMO**

A indústria madeireira tem papel de destaque no estado de Mato Grosso, porém gera muitos resíduos. Conhecer os grupos da sociedade envolvidos nesse setor e suas inter-relações se faz necessário para o desenvolvimento de políticas públicas eficazes. O objetivo deste capítulo foi analisar a estrutura dos grupos sociais que tem interesses (*stakeholder analysis*) a respeito dos resíduos industriais madeireiros, com a finalidade de verificar como os grupos podem ajudar na governança de políticas públicas para sanar tais problemas encontrado no Bioma Amazônico. Foram identificados e classificados as partes interessadas de acordo com o seu grau de poder e interesse. Políticas públicas foram analisadas e discutidas. Dezesesseis partes interessadas foram encontradas, das quais oito foram consideradas de alto poder/interesse. As políticas públicas discutidas são bastante genéricas e abrangentes, resultando em desafios de implementação. Conclui-se, portanto que os grupos de elevado poder/interesse são a base de uma coligação de suporte efetiva da política, e como investida, sugeriu-se: maior disponibilidade e disseminação de informações; maior sinergia entre as instituições e políticas existentes; concentrando-se em regiões prioritárias; e promover incentivos.

**Palavras-chave:** Grupos sociais; Resíduo de madeira; Política pública.

---

<sup>3</sup> Capítulo já publicado em forma de artigo na Revista Research, Society and Development, no ano de 2020. (GIL et al., 2020)

## **ABSTRACT**

The logging industry plays a prominent role in the state of Mato Grosso, but generates many waste. Knowing the groups of society involved in this sector and their interrelationships is necessary for the development of effective public policies. The purpose of this chapter was to analyze the structure of social groups (stakeholder analysis) about timber industrial waste, in order to verify how groups can help in the governance of public policies to remedy such problems in the Amazonian biome. Interested stakeholders were identified and classified according to their degree of power and interest. Public policies were analyzed and discussed. Sixteen stakeholders were found, of which eight were considered of high power/interest. The public policies discussed are quite generic and comprehensive, resulting in implementation challenges. It is concluded, therefore, the groups of high power/interest are the basis of an effective policy support coalition, and as invested, it was suggested: greater availability and dissemination of information; greater synergy between existing institutions and policies; focusing on priority regions; and promote incentives.

**Keywords:** Social groups; Wood residue; Public policy.

## 1. INTRODUÇÃO

A rápida industrialização e urbanização resultaram na geração de enormes quantidades de resíduos sólidos e líquidos e sua gestão se tornou uma questão de preocupação global (BATH et al., 2018), pois estes são cada vez mais complexos, limitando a capacidade de sua assimilação pelo meio natural, e pela falta de soluções ambientais e sanitárias adequadas para sua disposição final ou reaproveitamento (FARAGE et al., 2013).

A exploração econômica da madeira tem sido uma das principais atividades na região noroeste de Mato Grosso. No entanto, devido ao baixo grau de aproveitamento, acabam gerando uma grande quantidade de resíduos, o qual resultam em danos ambientais, perda de oportunidade para indústria, comunidades locais, governos e sociedade em geral, especialmente em regiões remotas. Tornando-se assim, um dos maiores desafios do país em termos de políticas e regulações, tanto de âmbito público quanto privado (DONADELLI, 2012).

Segundo CIPEM (2014<sup>a</sup>) as indústrias madeireiras e moveleiras de apenas quatro cidade do noroeste de Mato Grosso geram cerca de 14 mil toneladas de resíduos por mês.

É notável a preocupação em dar destinos corretos aos resíduos gerados pela indústria madeireira, uma vez que se observa o surgimento de trabalhos científicos que analisam a utilização destes resíduos para confecção de compostos de placas de MDF, compostagem, geração de energia, produção de briquetes, entre outros (LOPES et al., 2016; GOUVÊA et al., 2017; GARCEZ, et al., 2018). Porém, muitas dessas alternativas se tornam inviáveis de serem praticadas devido à grande geração desses resíduos e a distância dos grandes centros consumidores.

Então, a avaliação de como as partes interessadas (*Stakeholder*) se relacionam e se preocupam com os impactos gerados pela atividade florestal, identificando seus interesses, poder de influência e conhecimentos, pode facilitar o entendimento dos conflitos e desafios socioambientais, além de possibilitar a participação da sociedade civil em nível local e/ou regional, na resolução desses problemas.

Segundo Grimble e Chuan (1995), *stakeholders* refere-se a todos aqueles que afetam e/ou são afetados pelas políticas, decisões e ações em um determinado sistema, podendo ser indivíduos, comunidades, grupos sociais e/ou instituições de qualquer tamanho, classes ou níveis sociais, incluindo os que dependem do sistema para sobrevivência, os que fazem a política, bem como outros grupos sociais que também se beneficiam do sistema.

Neste contexto, o objetivo desse capítulo é analisar a estrutura dos grupos sociais que tem interesses (*stakeholder analysis*) a respeito dos resíduos industriais madeireiros, com a finalidade de verificar como os grupos podem ajudar na governança de políticas públicas para sanar tais problemas encontrado no Bioma Amazônico, abastecendo-os com informações sobre as redes de relacionamentos do setor e sugerir estratégias de investida.

#### **4. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

Segundo o Sistema Nacional de Informações Florestais (SNIF, 2017), em 2016, o setor florestal brasileiro gerou uma renda de 2,8 bilhões de reais e uma quantidade de 592.656 empregos. Em contrapartida, as indústrias de base florestal, principalmente as de transformação primária como as serrarias, geram grandes quantidades de resíduos, muitas vezes devido a um modo de produção arcaico com máquinas e equipamentos antigos, apresentando assim baixo rendimento (BARBOSA et al., 2014).

Os resíduos madeireiros são classificados como serragem, cepilho, sólidos de madeira, cascas e outros. Tais resíduos podem servir de matéria prima para produção de produtos de maior valor agregado (PMVA) tais como carvão, cabos, briquete, paletes, embalagens, etc., ou ainda para geração de energia térmica ou elétrica através de sua combustão direta ou incineração. Porém, a grande geração desses resíduos em áreas remotas, tornam essa reutilização inviável devido à falta de mercado consumidor (WIECHETECK, 2009).

Então, torna-se urgente encontrar e identificar técnicas e procedimentos para alcançar a meta 8.2 da Agenda 2030, que revela a necessidade de “atingir níveis mais elevados de produtividade das economias por meio da

diversificação, modernização tecnológica e inovação, inclusive por meio de um foco em setores de alto valor agregado e dos setores intensivos em mão de obra” (ONU, 2016).

Os recursos naturais são muito difíceis de serem governados, uma vez que tanto o ambiente natural quanto as sociedades humanas são caracterizados por incertezas, dinâmicas complexas, variações naturais e dependentes do tempo (BERKES et al., 2003). Assim, a gestão de qualquer recurso, beneficiaria os atores que concordam com regras e práticas comuns, coordenando o uso, envolvendo-se na resolução de conflitos, negociando várias compensações, compartilhando informações e construindo conhecimento comum (FOLKE et al., 2005).

Dessa forma, tem se dado importância a sistemas de governo onde múltiplos atores de vários graus devem ser envolvidos nos processos de governança, pois assim as complexidades inerentes a ambos os ecossistemas e os arranjos sociais construídos em torno destes, possam ser abordados de forma mais adequada, sendo esse modelo conhecido como cogestão (CARLSSON e BERKES, 2005). A cogestão adaptativa é uma expansão recente do conceito de cogestão com foco na adaptabilidade do processo de gestão conjunta em resposta à mudança ambiental e à aquisição contínua de novos conhecimentos (ARMITAGE et al., 2009).

Muitas iniciativas de conservação da natureza fracassam porque prestam atenção inadequada aos interesses e características dos *stakeholders* (GRIMBLE e WELLARD, 1997). Como consequência, a *stakeholder analysis* tem ganhado cada vez mais atenção e agora é parte integrante de muitas iniciativas participativas de gestão de recursos naturais (MUSHOVE e VOGEL, 2005).

A existência de redes sociais é encontrada em algumas pesquisas, como um importante denominador comum nos casos em que diferentes partes interessadas (*stakeholders*) se uniram para lidar efetivamente com problemas e dilemas de recursos naturais (FOLKE et al., 2005; PRETTY e WARD, 2001; OLSSON et al., 2008).

A análise de redes de *stakeholders* ajuda a separar como as estruturas sociais, criadas pelo padrão de relações, melhoram ou dificultam as iniciativas de governança que estão fracassando em todo o mundo (BODIN e CRONA, 2009). No entanto, selecionar esses grupos para processos participativos é um

desafio, pois alguns *stakeholders* podem ser historicamente marginalizados de decisões administrativas, além da existência de conflitos entre grupos sociais e, também, pelo motivo de os processos participativos tenderem a se concentrar em pequenos grupos, o que pode levar a uma falta de representatividade (DANIELS e WALKER, 2001; STRINGER et al., 2006).

### 3. METODOLOGIA

Primeiramente, para um levantamento inicial dos *stakeholders* foi feita uma análise bibliométrica em documentos tais como artigos científicos, livros, capítulos de livros e monografias. Para isso foi feita uma busca no portal “Dimensions”, que compõe o “*Part of the Digital Science*”, de documentos publicados entre 2010 e 2018, utilizando as palavras chaves “resíduo” e “madeira” que se encontravam no título e/ou resumo. Foi utilizado somente trabalhos realizados no Brasil, uma vez que a intenção foi encontrar os *stakeholders* locais.

Para leitura e identificação dos grupos sociais, foram selecionados os artigos de autores e coautores mais citados e os publicados em periódicos de Qualis superior ou igual a B1. Para identificação e visualização da rede de interação dos autores e os mais citados, os resultados da pesquisa no “Dimensions” foram exportados e analisado no programa computacional VOSviewer 1.6.

Dessa forma os principais artigos foram lidos de forma sistemática e foram filtrados alguns possíveis grupos sociais que possuem interesse na temática de aproveitamento dos resíduos sólidos madeireiros.

Em seguida foi realizado buscas, com as palavras chaves “resíduo madeireiro”, “indústria madeireira” e “aproveitamento de resíduo” em sites do governo, de sindicatos, entre outros, para identificar de maneira prévia, quais os grupos sociais de interesse envolvidos na temática em questão.

Sabendo que o estudo não pode ficar limitado a uma única fonte de evidência, foi realizado, também, entrevistas, em forma de questionário, com os grupos sociais de interesse, com perguntas qualitativas e quantitativas.



Por meio das análises dos sites, e respostas dos entrevistados, os grupos sociais foram classificados pela metodologia adaptada descrita no PMBOK (2013), na qual sugere a avaliação do grau de poder/interesse, agrupando as partes interessadas baseando-se no seu nível de autoridade (poder) e preocupação (interesses) em relação ao assunto abordado.

Depois de identificados os *stakeholders*, foi discutido seus dados pertinentes, como papéis, interesses, conhecimentos, perspectivas e níveis de influência. Foi analisado também quais as contribuições possíveis que cada parte interessada poderia gerar a fim de sugerir estratégias de investida.

Por fim, foi feito um diagnóstico das principais políticas públicas federais e estaduais existentes relacionadas com gestão e aproveitamento de resíduos. Com os dados coletados e analisados, foi feita algumas ponderações e sugestões de políticas gerenciais, para solucionar conflitos socioambientais em relação aos resíduos sólidos gerados pelo setor florestal madeireiro do Noroeste de Mato Grosso.

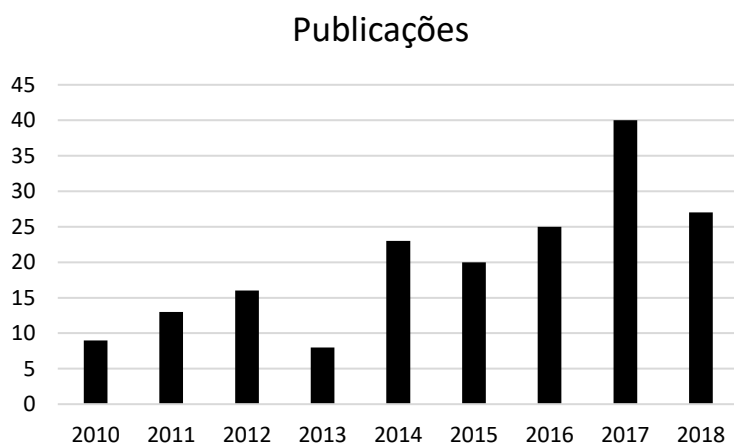
#### **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Através da pesquisa realizada na plataforma “*Dimensions*”, foi possível encontrar 181 documentos relacionados de alguma maneira com o resíduo de madeira, sendo que destes, 170 são artigos científicos publicados em periódicos e 11 são documentos técnicos de procedimento.

Entre os anos de 2010 e 2018 houve uma evolução do número de publicações com essa temática variando entre 8 publicações no ano de 2013 e 40 no ano de 2017, com uma média de aproximadamente 20 publicações/ano, conforme pode ser observado na Figura 1.

Dentre os 181 documentos encontrados, foram utilizados para leitura e localização de possíveis *stakeholders*, 52 artigos, sendo 5 artigos dos autores ou coautores mais citados (Figura 2) e 50 artigos das revistas com maior número de publicações e com qualificação B1 ou Superior (Ciência Florestal; Revista Floresta; Revista Arvore; Revista Cerne; Floresta e Ambiente; Ambiente Construído; Engenharia Sanitária e Ambiental), conforme Qualis Capes quadriênio 2013-2016 (Tabela 1). Foi possível identificar 8 *stakeholders*

(Termoelétricas, fabricantes de briquetes, indústria madeireira, indústria do carvão, CIPEM, olarias, IBAMA, SEMA).



**Figura 1:** Evolução das publicações com as palavras chaves “resíduo madeireiro” e “aproveitamento”, entre os anos de 2010 a 2018. Fonte: construção dos autores.

**Tabela 1:** Periódicos mais publicados com a busca “resíduo” e “madeira” entre os anos 2010-2018.

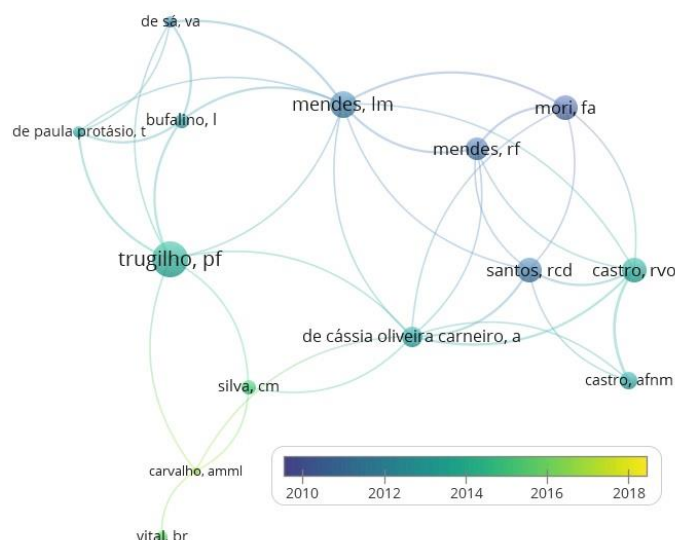
| Periódico                     | ISSN      | Publicações | Classificação |
|-------------------------------|-----------|-------------|---------------|
| *Ciência Florestal            | 1980-5098 | 16          | A2            |
| Pesquisa Florestal Brasileira | 1983-2605 | 10          | B3            |
| Matéria (Rio de Janeiro)      | 1517-7076 | 10          | B2            |
| *Revista Floresta             | 0015-3826 | 9           | B1            |
| *Revista Arvore               | 0100-6762 | 6           | A2            |
| *Revista Cerne                | 0104-7760 | 6           | A2            |
| *Floresta e Ambiente          | 2179-8087 | 6           | B1            |
| *Ambiente Construído          | 1678-8621 | 4           | B1            |
| *Engenharia san. E ambiental  | 1413-4152 | 3           | A2            |
| E-xacta                       | 1984-3151 | 3           | B4            |

\* Periódicos com classificação B1 ou superior.

Fonte: construção dos autores.

Na Figura 2 é possível observar a rede de interações, gerado no software VOSviewer 1.6, entre os autores e co-autores que publicaram ao menos dois

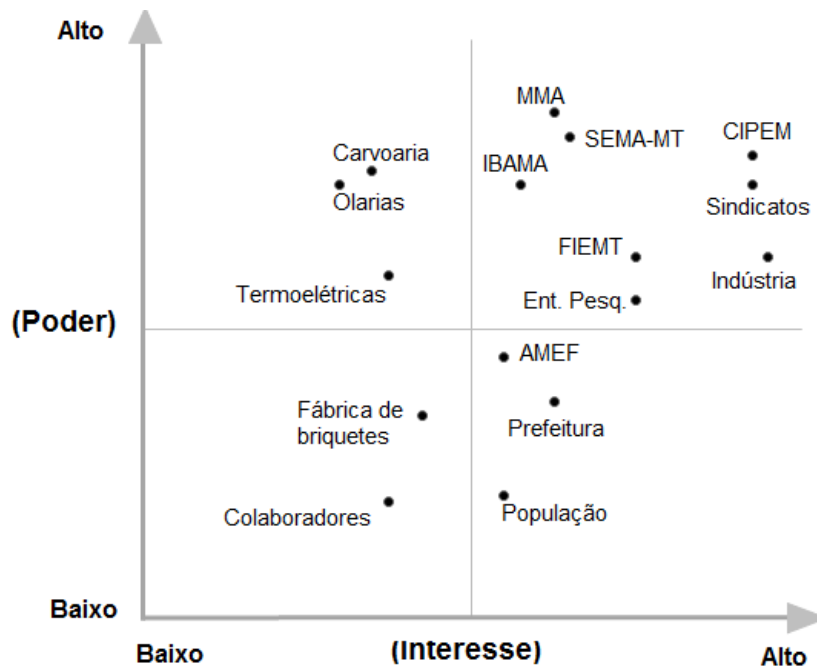
artigos, entre 2010 e 2018, com a temática “resíduo” e “madeira”. O autor Paulo Fernando Trugilho foi o mais citado e, por isso, seus artigos foram analisados para encontrar os *stakeholders*.



**Figura 2:** Rede de interações entre os principais autores de documentos publicados com 25taúba nos autores mais citados. Fonte: construção dos autores.

Os *stakeholders* encontrados nos artigos científicos foram o ponto inicial de pesquisas nos sites tais como da Secretaria Estadual de Meio Ambiente de Mato Grosso (SEMA-MT), Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) e Ministério do Meio Ambiente (MMA), que por sua vez abriam novas portas para os sites do Centro das Indústrias Produtoras e Exportadoras de Madeira (CIPEM) e do Sindicato das Indústrias Madeireiras e Moveleiras do Noroeste de Mato Grosso (SIMNO). Nos sites supracitados, foram encontrados ao todo 44 notícias com a busca das palavras chaves “resíduos”, “madeira” e “aproveitamento”, sendo 8 no site da SEMA-MT, 5 no IBAMA, 7 no MMA, 15 no CIPEM e 9 no SIMNO.

De um modo geral, foi possível identificar 16 *stakeholders*, e a classificação quanto o seu grau de interesse/poder pode ser observado na Figura 3.



**Figura 3:** Gráfico de poder/interesse conforme PMBOK (2013). Fonte: construção dos autores.

#### 4.1 Stakeholders de baixo poder e baixo interesse (-/-)

Os colaboradores e as fabricas de briquetes fazem parte do grupo da sociedade civil e de mercado consecutivamente, e ambos têm abrangência local, pois exercem sua atividade *in loco*, não extrapolando os limites do município em que atuam.

Por mais que possam ser afetados diretamente com a exposição diária aos resíduos madeireiros, os colaboradores foram classificados como *stakeholders* de baixo poder e baixo interesse (Figura 3), pois em entrevistas com o setor madeireiro, demonstraram não possuir preocupação relevante em relação a geração e descarte dos resíduos industriais e também por não possuírem autoridade em tomadas de decisão, tanto administrativas da indústria como para mudanças das políticas públicas. A falta de interesse desse grupo social pode estar ligada ao desconhecimento (desinformação) relacionado aos impactos sociais, ambientais e até mesmo a saúde humana causados pelos resíduos gerados pela indústria madeireira.

Em relação as fabricas de briquetes, há a necessidade de se dar uma maior atenção, pois o setor madeireiro observa que por mais que este grupo tenha um importante papel para o destino adequado dos resíduos, transformando-os em subproduto para indústria energética, o mesmo não é visto como uma alternativa viável devido aos elevados custos de implementação e grandes distâncias dos centros consumidores de briquetes, o que acaba por inviabilizar o negócio. No município de Juína, localizada a 750 km da capital de Mato Grosso, houve a tentativa do funcionamento de uma indústria de briquetes e mesmo recebendo a serragem de forma gratuita das empresas, ela fechou as portas pois a logística de escoamento do produto foi inviável. Sendo assim, por mais que a indústria de briquetes tenha grande poder para dar destino adequado dos resíduos, ela foi classificada como baixo poder (Figura 3), pois na região torna-se inviável sua instalação, pelos motivos já discutidos

#### **4.1 Stakeholders de alto poder e baixo interesse (+/-)**

Entre os *stakeholders* de alto poder e baixo interesse (Figura 3) estão as carvoarias, olarias e as termoelétricas, que são classificadas com características de mercado, pois ambas possuem interesse nos resíduos apenas como matéria prima para sua produção, não se importando realmente com os problemas que a geração e descarte dos resíduos madeiros possam trazer para saúde e meio ambiente. Por isso são grupos sociais de baixo interesse. Porém, são peças-chaves para o processo de destinação de resíduos, pois tem alto poder de consumo destes, seja para produção de energia térmica na confecção de tijolos e carvão ou para produção de energia elétrica no caso das termoelétricas.

Importante ressaltar que a queima de biomassa vegetal libera contaminantes na atmosfera, no entanto instalações de dispositivos modernos de tratamento de efluentes, dentre eles o lavador venturi e o ciclone úmido, reduzem substancialmente tais emissões, que somadas a uma fiscalização eficiente de órgãos ambientais controladores acabam por mitigar tais impactos ambientais.

As carvoarias e olarias são classificadas como de abrangência local, pois os resíduos gerados em suas cidades são suficientes para sua produção,

diferente das termoeletricas que necessitam de uma quantidade maior de resíduos do que a gerada em seu município, por isso foi classificada como regional.

Segundo CIPEM (2014<sup>a</sup>) as indústrias madeireiras e moveleiras do noroeste de Mato Grosso, mais especificamente nas cidades de Juína, Juruena, Cotriguaçu e Brasnorte têm capacidade de geração de 14.030,8 metros cúbicos de resíduos por mês, matéria prima essa que atenderia suficientemente outras empresas, principalmente as de geração de energia. Mesmo assim na região existem um número insignificante de usinas termoeletricas, provavelmente pela falta de incentivo governamental.

Wiecheteck (2009), com o intuito de propor políticas públicas para uso de resíduos florestais para fins energéticos, observou que nos polos geradores de resíduos visitados nas regiões Sudeste e Sul, havia pelo menos 1 (um) grande consumidor de resíduos de madeira, para fins energéticos ou para outros fins. Este fato não foi observado nos estados das regiões Centro-Oeste (Mato Grosso) e Norte do país.

#### **4.3 Stakeholders de baixo poder e alto interesse (-/+)**

Os grupos sociais “prefeitura”, “população”, e “AMEF” foram caracterizados como de baixo poder e alto interesse (Figura 3), uma vez que não possuem autoridade suficiente para resolver o problema, porém demonstram possuir preocupação, principalmente com o descarte e destino dos resíduos.

Tanto a população quanto as prefeituras são de abrangência local, pois possuem interesse em resolver o problema no município de abrangência, onde a primeira faz parte do grupo da sociedade civil e o outro do Governo. Por se tratar de uma instituição do governo as prefeituras possuem de certa forma um poder maior do que a população, devido ao seu grau de organização e influência com outros órgãos governamentais como a SEMA-MT por exemplo. Foi ainda observado uma expressiva comunicação entre outros setores da sociedade civil organizada como sindicatos da indústria madeireira e CIPEM.

Com a finalidade de otimizar o desenvolvimento das empresas do segmento madeireiro na região noroeste de Mato Grosso, pensando em dar um

destino correto dos resíduos madeireiros e melhorar as condições econômicas e ambientais das empresas, a secretaria municipal de planejamento de Juína (cidade polo da região noroeste de Mato Grosso) junto com o SIMNO, buscaram maneiras de dar benefícios e assistência a empresas que trabalhassem com aproveitamento de resíduos (CIPEM, 2014b). A prefeitura, no ano de 2014 chegou a doar uma área próximo ao município de Juína, para alocação dos resíduos das indústrias, para que facilitasse a instalação de uma usina termoelétrica (SIMNO, 2014) porém a doação não foi realizada devido à falta de licença ambiental para esta área. O mesmo aconteceu na cidade de Colniza.

A AMEF (Associação Mato-grossense de Engenheiros Florestais), que representa uma sociedade civil organizada e de abrangência regional, juntamente com o CIPEM, SEMA e Entidades de pesquisa (UNEMAT e UFMT), participam de um Grupo de Trabalho (GT) na Comissão de Estudo de Combustível Derivado de Resíduos (ABNT/CE-177:003.001) que estuda e analisa, especificamente, a utilização de resíduos de madeira para esse fim (CIPEM, 2018), o que demonstra o interesse e colaboração para resolver o problema do destino adequado dos resíduos industriais. Em resposta ao questionário, a diretoria da AMEF se declara com baixo poder de tomadas de decisão ou capacidade para influenciar nas políticas públicas.

#### **4.4 Stakeholders de alto poder e alto interesse (+/+)**

Nesse grupo se encontram as entidades de pesquisas que além de participarem do GT da ABNT preposto, atuam em pesquisas na tentativa de encontrar soluções adequadas para os resíduos sólidos, como é o caso citado por SIMNO (2014) que afirma a participação do Instituto Federal de Mato Grosso (IFMT) no projeto de transformar a serragem (pó de serra) em composto orgânico para utilização como melhorador do solo.

Também foi verificado a participação do IFMT em um projeto de pesquisa financiado pelo CIPEM, através do Sindicato (SIMNO), que tem por finalidade analisar a viabilidade de conservação de toras de madeiras enterradas sob o pó de serra, pois conforme conhecimento empírico dos empresários madeireiros, essa técnica, conhecida como “enterro de toras”, evita a deterioração da mesma,

fazendo com que se tenha maiores rendimentos e, consecutivamente, menor geração de resíduos, além do reaproveitamento daquelas já geradas.

Dessa forma, as entidades de pesquisa (Universidades, Institutos Federais e outros), que fazem parte dos *stakeholders* do governo, são peças fundamentais para o desenvolvimento do conhecimento para o alcance de novas alternativas de uso dos resíduos madeireiros, por isso são caracterizados como de abrangência regional, podendo ser nacional e até mesmo internacional, pois seu conhecimento é difundido, através de publicações em revistas nacionais e internacionais podendo ser usado em qualquer lugar do Brasil e do mundo, o que demonstra seu poder de influência em possíveis mudanças de políticas públicas.

A SEMA-MT e IBAMA são órgãos governamentais do meio ambiente vinculados ao MMA (Ministério do Meio Ambiente), no qual todos possuem um elevado poder de influência nas políticas públicas. Dentre elas, a SEMA-MT é a que mais se destaca, pois como possui uma atuação de abrangência regional, consegue ter um foco e maior participação nas discussões relacionadas ao resíduo madeireiro. Foi possível observar ainda que esses órgãos possuem certo interesse na resolução do problema, porém isso não é prioridade em suas ações, sendo necessário uma participação conjunta para 30taúba30-los em um maior envolvimento.

A Federação das Indústrias do Estado de Mato Grosso (FIEMT), CIPEM e o Sindicatos (SIMNO, SINDILAM, SINDUSMAD, SIMENORTE, SIMANA, SIMAS, SINDIFLORA, SINDINORTE) são entidades da sociedade cível organizada que apresentaram o maior interesse na resolução do descarte adequado de resíduos madeireiros. É possível observar uma forte atuação do CIPEM e SIMNO na tentativa de solucionar esse conflito socioambiental, sempre respaldado no cumprimento da Política Estadual de Resíduos Sólidos (Lei 7.862 de 19 de dezembro de 2002), que obriga o setor madeireiro produtor de resíduos a dar um destino adequado para ele.

Dentre algumas ações tais como a participação do CIPEM no Grupo de Trabalho da ABNT (criada através de solicitação da FIEMT), incentivos em pesquisas científicas, busca de parcerias para resolução do problema, entre outras já citadas, o SIMNO em parceria com o SENAI, promoveram um curso



denominado “Artesão de Pequenos Artefatos de Madeira”, na qual o objetivo foi fomentar o aproveitamento de resíduos sólidos da madeira (CIPEM, 2016<sup>a</sup>).

Algumas ações realizadas vêm trazendo resultados interessante para o setor, como é o caso da pesquisa que visa transformar, a serragem (pó de serra), adicionado ao rumem bovino de frigoríficos (que também é outro grande passivo ambiental), juntamente com microrganismos, em composto orgânico melhorador de solo (CIPEM, 2016b). Hoje esse trabalho está sendo aprimorado com intuito de criação de patente, que conseqüentemente gerará renda e resolverá boa parte do passivo ambiental das indústrias.

Isso mostra a importância, influência e poder da sociedade civil organizada em resolver problemas de cunho socioambientais, através da busca do bem comum, somando esforços através de uma rede de interações com outros atores da sociedade.

As indústrias do setor florestal, seja as madeireiras ou moveleiras, fazem parte do grupo social central da discussão, pois são os responsáveis pela geração dos resíduos em destaque e por sua vez são os que possuem maiores preocupações e interesses em dar destinos corretos aos resíduos, uma vez que isso é uma obrigação regida pela Política estadual de Resíduos Sólidos (Lei 7.862/02).

Os empresários da base florestal, analisados de forma isolada, não possuem impacto suficiente, nem poder expressivo para atuarem junto a outros atores sociais, porém quando representados por sindicatos ou associações, seu poder de influência e ação é potencializado. Contudo, seus interesses, conhecimentos, perspectivas e níveis de influência individuais não podem ser descartados e por isso uma investigação mais apurada foi estabelecida através da aplicação de questionário a esse grupo.

Dos empresários (20) madeireiros locais (de Juína, Colniza, Brasnorte, Cotriguaçu e Juruena) entrevistados, 85% destacaram ter desafios para dar destinos adequados aos resíduos madeireiros e que a causa é devida à pouca utilização de tecnologia aliada como o mal armazenamento das toras nos pátios, fazendo com que estas fiquem rachadas e danificadas, gerando baixo rendimento no processamento. A idade média dos maquinários dos entrevistados é de 22 anos, variando entre 10 e 40 anos.

Para a resolução do problema na região noroeste de Mato Grosso os empresários destacaram que a instalação de uma usina termoelétrica seria importante para o consumo destes resíduos, destacaram ainda que muitas empresas, como as de briquetes não se instalam na região pela impossibilidade logística, e ressaltaram que o problema do pó de serra das indústrias poderia ser resolvido com sua transformação em compostos orgânicos e pela implementação do conhecimento empírico que os mesmos possuem a respeito da técnica do “enterro de toras”, citado anteriormente.

Nesse estudo, 95% dos entrevistados, disseram conhecer a técnica do “enterro das toras”, e destes, aproximadamente 85% já a utilizaram. Todos os que utilizaram, ressaltaram que foi eficaz para controle de pragas e doenças e que consecutivamente aumenta o rendimento da madeira serrada, tendo assim vários ganhos ambientais, dentre eles, o não uso de pesticidas para o controle de pragas e doenças, uma vez que 68% dos entrevistados usam ou já usaram produtos químicos para esse controle.

Contudo, os empresários ressaltaram que o uso da técnica não é permitido pelos órgãos de controle ambiental, pois as toras devem estar sob a vista da fiscalização e não podem ser ocultadas como ressaltado pelo Art. 69 da lei de crimes ambientais (Lei 9.605 de 12 de fevereiro de 1998), que rege: “Art. 69. Obstar ou dificultar a ação fiscalizadora do Poder Público no trato de questões ambientais: Pena – detenção, de um a três anos, e multa.”

O IBAMA de Juína, através de seu representante, ressaltou que em alguns casos a fiscalização vem aceitando o uso dessa técnica, pois, quando este é revelado pelo empresário as toras são desenterradas e mensuradas. Ressaltou ainda que por muitas vezes, alguns madeireiros se utilizam de má fé para ludibriar a fiscalização ocultando volumes de toras sem origem e nesses casos são autuados por crime ambiental. Ao ser questionado de como a técnica poderia ser incorporada na legislação o mesmo afirmou que não existe uma legislação específica para o caso, mas que poderia ser incorporada em artigo junto ao Decreto Estadual 1.375/2008.

#### 4.5 Análise das políticas públicas sobre resíduos madeireiros

Considerando que a madeira, normalmente, é um produto de maior vida útil, observa-se que em geral o aproveitamento de tal tipo de resíduo não é tratado como prioritário pelas políticas existentes, onde a maioria dos elementos constantes nas políticas públicas (Tabela 2) é bastante genérica e abrangente o que representa grandes desafios de implementação.

**Tabela 2:** Principais aspectos das políticas sobre resíduos sólidos.

| Jurisdição    | Fundamento Legal                                       | Principais Temas   |
|---------------|--|--|
| Federal       | Política Nacional de Resíduos Sólidos<br>Lei 12.350/10 | Planos de Resíduos Sólidos   |
|               |  | Responsabilidades dos Geradores e do poder Público   |
| Federal       | Lei de Crimes Ambientais<br>Lei 9.605/98               | Resíduos Perigosos   |
|               |  | Sanções e penalidades por crimes ambientais  |
| Estadual (MT) | Política Estadual de Resíduos Sólidos<br>Lei 7.862/02  | Crimes Contra Fauna e Flora  |
|               |  | Elaboração do Plano de Gerenciamento de Resíduo Sólido   |
| Estadual (MT) | Decreto 1.375/08                                       | Autorização Prévia do Órgão Ambiental Estadual para Aproveitamento, Exportação e Transporte dos Resíduos |
|               |  | Organização do Pátio da Indústria Madeireira   |
|               |  | Fiscalização dos Pátios das Indústrias   |

Fonte: construção dos autores.

Através das Políticas Nacional e Estadual de Resíduos Sólidos é possível observar a necessidade do gerenciamento dos resíduos industriais, na qual o empreendedor tem responsabilidades, podendo ele responder por crimes ambientais no âmbito da Lei 9.605/98. Contudo, as políticas públicas não dão a devida atenção aquelas regiões desamparadas de infraestrutura básica para o consumo e aproveitamento dos resíduos gerados, como é o caso da região noroeste de Mato Grosso, causando assim, conflitos sócios ambientais.

Alternativas de aproveitamento de resíduos madeireiros, tais como o aproveitamento energético para geração de energia térmica e elétrica, não são fomentadas pelas políticas públicas. Outras formas de aproveitamento já conhecidas e utilizadas pelo setor não são permitidas pelos órgãos fiscalizadores, pois não encontram respaldo legal, como é o caso da técnica do

“enterro”. Ao analisar o Decreto 1.375 de 2008, verificou-se que com algumas mudanças o uso da técnica poderia ser permitido, principalmente nos parágrafos 6º e 7º do artigo 16 e parágrafo 3º do artigo 17.

**“Art. 16** Todo o empreendedor deverá manter seu pátio organizado.

(...)

§ 6º Os resíduos, a madeira beneficiada do resíduo e as madeiras apreendidas deverão estar dispostos no pátio de forma identificada e separada das demais madeiras.

§ 7º No caso de utilização de recobrimento de toros para os fins de armazenagem, o local deverá estar identificado com placas, bem como o material, no início e final, disposto em pilhas. Cada pilha será descrita em um romaneio.

(...)”

No parágrafo 6º fica claro que os resíduos devem ficar separados das madeiras, e no parágrafo 7º cita o recobrimento de toros para fins de armazenagem, contudo subentende-se que existe uma ilegalidade no procedimento.

O artigo 17 em seu parágrafo 3º, mostra que se não for possível a aferição das toras no pátio o proprietário terá que organizar em um prazo previsto em termo de ajustamento de conduta. Com isso, para implementação do uso da técnica se faz necessário, além da averiguação de sua real eficácia, determinar procedimentos técnicos para controle e fiscalização das toras enterradas sob o pó de serra.

**“Art. 17** Nos levantamentos de pátio, a equipe fiscalizatória da SEMA-MT deverá...

(...)

§ 3º Se a equipe de fiscalização se deparar com um pátio de estocagem de toros desorganizado, que dificulta ou impossibilita a aferição das medidas individuais de cada unidade, deverá solicitar ao representante da empresa que ordene o pátio, para

que o levantamento possa ser realizado. Para isso, será um prazo compatível com o trabalho a ser realizado, em comum acordo entre as partes, a ser fixado por meio de termo de ajustamento de conduta.

(...)”

Técnicas de melhoria no processamento da madeira que diminuam a pressão sobre a floresta amazônica, como a do “enterro de toras” devem ser implementadas, ainda que pareçam à primeira vista serem mais difíceis de fiscalizar ou de alterar a legislação estadual para este fim.

## 5. CONCLUSÕES

Devido ao déficit de informação, os resíduos de madeira são considerados como um desafio difícil de transpor, um passivo ambiental, e não como uma alternativa de retorno financeiro; somado a isso, na região noroeste de Mato Grosso, devido a logística e distância dos grandes centros consumidores, o mercado dos resíduos e seu final adequado acaba sendo incipiente em relação a quantidade produzida.

As formas de aproveitamento de resíduos de madeira que já existem na região são insuficientes para consumir a produção, com isso a implantação de usinas termoelétricas equipadas com sistemas de tratamento de efluentes modernos, seria uma boa alternativa que atenderia as demandas da região noroeste, contudo a falta de incentivo de fomento e políticas públicas, inviabilizam a instalação e operação deste modo de produzir energia.

A prática do “enterro de toras”, pode ser uma alternativa sustentável para o uso dos resíduos, cuja adoção demanda pesquisa de eficiência tecnológica, econômica e adequação da legislação. Sua adoção pode gerar uma inovação tecnológica e/ou gerar um produto tecnológico, com base numa tecnologia social já conhecida, mas não reconhecida pelas políticas públicas.

Os *stakeholders* que possuem elevado interesse em colaborar com o tema e elevado poder de influência nas tomadas de decisão são a base de uma coligação de suporte efetiva da política, sendo assim, todos os esforços devem

ser investidos em assegurar que os mesmos sejam consultados e mantidos informados sobre o avanço dos projetos.

Para a inclusão dos grupos sociais envolvidos e apoio as políticas públicas e tomadores de decisão, sugere-se:

- a) Maior disponibilidade e divulgação de informações:** devido a existência de lacunas e falta de informação detalhadas sobre as alternativas de uso de resíduos de madeira para os atores do processo, bem como das tecnologias disponíveis. Quanto mais informações sobre o tema, mais seguras as tomadas de decisão do Poder Público quantos aos rumos a serem dado para uma política sobre o tema;
- b) Maior sinergia entre as instituições e políticas públicas existentes:** Principalmente entre os grupos de auto interesse/poder, incluindo também os outros grupos. É necessária uma maior sinergia entre atores da sociedade civil como SIMNO e CIPEM, juntamente com instituições de pesquisas, órgãos governamentais e de mercado;
- c) Foco em regiões prioritárias:** Fomentar o uso do resíduo de madeira em regiões prioritárias, tais como àquelas que geram grandes quantidades de resíduos e que se encontram afastadas dos centros consumidores. Regiões prioritárias devem ser analisados com cautela, pois a falta de políticas públicas para estas, resultam em grandes impactos socioambientais.
- d) Promover mecanismos de estímulo e fomento:** Devido à dificuldade das empresas em se instalarem na região, torna-se necessário promover mecanismos de estímulo e fomento as mesmas, como por exemplo: incentivos financeiros, creditícios e fiscais.

Por fim, para um melhor aproveitamento dos resíduos de madeira na região noroeste de Mato Grosso, torna-se necessário uma revisão das políticas públicas atuais, investimento em pesquisas e na produção científica vinculada a inovação tecnológica, qualificação técnica dos madeireiros e trabalhadores do setor, ações que estimulem e fomentem o uso de resíduos de madeira, dando a devida atenção aos grupos sociais que possuem maior interesse e poder em colaborar com o tema, valorizando o conhecimento dos *stakeholders*.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARMITAGE, D. R. et al. Adaptive co-management for social–ecological complexity. **Frontiers in Ecology and the Environment**, v. 7, n. 2, p. 95-102, 2009.

BARBOSA, L. C. et al. Avaliação dos resíduos de uma serraria para a produção de celulose kraft. **Revista Ciência Florestal**, v. 24, n. 2, p. 491–500, 2014.

BATH, S. A. et al. Bioremediation and Detoxification of Industrial Wastes by Earthworms: Vermicompost as Powerful Crop Nutrient in Sustainable Agriculture, **Bioresource Technology**, v. 252, p. 172–179, 2018.

BERKES, F.; FOLKE, C.; COLDING, J. (Eds.). **Navigating Social–Ecological Systems: Building Resilience for Complexity and Change**. Cambridge University Press. 2003.

BODIN, O.; CRONA, B. I. The role of social networks in natural resource governance: What relational patterns make a difference? **Global Environmental Change**. V. 19, p. 366-374, 2009.

BRASIL. Lei n. 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 12 fev. 1998. Disponível em: <[www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/L9605.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9605.htm)>. Acesso em: 28 de jan. de 2019.

\_\_\_\_\_. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 3 ago. 2010. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm)>. Acesso em: 28 de jan. de 2019.

CARLSSON, L.; BERKES, F. Co-management: concepts and methodological implications. **Journal of environmental management**, v. 75, n. 1, p. 65-76, 2005.

CIPEM (Cuiabá). **Composto produzido a partir do pó de serra é alternativa econômica na adubação do solo**. Centro das Indústrias Produtoras e Exportadoras de Madeira do Estado de Mato Grosso. 2016b. Disponível em: <<https://www.cipem.org.br/composto-produzido-a-partir-do-po-de-serra-e-alternativa-economica-na-adubacao-do-solo/>>. Acesso em: 25 de jan. de 2019.

\_\_\_\_\_. **Mato Grosso discute normas técnicas para uso de resíduos da madeira na geração de combustível**. Centro das Indústrias Produtoras e Exportadoras de Madeira do Estado de Mato Grosso. 2018. Disponível em: <<https://www.cipem.org.br/mato-grosso-discute-normas-tecnicas-sobre-aproveitamento-de-residuos-da-madeira-para-geracao-de-combustivel/>>. Acesso em: 25 de jan. de 2019.

\_\_\_\_\_. **Setor Florestal da região Noroeste tem potencial de geração de energia de 14 ton/mês. Centro das Indústrias Produtoras e Exportadoras de Madeira do Estado de Mato Grosso.** 2014<sup>a</sup>. Disponível em: <<https://www.cipem.org.br/setor-florestal-da-regiao-noroeste-tem-potencial-de-geracao-de-energia-de-14-tonmes/>>. Acesso em: 25 de jan. de 2019.

\_\_\_\_\_. **SIMNO estimula empresas a incrementarem negócios com resíduos. Centro das Indústrias Produtoras e Exportadoras de Madeira do Estado de Mato Grosso.** 2014b. Disponível em: <<https://www.cipem.org.br/simno-estimula-empresas-a-incrementarem-negocios-com-residuos/>>. Acesso em: 25 de jan. de 2019.

\_\_\_\_\_. **SIMNO qualifica estudantes a transformar resíduo de madeira em Brinquedos. Centro das Indústrias Produtoras e Exportadoras de Madeira do Estado de Mato Grosso.** 2016<sup>a</sup>. Disponível em: <<https://www.cipem.org.br/simno-qualifica-estudantes-a-transformar-residuo-de-madeira-em-brinquedos/>>. Acesso em: 25 de jan. de 2019.

DANIELS, S. E.; WALKER, G. B. **Working through environmental conflict: The collaborative learning approach.** Westport, CT: Praeger, 2001.

DONADELLI, F. M. de M. Motivações e resultados da certificação florestal: um estudo de caso cadeia de valor da Candeia. **Ambiente & Sociedade**, v. 15, n. 3, p. 97-121, 2012.

ESTADO DE MATO GROSSO. Decreto nº 1.375, de 03 de junho de 2008. Regulamenta o Art. 4º, inciso II, e o Art. 62, inciso IV, da Lei Complementar nº 233, de 21 de dezembro de 2005, que dispõe sobre a Política Florestal do Estado de Mato Grosso e dá outras providências. **Assembleia Legislativa do Estado de Mato Grosso**, 2008. Disponível em <<https://www.iomat.mt.gov.br>>. Acesso em: 28 de jan. de 2019.

\_\_\_\_\_. Lei nº 7.862, de 19 de dezembro de 2002. Institui a Política Estadual de Resíduos Sólidos no Estado de Mato Grosso. **Assembleia Legislativa do Estado de Mato Grosso**, 2002. Disponível em: <<http://www.al.mt.gov.br/storage/webdisco/leis/lei-7862-2002.pdf>>. Acesso em: 28 de jan. de 2019.

FARAGE, R. M. P. et al. Avaliação do potencial de aproveitamento energético dos resíduos de madeira e derivados gerados em fábricas do polo moveleiro de ubá-MG. **Revista Ciência Florestal**, v. 23, n. 1, p. 203–212, 2013.

FOLKE, C. et al. Adaptive governance of social–ecological systems. **Annual Review of Environment and Resources**, v. 30, p. 441-473, 2005.

GARCEZ, M. R. et al. Tijolos leves para alvenaria produzidos a partir de resíduos da indústria madeireira. **Engenharia sanitária e ambiental**, v. 23, n. 3, p. 607-614, 2018.



GOUVÊA, A. de F. G. et al. Estudo da Adição da Lignina Kraft nas Propriedades Mecânicas dos Briquetes de Resíduos da Indústria Moveleira. **Ciência Florestal**, v. 27, n. 3, 2017.

GRIMBLE, R. J.; CHAN, M-K. Stakeholder analysis for natural resource management in developing countries. **Natural Resources Forum**, London, v. 19, n. 2, p. 113-124, 1995.

GRIMBLE, R.; WELLARD, K. Stakeholder methodologies in natural resource management: a review of principles, contexts, experiences and opportunities. **Agricultural systems**, v. 55, n. 2, p. 173-193, 1997.

LOPES, G. de A.; BRITO, J. O.; DE MOURA, L. F. Uso Energético de Resíduos Madeiros na Produção de Cerâmicas no Estado de São Paulo. **Ciência Florestal**, v. 26, n. 2, p. 679-686, 2016.

MUSHOVE, P.; VOGEL, C. Heads or tails? Stakeholder analysis as a tool for conservation area management. **Global Environmental Change**, v. 15, n. 3, p. 184-198, 2005.

OLSSON, P.; FOLKE, C.; HUGHES, T. P. Navigating the transition to ecosystem-based management of the Great Barrier Reef, Australia. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 105, n. 28, p. 9489-9494, 2008.

Organização das Nações Unidas (ONU). **Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**. 2015. Disponível em: <<https://sustainabledevelopment.un.org>>. Acesso em: 14 de set. de 2018.

PMBOK, GUIA. **Um Guia do Conjunto de Conhecimentos em gerenciamento de Projetos (Guia PMBOK®)**. 5 ed. Project Management Institute, Inc. EUA. 2013.

PRETTY, J.; WARD, H. Social capital and the environment. **World development**, v. 29, n. 2, p. 209-227, 2001.

SNIF-Sistema Nacional de Informações Florestais. Produção Florestal. **Boletim SNIF 2017**. Brasília: Serviço Florestal Brasileiro, v. 1, 2017.

STRINGER, L. C. et al. Unpacking “participation” in the adaptive management of social–ecological systems: a critical review. **Ecology and 39taúba39**, v. 11, n. 2, 2006.

WIECHETECK, M. Aproveitamento de resíduos e subprodutos florestais, alternativas tecnológicas e propostas de políticas ao uso de resíduos florestais para fins energéticos. **Ministério do Meio Ambiente – Projeto PNUD BRA 00/20**, Curitiba, 2009.

## CAPÍTULO II

### AVALIAÇÃO DO ARMAZENAMENTO SOB SERRAGEM DE TORAS DE ESPÉCIES NATIVAS AMAZÔNICAS

#### RESUMO

O mal armazenamento das toras nas indústrias madeireiras é uma das principais causas do baixo rendimento de madeira serrada, que por sua vez geram resíduos e perdas econômicas e ambientais. Assim, o objetivo desse capítulo foi avaliar o potencial de aproveitamento da serragem como técnica de conservação de madeira em toras de três espécies nativas da floresta amazônica. Para isso, toras de *Castilla ulei*, *Erismia uncinatum* e *Hymenaea courbaril* foram armazenadas sob o pó de serra (condição 1) e à céu aberto (condição 2). Primeiramente foi feita uma caracterização dos ambientes onde se analisou temperatura do ar, umidade relativa do ar, oxigenação, presença de fungos e entomofauna, além de verificar alguns elementos traços no solo e serragem. Concomitantemente, foram feitas análises ao longo dos tempos (0, 6, 12, 20 meses) de forma qualitativa e quantitativa para as seguintes variáveis: rachadura, rendimento, densidade básica e aparente, resistência ao cisalhamento, dureza Janka, resistência à compressão paralela as fibras. As médias foram comparadas estatisticamente ao longo do tempo e entre as condições. Verificou-se que as temperaturas do ar e umidade relativa do ar na condição 1 permaneceram constantes e foram maiores, enquanto a oxigenação foi 50% menor, tornando-se um ambiente desfavorável para desenvolvimento de fungos e insetos. Além disso, foram observados que os elementos traços contidos no solo e na serragem estão em níveis inferiores aos limites de contaminação do solo. Para as três espécies as toras na condição 2 apresentaram maiores degradações. Os rendimentos na condição 1 foram 25,22%, 18,18% e 8,43% maiores para *Castilla ulei*, *Erismia uncinatum* e *Hymenaea courbaril* respectivamente. De maneira geral as propriedades físico-mecânicas foram estatisticamente melhores na condição 1. Conclui-se que a técnica de enterro de toras é eficiente para conservação das toras, não tendo potencial de poluição do solo com elementos traço.

**Palavras-chave:** Resíduo madeireiro; Floresta nativa; Conservação; Rendimento; Propriedades físico-mecânicas.

## ABSTRACT

The poor storage of logs in the logging industries is a major cause of low sawn wood, which in turn generate waste and economic and environmental losses. Thus, the objective of this chapter was to evaluate the potential for the use of sawdust as a technique of conservation of wood at logs of three native species of the Amazon rainforest. For this, logs of *Castilla Ulei*, *Erisma Uncinatum* and *Hymenaea Courbaril* were stored under the Serra (condition 1) and the open (condition 2). First, a characterization of environments was made where air temperature, relative humidity, oxygenation, fungi and entomofauna were analyzed, as well as verifying some elements in the soil and sawdust. Concomitantly, analyzes were made over the ages (0, 6, 12, 20 months) in a qualitative and quantitative way for the following variables: cracking, yield, basic and apparent density, shear resistance, Janka hardness, compression resistance parallel to fibers. The averages have been statistically compared over time and between conditions. It was found that air temperatures and relative humidity in condition 1 remained constant and were higher, while oxygenation was 50% smaller, becoming an unfavorable environment for the development of fungi and insects. In addition, the elements contained in the soil and sawdust are observed at lower levels to ground contamination limits. For the three species the logs in condition 2 showed higher degradations. Income in condition 1 were 25.22%, 18.18% and 8.43% higher for *Castilla Ulei*, *Erisma Uncinatum* and *Hymenaea Courbaril* respectively. In general the physical-mechanical properties were statistically better in condition 1. It is concluded that the logging technique is efficient for the conservation of the logs, having no potential for soil pollution with trace elements.

**Keywords:** Wood waste; Native Forest; Conservation; Performance; Physical-mechanical properties.

## 1. INTRODUÇÃO

No Brasil, a atividade florestal é de grande importância para a sociedade em termos econômicos, sociais e ambientais, devido a capacidade do setor madeireiro gerar emprego e renda, além de oferecer serviços ambientais (RAMOS et al., 2018).

O Banco Mundial prevê que a demanda global de madeira deve quadruplicar até 2050 (FIM, 2017). Como resultado, há uma preocupação crescente em atender à necessidade de aumentar a demanda por produtos de madeira sem deteriorar os recursos florestais do mundo. Portanto, é necessário melhorar a eficiência do processo de produção de madeira, reduzindo a geração de resíduos e ajudando o setor madeireiro a enfrentar os crescentes desafios ambientais (ESHUN et al., 2012).

Apesar da evolução tecnológica, as indústrias madeireiras da região amazônica, pouco se inovam em produção, armazenamento e gestão de resíduos oriundos do processo industrial. Esse fato acarreta a geração de volumes significativos de resíduos durante as etapas operacionais, que se não aproveitados, se acumulam nos pátios das empresas causando danos ao meio ambiente e à sociedade que vive no entorno (RAMOS et al., 2017; MENDOZA et al., 2020).

Em coníferas, considera-se normal um coeficiente de rendimento volumétrico em madeira serrada de 55-65%, enquanto em folhosas o coeficiente considerado normal varia entre 45-55% (VITAL, 2008). Dessa forma, cerca de 50% da tora de madeira vira resíduo nas serrarias. Estudos mais recentes, demonstrados na Tabela 3 comprovam o baixo rendimento em madeira serrada.

O baixo rendimento da indústria madeireira da região amazônica pode ser atribuído a vários fatores, tais como: qualidade das toras; aplicação de tecnologias inadequadas para seu processamento com utilização de maquinários obsoletos; falta de conhecimento básico das propriedades físicas, mecânicas e organolépticas da madeira; e a qualificação da mão de obra (HÜEBLIN, 2001; MANHIÇA, 2010; GARCIA et al., 2012). Em relação à qualidade da tora, Gil et al. (2020) demonstraram que o mal armazenamento das toras a céu aberto, como ocorrem nos pátios das indústrias madeireiras da região amazônica, fazem com que as toras fiquem expostas a condições externas como

intempéries e ações de organismos xilófagos, causando sua degradação e, consecutivamente, o baixo rendimento da madeira.

**Tabela 3:** Rendimentos volumétrico e resíduos de espécies nativas amazônicas.

| <b>Autor</b>                 | <b>Espécie</b>                                    | <b>Rendimento (%)</b> | <b>Resíduo (%)</b> |
|------------------------------|---|-----------------------|--------------------|
| Garcia et al.<br>(2012)      | Tauari<br>( <i>Couratari guianensis</i> )         | 46,39                 | 53,61              |
| Garcia et al.<br>(2012)      | Itaúba<br>( <i>Mezilaurus 43taúba</i> )           | 49,64                 | 50,36              |
| Stragliotto et al.<br>(2019) | Cambará<br>( <i>Qualea paraenses</i> )            | 43,97                 | 56,03              |
|                              | Cedrinho<br>( <i>Erisma uncinatum</i> )           | 42,05                 | 57,95              |
| Mendoza et al.<br>(2017)     | Amescla<br>( <i>Trattinickia burserifolia</i> )   | 53,85                 | 46,15              |
|                              | Angelim pedra<br>( <i>Hymenolobium petraeum</i> ) | 41,64                 | 58,36              |
|                              | Angelim saia<br>( <i>Parkia pendula</i> )         | 38,41                 | 61,59              |
|                              | Cedrinho<br>( <i>Erisma uncinatum</i> )           | 56,17                 | 43,83              |
|                              | Champanhe<br>( <i>Dipteryx odorata</i> )          | 45,86                 | 54,14              |
|                              | Itaúba<br>( <i>Mezilaurus 43taúba</i> )           | 46,97                 | 53,03              |
|                              | Cuipiúba<br>( <i>Goupia glabra</i> )              | 49,59                 | 50,41              |

Os resíduos oriundos do desdobro variam em tamanho e forma e são classificados em refilos (proveniente do processo de refilagem da madeira, onde define-se a largura das tábuas retirando-se a casca e os defeitos laterais), costaneiras (peças externas com casca da tora obtidas do processamento primário das toras), destopos (proveniente do corte das pontas das tábuas ou pranchões) e serragem (proveniente da ação mecânica de serras e máquinas usadas no desdobro da madeira que gera resíduos como pó de serra, lascas, maravalha e cavacos (DE PAULA, 2006). Entre os principais equipamentos presentes nas serrarias, os que mais geram resíduos são a serra de fita (68%), o traçador (17%), a serra multilâmina (9%) e a lixadeira (6%) (CERQUEIRA et al., 2012).

Para os resíduos de maiores dimensões como os refilos e destopos, existem um maior aproveitamento na forma de carvão/energia, artesanatos e

outros produtos de maior valor agregado e pela queima em caldeiras e fornos artesanais (olarias) (WIECHETECK, 2009). No entanto, resíduos de menores dimensões como o pó de serra, não são reciclados ou reutilizados adequadamente, pois as poucas destinações apropriadas conhecidas, como a confecção de briquetes para geração de energia e confecção de painéis reconstituídos como MDF (44taúba density fiberboard) e MDP (44taúba density particleboard) se tornam inviáveis devido à distância dos grandes centros consumidores (GIL et al., 2020).

Em razão da destinação incorreta dos resíduos madeireiros, por diversas vezes ocorre à queima de pó de serra, seja propositalmente ou acidentalmente. Por meio dessa queima há a liberação de uma grande quantidade de dióxido de carbono e muita fuligem, que se difundem facilmente no ar pelo vento causando problemas respiratórios em pessoas que residem próximo ao local das queimas dos resíduos (RAMOS et al., 2017).

Gil et al. (2020) constataram que várias indústrias do noroeste mato-grossense vêm utilizando uma técnica que concilia a reutilização da serragem com a conservação das toras. Essa técnica conhecida como “enterro de toras” consiste em literalmente soterrar as toras com a serragem, resultando em proteção contra insetos, fungos e ações das intempéries, melhorando a qualidade e conseqüentemente os rendimentos das toras. No entanto, os autores ressaltaram que a utilização da técnica citada não é adequada à legislação vigente, sendo assim vedado seu uso pelos órgãos de fiscalização ambiental. Com isso se torna urgente investigar o uso da serragem como conservante de toras, pois uma vez comprovada sua eficácia, ela poderá i) servir como subsídio para mudança de políticas públicas; ii) auxiliar as ações governamentais para atingirem os objetivos dos desenvolvimento sustentável (ODS) de número 12 e 15 (OMS, 2016); iii) trazer benefícios econômicos, sociais e ambientais através do aumento de rendimento da madeira serrada, oriundos da melhor qualidade das toras; iv) diminuir a pressão sobre as florestas nativas.

Assim, este capítulo tem como objetivo avaliar o potencial de aproveitamento de serragem como técnica de conservação ao longo do tempo de madeira em toras de três espécies nativas da floresta amazônica.

## **2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

O aproveitamento dos diversos tipos de resíduos gerados pelas indústrias madeireiras na região amazônica tem sido amplamente discutido pela sociedade (SALES-CAMPOS et al. 2010). Este fato se justifica principalmente pela crescente preocupação mundial com a poluição do meio ambiente, gerando uma pressão popular. Por isso, no ano de 2015, os Estados-membros da ONU decidiram tomar uma posição incluindo a problemática em algumas das 169 metas que compõem os 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030 (OMS, 2016).

O objetivo da ODS que trata dos resíduos, incluindo os madeireiros, é o de número 12, na qual diz que se devem assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis. A sua meta de número 12.5 complementa ainda que até o ano de 2030, deve-se reduzir substancialmente a geração de resíduos por meio da prevenção, redução, reciclagem e reuso (OMS, 2016).

Outro objetivo que pode ser correlacionado com o tema é o de número 15, na qual ressalta que se deve proteger, recuperar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres, gerir de forma sustentável as florestas, combater a desertificação, deter e reverter a degradação da terra e deter a perda de biodiversidade (OMS, 2016). Este é complementado pelas metas de números 15.1 e 15.2 que, em relação aos recursos florestais, dizem que até 2020, deve-se assegurar a conservação, recuperação e uso sustentável de florestas e promover a implementação da gestão sustentável de todos os tipos de florestas, deter o desmatamento, restaurar florestas degradadas e aumentar substancialmente o florestamento e o reflorestamento globalmente (OMS, 2016).

### **2.1. Setor Florestal no bioma amazônico e geração de resíduos**

A formação florestal predominante do bioma Amazônico consiste na floresta tropical situada na região norte da América do Sul (LEMOS E SILVA, 2011). O Brasil é o país com maior cobertura vegetal do Bioma Amazônico, com 4,2 milhões km<sup>2</sup> (BRASIL, 2008), que equivalem a mais de 60% deste bioma. A chamada Amazônia Legal cobre nove Estados: Amazonas, Acre, Amapá, Mato

Grosso, Maranhão, Pará, Roraima, Rondônia e Tocantins (LEMOS E SILVA, 2011).

No Estado de Mato Grosso estão presentes três Biomas, sendo que aproximadamente metade do Estado é composto pelo Bioma Amazônico. Nesse contexto, se localiza a região noroeste de Mato Grosso, constituída pelos municípios de Juína, Castanheira, Juruena, Cotriguaçu, Colniza, Aripuanã e Rondolândia, com uma área total de 107.571 km<sup>2</sup>, totalizando quase 12% do território do estado (MDA, 2010; TITO et al., 2011).

Historicamente, o processo de desenvolvimento das atividades econômicas na Amazônia se deu pelo desmatamento de florestas nativas para transformação em usos distintos. Com isso, o desmatamento pode ser considerado uma das principais práticas causadoras de problemas ambientais por desencadear uma série de impactos das mais diversas ordens, como perda da biodiversidade, emissão de gases causadores do efeito estufa, erosão do solo e desequilíbrio do regime hídrico (CORTÊS, 2017).

O plano de manejo florestal sustentável é uma das alternativas para mitigar a extração ilegal de madeira, consistindo na administração da floresta para obtenção de benefícios econômicos, sociais e ambientais. Esse plano respeita os mecanismos de sustentação do ecossistema objeto do manejo considerando, cumulativa ou alternativamente, a utilização de múltiplas espécies madeireiras, de múltiplos produtos e subprodutos não madeireiros, bem como a utilização de outros bens e serviços florestais (SNIF, 2010; LEI 12.51 DE 25 DE MAIO DE 2012).

Atualmente, a produção de madeira tropical está diminuindo devido à ilegalidade e a imagem negativa da atividade madeireira no comércio nacional e internacional, além da substituição da madeira utilizada na construção civil por materiais alternativos como madeira de reflorestamento (IBGE, 2018).

O manejo florestal possui uma desvantagem quando comparado à extração de madeira ilegal, pois o custo da madeira é significativamente maior (ANGELO et al.; 2014). Passos et al. (2020) ao realizarem uma análise financeira dos custos de implantação de um Plano de Manejo Florestal Sustentável (PMFS) e compararem com uma exploração ilegal de madeira no Estado de Mato Grosso, concluíram que o custo da extração ilegal, correspondeu a apenas 10,05% em relação aos custos do PMFS, isso se não houver autuação pelo



órgão ambiental fiscalizador. No entanto, se ocorrer a autuação, os custos podem ser de 3,75 vezes maior em relação ao PMFS.

Segundo dados publicados pelo Projeto de Monitoramento do Desmatamento da Amazônia Legal por Satélite (PRODES), do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), o acúmulo de área desmatada no estado de Mato Grosso de 2004 até junho de 2019 foi de 43.082 km<sup>2</sup>, correspondendo a 26,8% de todo o desmatamento identificado na Amazônia Legal (INPE, 2020).

O estado de Mato Grosso em 2016 foi o maior produtor nacional de toras oriundas de florestas nativas, o que resultou em uma produção de 3.324.051 metros cúbicos de toras, ou seja, 29% da produção nacional (IBGE, 2016). Segundo Ribeiro et al. (2013) o estado de Mato Grosso comercializou 411 espécies florestais no período de 2004 a 2010, distribuídas em 97 gêneros e 34 famílias botânicas. As principais espécies comercializadas em termos de volume foram *Qualea* sp. (Cambará 19%), *Goupia glabra* (Cupiúba 16%), *Mezilaurus 47taúba* (Itaúba 13%), *Erisma uncinatum* (Cedrinho 13%), *Hymenolobium* sp. (Angelim pedra 5%), *Manilkara huberi* (Maçaranduba 5%), *Apuleia leiocarpa* (Garapeira 5%), *Dipteryx odorata* (Cumarú 2%).

Assim, é possível verificar que a indústria madeireira gera benefícios econômicos, no entanto geram grandes quantidades de resíduos, muitas vezes devido ao modo de produção pouco tecnológica com máquinas e equipamentos antigos, apresentando assim baixo rendimento (BARBOSA et al., 2014). Por isso existe a necessidade de se aplicar técnicas para atingir a meta 8.2 da Agenda 2030 (OMS, 2016), que consiste em “atingir níveis mais elevados de produtividade das economias por meio da diversificação, modernização tecnológica e inovação, inclusive por meio de um foco em setores de alto valor agregado e dos setores intensivos em mão de obra”.

Embora se tenha realizado investimentos no setor estima-se que do volume total de uma tora seja aproveitado cerca de 40% a 60%, significando que a cada 10 árvores cortadas, apenas cinco serão aproveitadas comercialmente. O restante é perdido na forma de costaneiras, pó de serra, maravalha e pontas de peças que não atingem o tamanho ou apresentam danos que as tornam inutilizáveis (GOMES E SAMPAIO, 2004). Esses resíduos são gerados, na maioria das vezes, pela ineficiência no corte e armazenamento inadequado.

Apesar de que a questão do resíduo florestal na indústria seja muito discutida, uma vez que o volume de perdas ainda seja muito grande, ainda não se chegou a um consenso de como aproveitar de maneira generalista esses resíduos e parte disso, está ligado ao fato do Brasil ser um país continental. No entanto, o aproveitamento de resíduos de madeira tem contribuído para a racionalização dos recursos florestais, proporcionando uma nova alternativa socioeconômica às empresas, bem como as tornando ambientalmente adequadas ao gerenciamento de resíduos sólidos industriais (TEIXEIRA E CÉSAR, 2004). Com isso, buscam-se diferentes formas para o aproveitamento dos resíduos de madeira dentro da própria empresa geradora, visando alternativas de baixo custo, e que possam gerar lucros, a exemplo da produção de subprodutos ambientalmente corretos e, que de alguma forma, possam ser comercializáveis (FORNARI et al., 2015).

Dentre as possibilidades de aproveitamentos dos resíduos madeireiros podem-se destacar alguns como: utilização de resíduos para produção de material combustível (briquetes e pellets), na agricultura (compostagem e cama de aviário), na geração de energia elétrica (termoelétricas), na indústria de painéis reconstituídos e para produção de pequenos objetos (brinquedos e adornos) (DOS SANTOS, 2008; ABREU, 2009; SALES-CAMPOS et al., 2011; PREILIPPER et al., 2016; CHITECULO et al., 2018; FARIA et al., 2020).

Bulmer et al. (2007) e Venner et al. (2011) demonstraram que a utilização de resíduos madeireiros na cobertura ou incorporados ao solo causaram a redução da temperatura do solo no período diurno, aumento da retenção de água, redução da densidade e fornecimento de carbono, quando comparados ao tratamento sem resíduos. Porém, Venner et al. (2011) ressaltaram a necessidade de utilização de fertilização com Nitrogênio, uma vez que o resíduo tem alta relação C/N e assim, gera deficiência desse elemento no solo, sendo ele muito difícil de ser degradado.

Apesar do avanço na reutilização e/ou reciclagem dos resíduos madeireiros, há a necessidade de se fomentar pesquisas para subsidiar políticas públicas com intuito de atingirem maiores níveis de aproveitamento da matéria prima, reduzindo a geração desses resíduos, dando focos em áreas prioritárias como àquelas que se encontram afastadas dos polos industriais (GIL et al., 2020)

## 2.2. Espécies estudadas

### 2.2.1. Caucho *Castilla ulei* Warb.

O caucho *Castilla ulei* Warb. É uma espécie arbórea de grande porte, podendo chegar até 35 metros de altura e possui sapopemas, que são saliências na base do tronco. É encontrado deste o Estado do Pará até o Mato Grosso. Pertence à família das Moraceae e seu nome comum tem origem tupi, composta pela junção de caá (pau ou madeira), e chô ou chu (que escorre ou chora), fazendo menção ao látex que ela produz (PIO CORRÊA, 1984).

Para a extração do látex, cujo tronco é mole e fistuloso, é preciso derrubar a árvore. Cada indivíduo, pode produzir até 25 kg de borracha seca, comercializados com os nomes de sernamby de caucho, caucho prancha, caucho ball e caucho slab (PIO CORRÊA, 1984).

Por muito tempo supôs-se que esta espécie fosse à mesma *Castilla elástica* Cerv., por serem semelhantes. No entanto, o látex extraído desta é de melhor qualidade quando comparado ao da *C. ulei*, pois contém menor porção de resina, 9 a 10% contra 11,3% (PIO CORRÊA, 1984).

Em relação às propriedades físico mecânicas do caucho (*Castilla ulei*) a densidade básica é de 0,39 g cm<sup>-3</sup>, resistência à flexão estática de 55,80 Mpa, módulo de elasticidade à flexão estática de 8.924 Mpa e a resistência a compressão paralela as fibras de 36,77 Mpa (ARAÚJO, 2007). Para o desdobro de toras de caucho na fabricação de laminados, no estado de Rondônia, o rendimento encontrado foi de 62,13% (MARTINS et al. 2002).

### 2.2.2. Cedrinho (*Erisma uncinatum*)

O *Erisma uncinatum*, da família Vochysiaceae, é conhecido pelos nomes comuns no Brasil como: cedrinho, cedrilho, cambará, jaboti, jaboti-da-terra-firme. Árvore de grande porte, podendo atingir 25 m de altura e 80 cm de diâmetro, fuste reto e sem sapopemas, a qual fornece toras de 12 a 20 m de comprimento e 60 a 80 cm de diâmetro. Esta espécie possui como principais características

cerne castanho-claro ou bege-amarelado, bem distinto do alburno branco-acinzentado ou branco-amarelado (JANKOWSKI, 1990).

A espécie ocorre em toda região norte, desde o Mato Grosso até o Maranhão, atingindo também as Guianas. É espécie de terra firme, com predominância em solos argilosos. Apresenta características médias quanto à massa específica e à retratilidade volumétrica. Apresenta resistência mecânica baixa, assim como reduzida resistência natural ao apodrecimento. Possui madeira fácil de ser trabalhada, sem maiores problemas na aplicação de tintas, vernizes e polimentos. É indicada para fabricação de móveis populares e armações de móveis, embalagens leves, compensados, molduras, guarnições, rodapés, cabos de vassouras, forros, lambris, formas para concreto, tábuas em geral etc. (JANKOWSKI, 1990).

Dentre as espécies comercializadas no Estado de Mato Grosso, entre os anos de 2004 e 2010, foram comercializados cerca de 973 mil m<sup>3</sup> da madeira de cedrinho (*Erismia uncinatum* Warm.), ficando em 4<sup>o</sup> lugar no ranking das espécies madeireiras mais importantes do estado (RIBEIRO et al., 2013).

Para as propriedades físicas e mecânicas da madeira de cedrinho *Erismia uncinatum* Warm., foram encontrados os valores de 0,680 g cm<sup>-3</sup>, 34 Mpa, 45 Mpa e 12967 Mpa, respectivamente para a densidade aparente, resistência à compressão paralela a fibra, resistência à tração paralela a fibra e módulo de elasticidade em direções paralelas a fibra (LAHR et al. 2016<sup>a</sup>).

A *Erismia uncinatum* (Cedrinho) apresenta baixa durabilidade ao ataque de organismos xilófagos, porém é uma madeira fácil de ser trabalhada, aplainada e serrada, sendo mais indicada na construção para uso interno, como fabricação de portas, forros e lambris (IPT, 1989).

Em relação ao rendimento do cedrinho, Biasi e Rocha (2007) encontraram o rendimento médio de 59,83%, enquanto Mendonza et al. (2017) e Stragliotto et al. (2019), encontraram 56,17% e 43,05% respectivamente.

### **2.2.3. Jatobá (*Hymenaea courbaril*)**

Dentre as espécies mais utilizadas pode se destacar o jatobá (*Hymenaea courbaril* L.), cuja madeira é valorizada no mercado por apresentar características desejáveis para uso em telhados, esquadrias, pisos e outras

peças estruturais de uso interno e externo (ZENID, 2009; IPT, 2011; COSTA et al., 2011).

A espécie (*Hymenaea courbaril*) pode ser chamada no Brasil como jatobá, jutaí, jataí, burandá, castanheiro-de-bugre, courbaril, farinheira, jataí-ibá, jati, jataí-amarelo, jataí-vermelho etc. (RIZZINI, 1978). Pode atingir até 20-25 m de altura e 2 m de diâmetro a altura do peito, é semicaducifólia, de tronco reto e não possui sapopemas, gerando condições ideais para um bom rendimento da madeira serrada. Segundo Nahuz et al. (2013), o jatobá possui cerne e alborno distintos pela cor, cerne variando do castanho-amarelado ao castanho-avermelhado, enquanto o alborno é branco-amarelado, o cheiro e gosto são imperceptíveis. Além disso, possui a densidade alta, é dura ao corte, a textura é média e a sua superfície é pouco lustrosa.

No Brasil, o jatobá pode ser encontrado tanto na Amazônia, quanto na Mata Atlântica, principalmente nos estados do Acre, Amapá, Amazonas, Bahia, Espírito Santo, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Pará, Paraná, Rio Grande do Sul, Rondônia e São Paulo (NAHUZ et al. 2013).

Araújo (2007) avaliou as PFMM do jatobá, obtendo a densidade básica de  $0,76 \text{ g cm}^{-3}$ , módulo de ruptura à flexão estática de 137,20 Mpa, módulo de elasticidade à flexão estática de 15,593 Mpa e a resistência à compressão paralela as fibras de 75,81 Mpa.

Essa espécie é muito utilizada na construção civil pela alta densidade e por possuir resistência física aos ataques de fungos xilófagos, no entanto, não apresenta resistência aos insetos perfuradores (BERNI et al., 1979), acarretando uma diminuição do rendimento da madeira.

As propriedades físicas de referência para as madeiras de jatobá, determinadas pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT, 1989), caracterizam-na como espécie altamente resistente ao ataque de fungos, impermeável a tratamentos preservativos, com densidade aparente de  $0,96 \text{ g/cm}^3$  a 15% de teor de umidade e densidade básica de  $0,80 \text{ g/cm}^3$ . As propriedades mecânicas são elevadas, o valor médio de resistência na compressão paralela às fibras ( $f_{c0}$ ) são de 82,2 Mpa (a 15% de teor de umidade) e 67 Mpa na madeira em condição saturada. Na madeira saturada, o módulo de elasticidade médio na flexão é de 14,84 Mpa e de 17,69 Mpa na compressão, retração radial de 3,1% e volumétrica de 10,7%, resistência média ao

cisalhamento na direção paralela ( $f_{v0}$ ) de 17,5 Mpa, fendilhamento ( $f_s$ ) de 1,5 Mpa e tração normal às fibras ( $f_{t90}$ ) de 13,1 Mpa.

### **2.3. Biodegradação da madeira**

A decomposição de materiais biológicos depende de uma série de fatores bióticos e abióticos, como as condições climáticas, a comunidade decompositora e as características físicas e químicas desse material (SWIFT et al., 1979).

A madeira exposta ao ar livre acima do solo está sujeita a uma combinação complexa de fatores físicos e químicos, que se tornam agentes de degradação neste ambiente (AYATA et al., 2018; CALLISTER JUNIOR E RETHWISCH, 2018). O efeito nocivo do desgaste da madeira tem sido atribuído a reações induzidas por fatores atmosféricos tais como a radiação solar (raios ultravioleta, luz visível e irradiação solar), teor de umidade, temperatura e oxigênio (TERS et al., 2011; OBERHOFNEROVÁ et al., 2017; ALMEIDA et al., 2018). Considerando esses fatores, a radiação solar é o componente mais prejudicial do ambiente externo e inicia uma ampla variedade de modificações químicas na superfície da madeira (EVANS, 2009; KRÁNITZ et al., 2016; PEREIRA et al., 2017).

A madeira exposta às intempéries apresenta variações na porcentagem e composição de suas hemiceluloses, o que pode afetar o comportamento de degradação. Em relação às causas e efeitos da degradação fotoquímica, a mudança de cor na superfície geralmente é caracterizada pela degradação de extrativos e lignina (GARCIA et al., 2014; GUO et al., 2018; REINPRECHT et al., 2018).

Santini (1988) ressalta que o conteúdo das células parenquimáticas, como amidos, proteínas e açúcares, é muito atrativo para fungos e insetos como alimento, o que explica sua maior susceptibilidade à ação destes organismos. Costa (2003) revela que tais organismos uma vez instalados na madeira comprometem sua resistência mecânica e, de maneira geral, são os principais responsáveis pelas grandes perdas nos produtos e subprodutos de madeira.

A atuação dos fungos na degradação da madeira também é intensa, pois seus ataques mudam as propriedades físicas e químicas das paredes das

células ou das cavidades celulares, chamadas traqueídeos, e que afetam seriamente a resistência da madeira (SGAI, 2000).

A madeira em contato direto com o solo, é atacada por vários agentes biológicos, sendo os fungos e os térmitas os responsáveis pelos maiores danos. A ação desses organismos xilófagos pode ser potencializada, dependendo das condições de umidade, insolação, aeração e temperatura que a madeira é submetida (LELIS et al., 2001; PAES et al., 2007).

A umidade é um elemento essencial para todos os agentes biológicos que se alimentam de madeira, sendo os mais comuns: fungos, cupins, larvas e besouros. Embora existam insetos que não se alimentam de celulose, ao utilizarem a madeira de outras formas (habitação, reprodução e proteção), também causam danos na estrutura, como é o caso de algumas abelhas e formigas (WANG et al. 2018).

Segundo Mendes e Alves (1988) a destruição e desintegração da madeira pode acontecer de diferentes maneiras, sendo importante e necessário identificar qual o tipo de degradação para então, um combate eficiente. As principais causas de degradação da madeira são o desgaste mecânico, degradação física, degradação química e degradação biológica.

O desgaste mecânico ocorre quando a madeira é submetida continuamente a condições de movimentação de diversas classes causando o desgaste e até mesmo sua inutilização. A degradação física é quando a deterioração da madeira ocorre por agentes físicos, isolados, ou em conjunto, tais como o fogo, vento, chuva, radiação solar e umidade, no qual agem alterando a cor da madeira, tornando a superfície da madeira áspera, causando inchamentos e contrações, rachaduras e defeitos, aumento, assim, o risco de ataque fúngico (MENDES e ALVES, 1988).

Já a degradação química ocorre quando a madeira entra em contato com substâncias químicas tais como ácidos e bases fortes, óxido de ferro, dióxido de enxofre, podendo ocorrer reações químicas que reduzem suas propriedades físico-mecânicas. A degradação biológica ocorre pela ação de organismos xilófagos como fungos, insetos, moluscos, crustáceos e bactérias. (MENDES et al., 1988)

Trevisan et al. (2007) revelam que o conhecimento das propriedades físicas e mecânicas da madeira se torna fundamental para a avaliação de sua

deterioração, pois trabalhos que avaliam a decomposição da madeira através de suas características físico-mecânicas, podem fornecer informações valiosas quanto à redução dessas características diante da ação do processo de degradação.

### **3. METODOLOGIA**

O experimento foi desenvolvido nas dependências do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso – IFMT, *campus* Juína em duas etapas. A etapa 1 consistiu na caracterização do ambiente propiciado pela serragem e a etapa 2 na análise qualitativa e quantitativa das madeiras em toras armazenadas sob serragem e à céu aberto. Antes de iniciar as etapas a área foi devidamente isolada para evitar a entrada de pessoas e animais. Abaixo segue os passos metodológicos de maneira detalhada.

#### **3.1. Etapa 1 – Caracterização das condições experimentais**

Com a finalidade de entender alguns aspectos que possam explicar as possíveis causas para a conservação das toras sob serragem, foi então realizado a caracterização do microclima dentro e fora da serragem e posteriormente da entomofauna e fungos saprófitos existentes nos dois ambientes. Foi realizada também uma análise de elementos traços presentes na serragem e solo, com o intuito de verificar a potencialidade de contaminação do solo pela serragem.

##### **3.1.1. Caracterização do ambiente microclimático.**

Para caracterização do ambiente microclimático foi montado uma pilha única sem repetições com as toras de caucho (*Castilla ulei*), cedrinho – *Erisma uncinatum* e jatobá (*Hemynea courbaril*) cobertos por serragem (Figura 4). Figura 4. Primeiramente foi feito uma “cama” de pó de serra com 20 cm sobre o solo, depois foram colocadas as toras. Entre as toras foram condicionados os sensores de temperatura e umidade relativa do ar e de oxigênio (Figura 4) e logo após as toras com os sensores foram cobertos por pó de serra com uma camada



de 30 cm acima da altura das toras. Ao lado da pilha de serragem foi construído uma estrutura de madeira para proteger o instrumento de medição de oxigênio.



**Figura 4:** Montagem da etapa 1 – Caracterização microclimática.

Para o experimento foram utilizados dois *dataloggers* de temperatura e umidade relativa do ar da marca AKRON, modelo KR430, sendo que um ficou dentro da serragem e o outro no ambiente externo. Os *dataloggers* foram configurados para registrar uma medição a cada 5 minutos por 48 dias (12/02/19 ao dia 31/03/19).

Já para a medição da oxigenação foram utilizados o detector de gás oxigênio da marca AKRON modelo KR1200 e uma bomba de amostragem de gases para liberação de espaço confinado da marca AKRON modelo KR16. Como o equipamento KR1200 não possui registro *datalogger* os dados foram coletados manualmente nos horários 8 vezes ao dia com intervalos de aproximadamente 2,5 horas. Foi possível coletar dados somente por 29 dias (24/03/19 ao dia 21/04/2019), devido a falta de mão de obra para as medições.

Para os dados coletados foram realizadas análises descritivas, calculando-se a média, mediana, moda, variância, desvio padrão e coeficiente de variação, obtendo desta maneira as medidas de tendência central e de variabilidade. Para comparar a diferença entre as condições e entre os períodos diurno e noturno foram realizadas análises univariadas analisadas a partir do teste *F*.

### **3.1.2. Levantamento da entomofauna e de fungos saprófagos.**

Aos 12 meses após a instalação dos experimentos foi realizado um levantamento da entomofauna e dos fungos saprófagos existentes nas toras que estavam sob a serragem e as que estavam a céu aberto.

Para determinar a entomofauna que existia nos tratamentos foi usado o método de coleta de insetos por busca ativa, onde o coletor procura os insetos em todo o perímetro do material de estudo (madeira) e faz a captura do material entomológico de forma manual com auxílio de uma pinça (CAMARGO et al., 2015).

Não foi realizado a quantificação dos insetos, porque no tratamento onde a madeira fica protegida pelo pó de serra, não foram encontrados insetos dispensando análise estatística.

Os insetos coletados foram identificados apenas em nível de família. As principais fontes de referência utilizadas na identificação dos insetos foram: Borrer et al. (1989); Gallo et al. (2002) e Buzzi (2002).

Para o levantamento dos fungos primeiramente foi realizado a confecção dos corpos de prova conforme apresentado na Figura 5 e enviados para o laboratório de Patologia da UFMT, Cuiabá, onde foi realizado o isolamento e posterior identificação dos fungos. Das referidas amostras retiraram-se três fragmentos de 10 a 20 mm<sup>2</sup>, os quais foram submersos em água destilada estéril por dois minutos e colocados sobre um papel de filtro estéril. Logo após, os fragmentos foram colocados em placas de Petri contendo meio de cultura malte-ágar à 3%. As placas foram mantidas em incubadora, sem iluminação, a 25°C ± 2°C, por 32 dias. À medida que as colônias se desenvolveram, foram transferidas para tubos de ensaio contendo o mesmo meio de cultura. Em seguida, as culturas foram armazenadas em geladeira a 5°C, para sua posterior identificação.

Para a identificação dos fungos foram feitas observações macroscópicas das culturas e microscópicas em lâminas preparada com lactofenol e corante azul de algodão. Sob microscópio óptico foram feitas medições das estruturas reprodutivas dos fungos. As características macroscópicas e microscópicas foram comparadas com as descritas em bibliografia especializada (RIFAI, 1969; BOOTH, 1971; SAMSON, 1974; CARMICHAEL, et al. 1980; KLICH e PITT, 1988; PITT, 1991; HALIN, 1997; 1998; BARNETT e HUNTER, 1998).

### **3.1.3. Análise do solo e do pó de serra**

Com a finalidade de saber se os teores de alguns elementos traços no solo são aumentados devido ao tempo de exposição sob a serragem, foi realizado uma caracterização dos elementos traços arsênio, cromo, cádmio, chumbo, mercúrio e níquel presentes no solo nos tempos 0, 6 e 12 meses, nas profundidades de 0-20 cm, 20-40 cm e 40-60 cm e em três repetições.

As coletas de solo foram feitas com um trado do tipo holandês, na qual em cada repetição e profundidade foram coletadas 3 amostras simples, e então,

uma amostra composta, que foi devidamente identificada e enviada para o laboratório IBRA em São Paulo.

A serragem também foi analisada, selecionando-se, de forma aleatória, uma pilha de pó de serra e coletado três amostras, sendo a 20 cm, 60 cm e 100 cm acima do solo, e nestas foram determinados os elementos traços arsênio, cromo, cádmio, chumbo, mercúrio e níquel.

### **3.2. Etapa 2 – Análise qualitativa e quantitativa das madeiras em toras armazenadas sob serragem e à céu aberto.**

O esquema metodológico da etapa 2 é apresentado na Figura 5. Para o experimento foram utilizadas toras provenientes de Plano de Manejo Florestal Sustentável no município de Juína-MT (Figura 5-A). Após serem exploradas (Figura 5-B) as toras foram carregadas e transportadas (Figura 5-C) para uma serraria local e depois de aproximadamente 2 meses foram levadas para o local do experimento (Figura 5-D). Nos tempos determinados das análises as toras foram enviadas para serraria e marcenaria para medições e confecções dos corpos de prova (Figura 5-E)

A serragem utilizada no experimento para cobrir as toras da condição 1, foi cedido por um madeireiro local e era constituída de pequenas partículas de madeira e pó de madeira de várias espécies, com dimensões inferiores a 2 mm.

Foram utilizadas 30 toras de aproximadamente 2 metros de comprimento e livres de defeitos para cada uma das espécies analisadas, sendo elas o caucho (*Castilla ulei* Warb.), cedrinho *Erismia uncinatum* e o jatobá (*Hymenaea courbaril*), totalizando 90 toras.

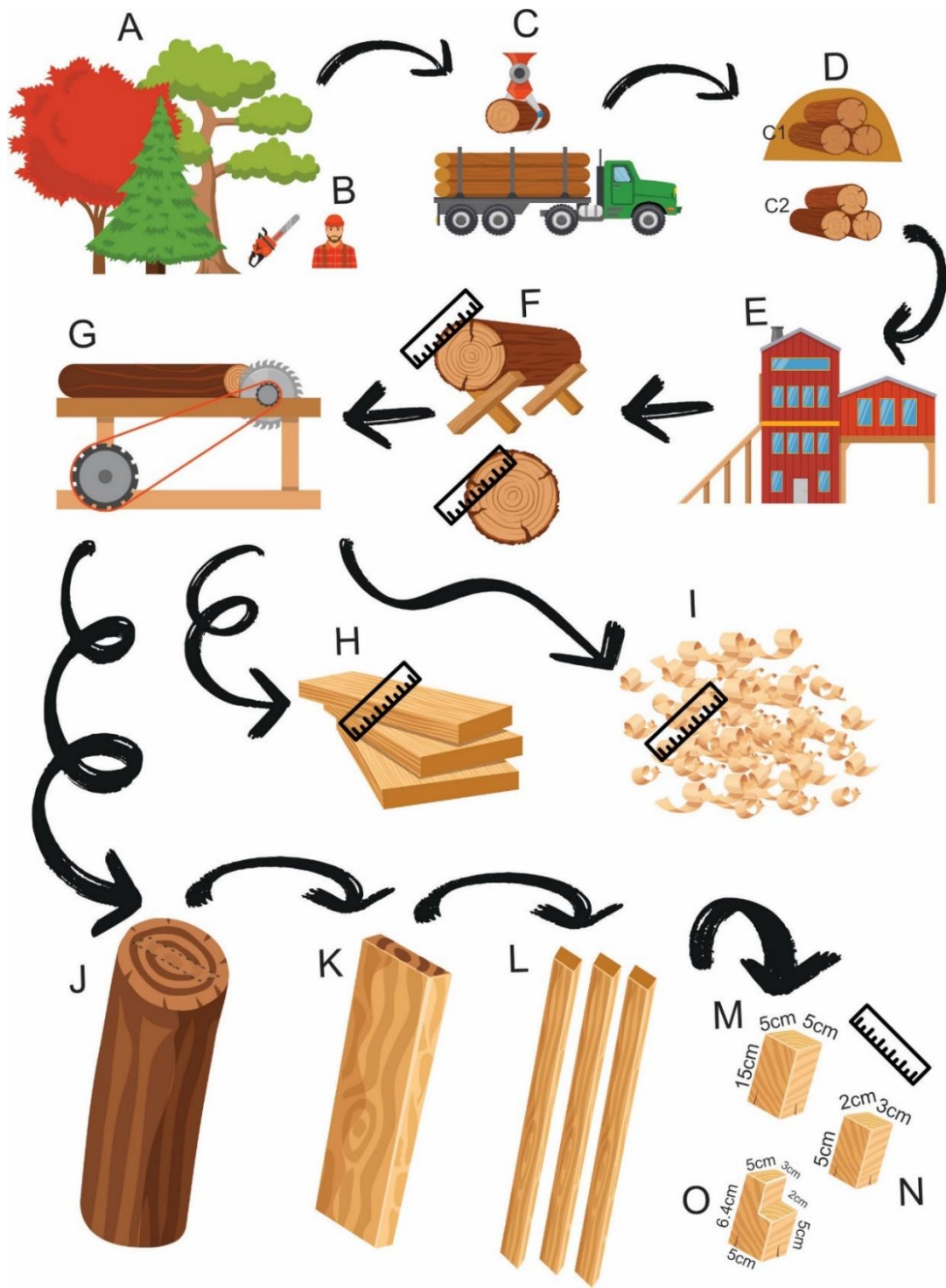
As toras foram condicionadas a dois ambientes de apodrecimento (Figura 5-D): C1 (condição 1) toras enterradas sob o pó de serra, que consiste na técnica a ser avaliada e C2 (condição 2) toras dispostas a céu aberto, que consiste na forma como normalmente se armazenam as toras nas serrarias.

Para a montagem da Condição 1, foi feito uma “cama” de serragem de aproximadamente 20 cm acima do solo, sob o qual se colocou as três espécies que, em seguida foram cobertas com outra camada de serragem, com cerca de 30 cm de espessura acima das toras.

O experimento foi realizado de forma casualizada (Tabela 4), com 3 repetições (R1, R2 e R3), em que as parcelas foram subdivididas no tempo. Deste modo, as condições C1 (armazenamento sob pó de serra) e C2 (armazenamento à céu aberto) foram subdivididas nos quatro períodos de avaliação: T0 (tempo 0 – testemunha), T6 (6 meses), T12 (12 meses), T20 (20 meses) e T33 (33 meses). Com a finalidade de evitar alteração no momento de retirar as toras em seus devidos tempos, foram feitos montes separados para cada um dos tempos (T6, T12, T20 e T33), cada repetição (R1, R2 e R3) e cada condição (C1 e C2), totalizando 24 pilhas de toras sendo: 12 cobertas com serragem e 12 a céu aberto. O tempo zero (T0) foi direto para análise e os resultados serviram como testemunha.

Cada tora foi plaqueteada com as codificações conforme Tabela 4, onde “E1, E2 e E3” são as espécies caucho, cedrinho (*Erismia uncinatum*) e jatobá (*Hymenaea courbaril*), respectivamente, o “R” significa as repetições, o “C” as condições, sendo “C1” as toras sob serragem e “C2” as toras em campo aberto, o “T” significa o tempo, em meses, que as toras foram analisadas.

Nos tempos determinados as toras foram retiradas para avaliação do estado sanitário, qualidade da tora, rendimento e propriedades físicas e mecânicas da madeira (Figura 5-F até Figura 5-O),



**Figura 5:** Esquema metodológico para análise qualitativa e quantitativa das toras armazenadas sob pó de serra e a céu aberto.

A – Plano De Manejo Florestal Sustentável; B – Exploração madeira sustentável; C – Carregamento e transporte florestal; D – Montagem do experimento; E – Indústria madeireira; F – Medições antes da serragem; G – Transformação das toras em peças serradas; H – Medição das madeiras Serradas; I – medição dos resíduos gerados no processo de industrialização da madeira; J – Início do processo de confecção de corpos de provas; K – Retirada da peça central para confecção dos corpos de prova; L – Processamento das peças para confecções dos corpos de prova; M – Corpo de prova para análise da compressão paralela as fibras e dureza Janka; N – Corpo de prova para análise da densidade da madeira; O – Corpo de prova para análise do cisalhamento.



**Tabela 4:** Delineamento experimental para avaliação do potencial de aproveitamento do pó de serra como conservante de madeira de espécies nativas da floresta amazônica.

|                 | R1                                  |                                     | R2                                  |                                     | R3                                  |                                     |
|-----------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
|                 | Cond I                              | Cond II                             | Cond I                              | Cond II                             | Cond I                              | Cond II                             |
| <b>Tempo 0</b>  | E1R1C1T0<br>E2R1C1T0<br>E3R1C1T0    | E1R1C2T0<br>E2R1C2T0<br>E3R1C2T0    | E1R2C1T0<br>E2R2C1T0<br>E3R2C1T0    | E1R2C2T0<br>E2R2C2T0<br>E3R2C2T0    | E1R3C1T0<br>E2R3C1T0<br>E3R3C1T0    | E1R3C2T0<br>E2R3C2T0<br>E3R3C2T0    |
| <b>06 Meses</b> | E1R1C1T6<br>E2R1C1T6<br>E3R1C1T6    | E1R1C2T6<br>E2R1C2T6<br>E3R1C2T6    | E1R2C1T6<br>E2R2C1T6<br>E3R2C1T6    | E1R2C2T6<br>E2R2C2T6<br>E3R2C2T6    | E1R3C1T6<br>E2R3C1T6<br>E3R3C1T6    | E1R3C2T6<br>E2R3C2T6<br>E3R3C2T6    |
| <b>12 Meses</b> | E1R1C1T12<br>E2R1C1T12<br>E3R1C1T12 | E1R1C2T12<br>E2R1C2T12<br>E3R1C2T12 | E1R2C1T12<br>E2R2C1T12<br>E3R2C1T12 | E1R2C2T12<br>E2R2C2T12<br>E3R2C2T12 | E1R3C1T12<br>E2R3C1T12<br>E3R3C1T12 | E1R3C2T12<br>E2R3C2T12<br>E3R3C2T12 |
| <b>20 Meses</b> | E1R1C1T20<br>E2R1C1T20<br>E3R1C1T20 | E1R1C2T20<br>E2R1C2T20<br>E3R1C2T20 | E1R2C1T20<br>E2R2C1T20<br>E3R2C1T20 | E1R2C2T20<br>E2R2C2T20<br>E3R2C2T20 | E1R3C1T20<br>E2R3C1T20<br>E3R3C1T20 | E1R3C2T20<br>E2R3C2T20<br>E3R3C2T20 |
| <b>33 Meses</b> | E1R1C1T33<br>E2R1C1T33<br>E3R1C1T33 | E1R1C2T33<br>E2R1C2T33<br>E3R1C2T33 | E1R2C1T33<br>E2R2C1T33<br>E3R2C1T33 | E1R2C2T33<br>E2R2C2T33<br>E3R2C2T33 | E1R3C1T33<br>E2R3C1T33<br>E3R3C1T33 | E1R3C2T33<br>E2R3C2T33<br>E3R3C2T33 |

Onde: Cond I (C1)= Toras sob o pó de serra; Cond II (C2) = Toras a campo aberto; R(1, 2 e 3) = repetições do experimento; E1= Caucho; E2 = Cedrinho; E3 = Jatobá; T = Tempo (meses).

### 3.2.1. Determinação do estado sanitário da madeira.

Para avaliar qualitativamente a deterioração das toras de caucho (*Castilla ulei*), cedrinho (*Erismia uncinatum*) e jatobá (*Hymenaea courbaril*) armazenados sob o pó de serra e a céu aberto, foi adotado o índice de deterioração de Lepage (1970), que indica os danos causados nas toras por organismos xilófagos, atribuindo-se notas para a geração do índice médio de deterioração conforme Tabela 5. Esse procedimento foi adotado nos tempos de 0, 6, 12, 20 e 33 meses.

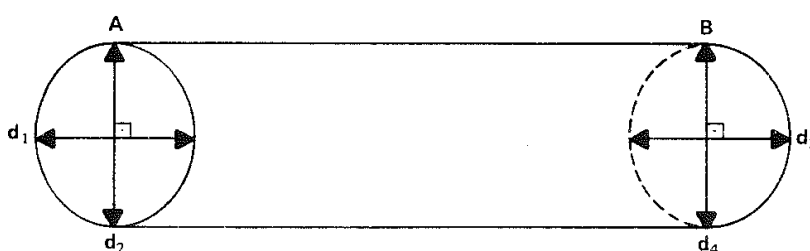
**Tabela 5:** Classificação do nível de degradação das toras

| Estado de Sanidade  | Nota | Índice de Deterioração |
|---|------|------------------------|
| Sadio, nenhum dano visível  | 0    | 100                    |
| Ataque leve ou superficial de fungos, térmitas ou coleobrocas.    | 1    | 90                     |
| Ataque evidente, mas moderado de fungos, térmitas ou coleobrocas. | 2    | 70                     |
| Apodrecimento intenso ou ataque interno de térmitas.              | 3    | 40                     |
| Deterioração intensa, com desfibramento evidente.                 | 4    | 0                      |

Fonte: Lepage, 1970.

### 3.2.2. Rachadura e rendimento

Para determinar rachadura e rendimento da madeira primeiramente foi necessário determinar o diâmetro médio, onde foram realizadas duas medições perpendiculares nas duas extremidades de cada tora com o auxílio de uma trena, sendo os diâmetros da primeira extremidade  $d_1$  e  $d_2$ , e os diâmetros da segunda extremidade,  $d_3$  e  $d_4$  (Figura 6). Através da média aritmética dos diâmetros foi obtido o diâmetro médio ( $d$ ), conforme a Equação 1:



**Figura 6:** Mensuração dos diâmetros para o cálculo do diâmetro médio.

Fonte: IBDF (1984).

$$D = \frac{d_1 + d_2 + d_3 + d_4}{4} \quad (1)$$

Em que:

$d_1$  e  $d_2$ : Diâmetros perpendiculares entre si na base da tora (cm);

$d_3$  e  $d_4$ : Diâmetros perpendiculares entre si no topo da tora (cm).

Para determinar a rachadura de ponta da madeira, fotos com uma régua de 30 cm, foram tiradas das duas pontas de todas as toras em cada tempo, repetição e condição. As fotos foram anexadas no software AutoCad 2015, e foram colocadas em tamanho real usando a escala da régua de 30 cm. Assim, poli linhas foram traçadas nas rachaduras e então foram somadas para se calcular o comprimento linear (cm) da rachadura. Com o diâmetro médio (Equação 1) foi calculado a área média das bases da tora, conforme equação 2. Assim foi possível calcular a rachadura média de cada indivíduo, dividindo o comprimento total da rachadura (cm) pela área ( $m^2$ ), conforme equação 3



$$A = \frac{\pi \cdot d^2}{40.000} \quad (2)$$

Em que:

A: Área média das bases da tora (m<sup>2</sup>);

D: Diâmetro médio (cm);

$$Rac = \frac{\sum r}{A} \quad (3)$$

Em que:

Rac: Rachadura média das bases da tora (cm/m<sup>2</sup>);

r: Rachaduras individuais das bases (cm);

A: Área média das bases da tora (m<sup>2</sup>);

Para determinar o rendimento da madeira serrada, primeiramente foi determinado o volume das toras (Figura 5- F) e depois o volume da madeira serrada (Figura 5-H), seguindo a Resolução CONAMA 411 (2009). Para isso foi realizada a medição do comprimento da tora (Lv) com uma trena. Com os dados do diâmetro médio (d) e do comprimento (Lv), estimou-se o volume de cada tora através da equação de Smalian, conforme a Equação 4:

$$Vt = \frac{\pi \cdot d^2}{40.000} * Lv \quad (4)$$

Em que:

Vt: Volume da tora (m<sup>3</sup>);

D: Diâmetro médio (cm);

Lv: Comprimento da tora (m).

Posteriormente a determinação do volume da tora ocorreu o processo de desdobro em uma indústria madeireira localizada no município de Juina-MT (Figura 5-G). Nesta indústria não se realizava o descascamento das toras encaminhadas para o desdobro e a casca era retirada durante o processamento, na serra-fita, juntamente com as costaneiras e aparas.

O sistema de desdobro utilizado pela indústria madeireira foi o convencional, no qual o operador decidia a melhor maneira de desdobrar a tora. Nesse tipo de desdobro não existe um modelo de corte que prevê o maior rendimento para cada tora desdobrada. A única decisão para o início do

desdobro foi deixar o “giral” (sentido da maior rachadura) em sentido perpendicular ao eixo da serra fita, com a finalidade de sobrar no final uma peça de maior qualidade para atender a normativa da NBR 7190, nos testes de propriedade física e mecânica da madeira.

Para realizar o desdobro principal utilizou-se uma serra-fita vertical simples, para seccionar as peças em uma espessura definida de 2,5 cm. Em seguida, as peças obtidas foram encaminhadas, por meio de uma esteira semi-mecanizada, para o processo de refilamento, realizado por uma serra circular múltipla. Este procedimento permitiu definir a largura das peças. Por fim, as peças produzidas foram encaminhadas, através de uma esteira não mecanizada, para a serra destopadeira, para retirada dos defeitos da madeira serrada como rachaduras, furos por insetos e alburno, e para o dimensionamento das peças nos comprimentos comerciais.

Para a determinação do volume de madeira serrada ( $V_s$ ), considerou-se as medidas de largura ( $L_p$ ), espessura ( $E_p$ ) e comprimento ( $C_p$ ) das peças, definidos de acordo com os ajustes da serra fita, serra circular múltipla e serra destopadeira, respectivamente. Assim, foi possível determinar o volume de cada peça serrada ( $V_p$ ), por meio da Equação 5:

$$V_p = L_p * E_p * C_p \quad (5)$$

Em que:

$V_p$ : Volume de cada peça serrada ( $m^3$ );

$L_p$ : Largura da peça (m);

$E_p$ : Espessura da peça (m).

$C_p$ : Comprimento da peça (m).

A partir do volume de cada peça serrada, realizou-se o somatório do volume de todas as peças serradas provenientes da mesma tora, encontrando-se assim o volume total serrado, conforme a Equação 6:

$$V_s = \sum(V_{p\zeta 1} + \dots + V_{p\zeta n}) \quad (6)$$

Em que:

$V_s$ : Volume total serrado de cada tora ( $m^3$ );

$V_{p\zeta 1}$ : Volume serrado da primeira peça ( $m^3$ );

$V_{p\zeta n}$ : Volume serrado da última peça ( $m^3$ ).

O rendimento foi calculado pela relação entre os volumes das toras e os volumes das madeiras serradas de primeira qualidade, proveniente do desdobro primário de cada tora, de acordo com a Resolução CONAMA 474/2016 (BRASIL, 2016), através da Equação 7:

$$R = \frac{V_s}{V_t} * 100 \quad (7)$$

Em que:

R: Rendimento volumétrico (%);

Vs: Volume total serrado de cada tora (m<sup>3</sup>);

Vt: Volume da tora (m<sup>3</sup>).

### **3.2.3. Propriedades físicas e mecânicas da madeira.**

Depois do desdobro das toras, foi retirada uma prancha central de boa qualidade (Figura 5-K) e a partir dela foram confeccionados em marcenaria os corpos de prova (Figura 5 – M, N e O). Para esta etapa foram analisados para os tempos de 0, 6, 12 e 20 meses, não sendo possível realizar a medição aos 33 meses, devido falta recursos financeiros.

Para cada tora das três espécies (E1, E2 e E3), das 2 condições (CI e CII), das 3 repetições (R1, R2 e R3) e dos 4 tempos (0, 6, 12 e 20 meses), foram confeccionados 3 tipos de corpos de prova com 12 unidades cada, totalizando: 864 corpos de prova de com dimensões 3 x 2 x 5 cm nas direções radial, tangencial e longitudinal para determinação da densidade básica, densidade aparente e retração e inchamento da madeira (Figura 5-N); 864 corpos de prova com dimensão de 5 x 5 x 15 cm nas direções radial, tangencial e longitudinal para determinação da resistência a compressão paralela as fibras e dureza Janka (Figura 5-N); 864 corpos de prova em formato de “cadeira”, sendo 5 x 5 cm de base, 6,4 cm lado maior e 5 cm lado menor para determinação da resistência ao cisalhamento (Figura 5-O). Os corpos de prova foram confeccionados de acordo com a NBR 7190, e podem ser observados na Figura 5-M, N e O.

As avaliações das propriedades físicas e mecânicas da madeira foram realizadas no Laboratório de Tecnologia da Madeira da Faculdade de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Mato Grosso, em Cuiabá.

### 3.2.3.1. Propriedades físicas da madeira

Para determinação da densidade básica ( $\rho_{bas}$ ) e aparente da madeira, primeiramente as amostras foram saturadas com água e em seguida calculou-se o volume e massa saturado com balança de precisão. Posteriormente as amostras passaram por uma secagem natural até atingirem estabilidade com ambiente e assim calculou-se novamente seu volume e massa estável. Após a secagem natural, as amostras foram colocadas em uma estufa de ventilação forçada, a uma temperatura de  $100\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ , por 24 horas, determinando assim o seu volume e massa seca. A densidade básica da madeira foi obtida pela razão entre a massa seca e o volume saturado.

As Densidade aparente e básica foram determinados pelas equações 8 e 9, respectivamente.

$$\rho_{ap} = \frac{m_{12}}{V_{12}} \quad (8)$$

Onde  $\rho_{ap}$  é a densidade aparente da madeira estabilizada com o ambiente, em  $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ ;  $m_{12}$  é a massa da madeira estabilizada com o ambiente a 12% de umidade, em kg; e  $V_{12}$  é o volume da madeira estabilizada com o ambiente a 12% de umidade, em  $\text{m}^3$ .

$$\rho_{bas} = \frac{m_s}{V_{sat}} \quad (9)$$

Onde  $\rho_{bas}$  é a densidade básica da madeira, em  $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ ;  $m_s$  é a massa seca da madeira, em estufa a  $105^{\circ}\text{C}$  por 24 horas, expressa em kg; e  $V_{sat}$  é o volume da madeira saturada ou o volume máximo da madeira, em  $\text{m}^3$ .

### 3.2.3.2. Propriedades mecânicas da madeira

Para a resistência a compressão paralela as fibras ( $f_c 0,12$ ), dureza Janka ( $f_H 0,12$ ) e resistência ao cisalhamento ( $f_v 0,12$ ), os corpos de prova foram colocados em prateleiras em ambiente climatizado com a finalidade de

estabilização e umidade constante. Após a climatização, os corpos de prova foram pesados em balança de precisão e tiveram suas medidas dimensionais e pesos determinados, e assim foram submetidos aos ensaios mecânicos na máquina de ensaios de materiais (Testa 200Kn; ano: 1980. Otto Wolpert Werke GMBH) para determinar a tensão máxima suportada. Por último as peças foram pesadas, colocadas para secar em estufa a 105° C por 24 horas e pesadas novamente para determinar a umidade dos corpos de prova com a finalidade de se fazer a correção do valor da resistência à compressão nessa umidade para a umidade de 12%, conforme as equações abaixo.

A resistência à compressão paralela às fibras foi determinado pelas Equações 10 e 11.

$$F_{c0} = \frac{f_{c0,max}}{A} * 10 \quad (10)$$

Onde  $f_{c0}$  é a resistência a compressão paralela às fibras, em Mpa;  $f_{c0,max}$  é a força máxima aplicada ao corpo de prova durante o ensaio, em kN; e A é a média da área da base superior e da área da base inferior do corpo de prova, em cm<sup>2</sup>.

$$F_{c0,12} = f_{c0} \left[ 1 + \frac{3(U\% - 12)}{100} \right] \quad (11)$$

Onde  $f_{c0,12}$  é o Módulo de Ruptura corrigido para a umidade padrão de 12%, em Mpa; e U% é a umidade dos corpos de prova, em %.

A Dureza Janka foi determinada pela Equação 12 e 12.

$$F_H = \frac{F_{max}}{A_{seção\ diametral}} * 10 \quad (12)$$

Onde  $f_{aH}$  é a Dureza Janka, em Mpa;  $F_{max}$  é a Força máxima aplicada ao corpo de prova necessária à penetração de uma semiesfera de seção diametral com 1cm<sup>2</sup>, em kN; e  $A_{seção\ diametral}$  é a área da seção diametral da semiesfera, igual a 1 cm<sup>2</sup>.

$$F_{H,12} = f_H \left[ 1 + \frac{3(U\% - 12)}{100} \right] \quad (13)$$

Onde  $f_{H0,12}$  é a Dureza Janka corrigido para a umidade padrão de 12%, em Mpa; e U% é a umidade dos corpos de prova, em %.

A resistência ao cisalhamento paralelo às fibras ( $f_v 0,12$ ) foi determinada pela Equação 14 e 15.

$$F_{v0} = \frac{F_{v0,max}}{A_{v0}} * 10 \quad (14)$$

Onde  $f_{v0}$  é o Cisalhamento, em Mpa;  $F_{v0,max}$  é a força cisalhante máxima aplicada ao corpo de prova, em kN; e  $A_{v0}$  é a média da área da base superior e da área da base inferior do corpo de prova, em  $cm^2$ .

$$F_{v0,12} = C_{ap} \left[ 1 + \frac{3(U\% - 12)}{100} \right] \quad (15)$$

Onde  $f_{v0,12}$  é o Cisalhamento corrigido para a umidade padrão de 12%, em Mpa; e  $U\%$  é a umidade dos corpos de prova, em %.

### 3.3. Análise estatística

Para as variáveis rendimento; rachadura; densidade aparente ( $\rho_{ap}$ ); densidade básica ( $\rho_{bas}$ ); resistência ao cisalhamento ( $f_v 0,12$ ); dureza Janka ( $f_H 0,12$ ); resistência à compressão paralela as fibras ( $f_c 0,12$ ), foi realizado uma análise de variância subdividida no tempo a 5% de significância. Deste modo, as duas condições avaliadas (armazenamento sob pó de serra e a céu aberto) foram consideradas como um fator qualitativo com subdivisões no tempo, visto que as amostras apresentam dependência temporal. Posteriormente foi realizado um procedimento de comparação múltipla entre médias a partir do teste Scott-Knott a 5% de significância, verificando-se o efeito das condições e tempos de forma isolada, bem como a interação entre estes. Todas as análises foram realizadas no *software R*, utilizando-se o pacote *ExpDes*.

Após proceder com as análises univariadas, realizou-se uma análise multivariada avaliando todas as variáveis de forma conjunta. Assim, todas as variáveis foram *standardizadas* com o intuito de padronizar a escala para estas e, em seguida, foi realizado uma análise de componentes principais, verificando quais foram os componentes mais contributivos. Posteriormente foi realizada a separação dos grupos (duas condições avaliadas) em cada tempo de avaliação.

As análises multivariadas foram realizadas no software R, utilizando-se os pacotes *Factorextra* e *minifactor*, e, todos os gráficos foram confeccionados utilizando o pacote *ggplot2*.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Etapa 1 – Caracterização do ambiente

#### 4.1.2. Caracterização do ambiente Microclimático

Na Tabela 6 são apresentados os resultados dos dados das condições microclimáticas subdivididos por dois períodos, sendo o diurno (06:00 h as 18:00) e o noturno (18:00 h às 06:00 h). Foi observado que tanto a temperatura quanto a umidade relativa na condição 1 para os dois períodos (dia e noite) foram estatisticamente maiores que da condição 2. Ressalta-se que o período avaliado foi apenas de 48 dias.

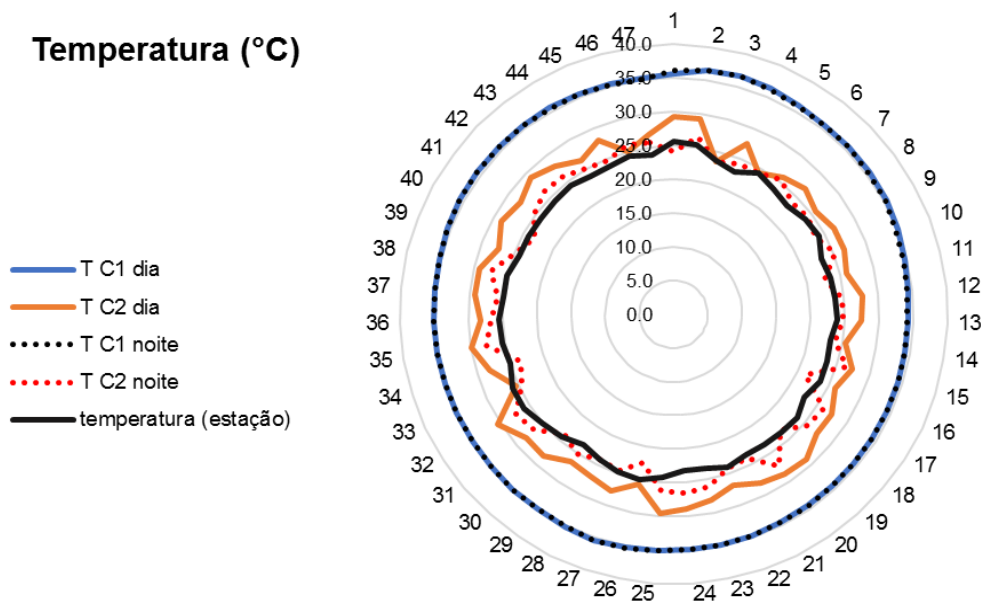
**Tabela 6:** Valores médios médias de temperatura e umidade relativa do ar durante o dia e noite sob o pó de serra e a céu aberto.

| Período | Temperatura (°C) |            | Umidade Relativa (%) |            |
|---------|------------------|------------|----------------------|------------|
|         | Condição 1       | Condição 2 | Condição 1           | Condição 2 |
| Dia     | 35,13 a          | 27,46 b    | 99,90 a              | 84,54 b    |
| Noite   | 35,12 a          | 25,07 b    | 99,85 a              | 86,06 b    |

Onde: Condição 1 = toras armazenadas sob o pó de serra; Condição 2 = toras armazenadas à céu aberto; médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem estatisticamente a 5% de significância entre as condições. Médias seguidas de letras minúsculas iguais, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância em relação as condições.

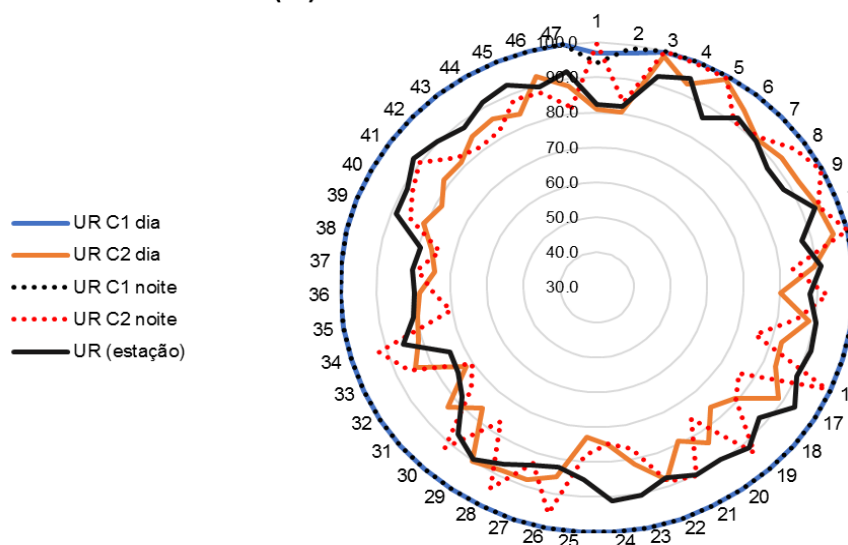
Nota-se ainda que no ambiente sob a serragem (Condição 1) a temperatura (Figura 7) e umidade relativa (Figura 8) tiveram uma variação menor entre os dias analisados e entre a média do dia e noite, mantendo-se mais constante no decorrer dos 48 dias de análise, o que demonstra que o pó de serra cria um sistema fechado que sofre pouca influência das variações microclimáticas que ocorrem no ambiente externo.

### Temperatura (°C)



**Figura 7:** Gráfico de radar para temperatura dentro e fora do pó de serra.

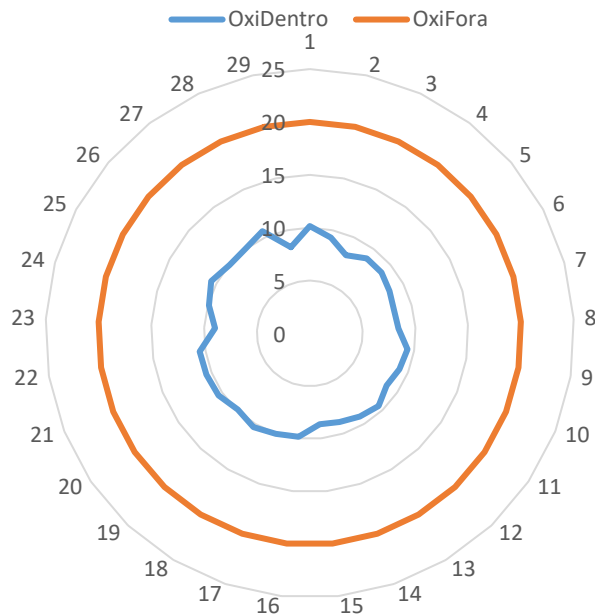
### Umidade Relativa (%)



Onde: TC1dia = Temperatura dentro do pó de serra média diurno; TC2dia = Temperatura fora do pó de serra média diurno; TC1noite = Temperatura dentro do pó de serra média noturna; TC2noite = Temperatura fora do pó de serra média noturna;

**Figura 8:** Gráfico de radar para umidade relativa do ar, dentro e fora do pó de serra.





Onde: OxiDentro = Porcentagem de oxigênio do ar dentro do pó de serra; OxiFora: Porcentagem de oxigênio do ar fora do pó de serra.

**Figura 9:** Gráfico de radar da porcentagem de oxigênio do ar dentro e fora do pó de serra.

Para os 29 dias de análise a oxigenação presente dentro do pó de serra foi em média de 9,45%, variando de 8,14% a 10,66%, resultando em quase metade da concentração de oxigênio em relação ao ambiente externo onde a média é entorno de 20%. O gráfico de radar (Figura 9) mostra o comportamento da porcentagem de oxigênio do ar durante os 29 dias de análise, comparativamente com o teor de oxigênio da atmosfera (20%).

Outro fator importante a ser destacado na Condição 1 é a ausência de luminosidade devido a barreira física propiciado pela serragem. Enquanto no ambiente externo tem-se a ação do fotoperíodo de 12 horas de luminosidade e 12 horas sem luminosidade, abaixo da serragem é completamente escuro. As ações de agentes biológicos só ocorrem quando há condições de sobrevivência, como umidade, luz, nutrientes, pH, oxigênio e temperatura adequada. Se não houver algum desses fatores o ataque é menos agressivo ou praticamente inexistente (MENDES E ALVES 1988; BRITO, 2014).

Assim, analisando-se a caracterização do microclima propiciado pelo armazenamento das toras sob o pó de serra, constata-se que ela cria um sistema

próprio, com características diferentes das encontradas no ambiente externo, que por sua vez influenciam no desenvolvimento da entomofauna e dos fungos saprófagos.

#### 4.1.2. Levantamento da entomofauna e de fungos saprófagos.

No levantamento da entomofauna aos 12 meses do início do experimento, foi possível constatar que na Condição 1 (abaixo da serragem) não foi localizado nenhum inseto, enquanto na Condição 2 (a céu aberto) foram encontrados diversos insetos, conforme mostra a Figura 10 e Tabela 7.

Dentre as famílias de besouros que acometem a madeira destaca-se Scolytidae e Platypodidae, algumas espécies de Cerambycidae, que atacam madeira recém abatidas; Curculionidae, Lyctidae, Bostrichidae e Anobiidae que atacam madeira com umidade abaixo de 50% (GRAY, 1972). Dentre os cupins destacam-se as famílias Termitidae e Rhinotermitidae, com hábitos variados, os quais podem ser xilófagos, fitófagos e podem alimentar-se de húmus (BANDEIRA, 1989).

**Tabela 7:** Identificação da entomofauna encontrada nas toras armazenadas à céu aberto (condição 2).

| <b>Id</b> | <b>Ordem</b>            | <b>Subordem</b> | <b>Família</b> | <b>Descritor</b> |
|-----------|-------------------------|-----------------|----------------|------------------|
| 1         | Blattodea               | Isoptera        | Termitidae     | Latreille, 1802  |
| 2         | Coleoptera              | Polyphaga       | Scolytidae     | Latreille, 1804  |
| 3         | Hemiptera               | Heteroptera     | Reduviidae     | Latreille, 1807  |
| 4         | Coleoptera              | Polyphaga       | Tenebrionidae  | Latreille, 1802  |
| 5         | Coleoptera              | Polyphaga       | Passalidae     | Leach, 1815      |
| 6         | Hemiptera               | Heteroptera     | Aradidae       | Spinola, 1837    |
| 7         | Coleoptera              | Polyphaga       | Cerambycidae   | Latreille, 1802  |
| 8         | Coleoptera              | Polyphaga       | Chrysomelidae  | Latreille, 1818  |
| 9         | Coleoptera              | Polyphaga       | Tenebrionidae  | Latreille, 1802  |
| 10        | Pulpas de Lepidópteros. |                 |                |                  |



**Figura 10:** Entomofauna encontrada nas toras armazenadas a céu aberto (Condição 2).

Os besouros das famílias Scolytidae, Bostrichidae e Cerambycidae são considerados os grupos mais importantes. As coleobrocas da família Scolytidae têm papel fundamental nesse processo ao perfurarem galerias para nidificação

em várias partes das árvores (SIMEONE 1965, FURNISS E CAROLIN 1977). De tamanho comumente bastante reduzido, possibilitam a entrada de umidade na madeira através de perfurações e galerias, sendo sítios potenciais de desenvolvimento de fungos, responsáveis pela aceleração da degradação do material.

Nos levantamentos realizados em árvores recém-derrubadas no Amazonas, foram identificadas algumas espécies de besouros das famílias Scolitydae, Platypodidae, Cerambycidae e Curculionidae como causadoras de danos às toras. Esses besouros iniciam o ataque logo após o abate das árvores, permanecendo na tora até que ela não ofereça mais condições de sobrevivência (ABREU e BANDEIRA, 1992).

Abreu et al. (2002) ao avaliar danos causados por insetos em indústrias madeireiras em Manaus, constataram a existência de 11 espécies de Coleoptera e duas de Blattodea: Isoptera, tendo as espécies *Xyleborus affinis* e *Platypus paralelus* sido encontradas em 18 espécies florestais analisadas, sendo estes os responsáveis pela maioria dos danos nas toras.

As possíveis causas de não encontrar insetos na Condição 1, possivelmente está atrelada as características físico-químicos e ambientais propiciado por um sistema próprio da serragem. A própria serragem que é constituída de partículas de madeira menores que 2 mm se torna uma barreira física ao ataque de insetos, pois elas encontram dificuldade de transpassar a barreira afim de chegarem as toras. Por exemplo, os cupins subterrâneos que atacam praticamente todas as espécies de madeira existentes e são responsáveis pelo maior volume de madeira destruída necessitam de fonte de umidade e os ninhos são no solo, onde são construídos túneis até a superfície para transportar a madeira (BRITO, 2014). Neste caso específico, na condição 1 a madeira não fica em contato direto com o solo o que dificulta a ação do inseto. Além disso, os aspectos micro ambientais propiciados pela serragem acabam por não favorecerem a ação dos organismos xilófagos.

Temperaturas entre 5 e 65 °C permitem o desenvolvimento destes microorganismos, entretanto, são poucos os que crescem acima de 35 ou 40 °C (OLIVEIRA et al., 1986). A temperatura ótima para o desenvolvimento do inseto está próxima de 25 °C e em geral corresponde ao desenvolvimento mais rápido e maior número de descendentes, no entanto a temperatura de 38°C é

considerada o limiar máximo e a temperatura 15°C o limiar mínimo (RODRIGUES, 2004).

Alguns insetos necessitam de um determinado número de horas de luz e de escuro para completar seu desenvolvimento. O fotoperíodo pode também interferir na eclosão de ovos e mesmo determinar a diapausa nos insetos (RODRIGUES, 2004). Assim, como na condição 1 o fotoperíodo é de escuridão contínua, esse fato acarretou a redução da ação desses organismos.

Em relação ao surgimento de fungos nos corpos de provas aos 6 meses do início do experimento, foi possível identificar a ação de fungos somente nos corpos de prova provenientes das toras que estavam expostas a céu aberto (Condição 2), e os fungos identificados foram o *Fusarium solani* e *Fusarium equiseti*.

Nogueira et al. (2021) ao avaliar as melhores condições de cultivo de isolados de *Fusarium* sp., destacaram que todos os isolados apresentaram uma melhor taxa de crescimento a 30°C, com baixo ou nenhum crescimento a 35 °C, sendo que nenhum isolado foi capaz de se desenvolver a 40 °C. Gupta et al. (2010) e Ferreira et al. (2012) encontraram a temperatura ótima de crescimento para *Fusarium solani* de 28°C e 25°C, respectivamente. Foi possível observar que a temperatura na condição 1 permaneceu constante em 35°C, o que já dificulta o desenvolvimento da maioria das espécies entomológicas e dos fungos encontrados nos corpos de prova.

Como observado na Figura 9 a concentração de oxigênio presente na condição 1 é praticamente a metade da concentração deste elemento na atmosfera, o que pode também ser uma das causas também da inexistência do ataque de insetos e dos fungos na condição 1.

Cochrane (1958) relata que a luz exerce efeito direto sobre a célula fúngica, estimulando ou inibindo o crescimento ou esporulação. Das e Busse (1990) ao avaliar o desenvolvimento de *Fusarium solani*, em diferentes regimes de fotoperíodo, observaram que os conídios foram produzidos apenas a partir de hifas que cresceram no escuro por menos de 20 horas e foram posteriormente iluminadas.

Rodrigues et al. (2001) ao avaliar o crescimento micelial do *Fusarium equiseti* em vários regimes de luminosidade, evidenciaram a influência determinante da luz para essa variável, onde a exposição do fungo a

luminosidade contínua e a alternância de luminosidade (12 horas com luz e 12 horas sem luz) induziram ao um maior desenvolvimento do fungo em relação a exposição ao escuro contínuo. Este resultado corrobora com os encontrados no presente trabalho onde o mesmo fungo não foi encontrado nos corpos de provas oriundos das toras cobertas pela serragem.

Minussi et al. (1977) trabalhando com *Stemphyllium solani* observaram que a luz, através de sua qualidade e intensidade, afeta a taxa de crescimento e indução de formação de estruturas reprodutivas. Com isso, foi verificada a necessidade de luz contínua para um melhor crescimento micelial, obtendo-se no escuro contínuo um crescimento inferior.

É importante ressaltar que além das variáveis levantadas neste trabalho, vários outros fatores podem influenciar o desenvolvimento de fungos e insetos, tais como pH e umidade. Assim, salienta-se a necessidade de se ampliar a investigação para atestar como o a condição 1 pode influenciar na diminuição da ação dos organismos xilófagos.

#### **4.1.3. Análise do solo e do pó de serra**

Foi possível observar que no solo abaixo do local de armazenamento com serragem de madeira, somente o arsênio e cromo apresentaram quantidades detectáveis entre os elementos traços analisados. No entanto, não houve diferença estatística entre os tempos de 6 meses e 12 meses, em comparação com o tempo 0 (que representa o solo sem o contato com o pó de serra), indicando que o pó de serra não influenciou estatisticamente na adição desses elementos durante o tempo de análise (Tabela 8).

Destaca-se assim que mesmo em quantidades detectáveis para arsênio e cromo, estes ainda são inferiores dos limites de contaminação do solo determinados na RESOLUÇÃO CONAMA 420 / 2009.

**Tabela 8:** Análise dos metais pesados no solo antes e depois do armazenamento de toras sob serragem.

| Tempo |   | Arsênio<br>(mg/kg) | Cromo<br>(mg/kg) | Cádmio<br>(mg/kg) | Chumbo<br>(mg/kg) | Mercúrio<br>(mg/kg) | Níquel<br>(mg/kg) |
|-------|---|--------------------|------------------|-------------------|-------------------|---------------------|-------------------|
| 0     | a | 0.6900             | a 6.0078         | <LQ               | <LQ               | <LQ                 | <LQ               |
| 6     | a | 0.4420             | a 6.7767         | <LQ               | <LQ               | <LQ                 | <LQ               |
| 12    | a | 0.7211             | <LQ              | <LQ               | <LQ               | <LQ                 | <LQ               |

Onde: LQ = Limite de quantificação.

**Tabela 9:** Análise do teor disponível de metais pesados na serragem

| Identificação            | Arsênio<br>(mg/kg) | Cromo<br>(mg/kg) | Cádmio<br>(mg/kg) | Chumbo<br>(mg/kg) | Mercúrio<br>(mg/kg) | Níquel<br>(mg/kg) |
|--------------------------|--------------------|------------------|-------------------|-------------------|---------------------|-------------------|
| Pó de serra   Baixo      | 0,78               | <LQ              | <LQ               | <LQ               | <LQ                 | <LQ               |
| Pó de serra   Superfície | 0,77               | <LQ              | <LQ               | <LQ               | <LQ                 | <LQ               |
| Pó de serra   Meio       | 2,41               | <LQ              | <LQ               | <LQ               | <LQ                 | <LQ               |

Onde: LQ = Limite de quantificação.

Foram realizadas também três análises no próprio pó de serra (Tabela 9), sendo uma a 20 cm do solo, outro no meio e outra na superfície. Somente o arsênio apresentou limites detectáveis, porém abaixo dos limites de contaminação da resolução supracitada.

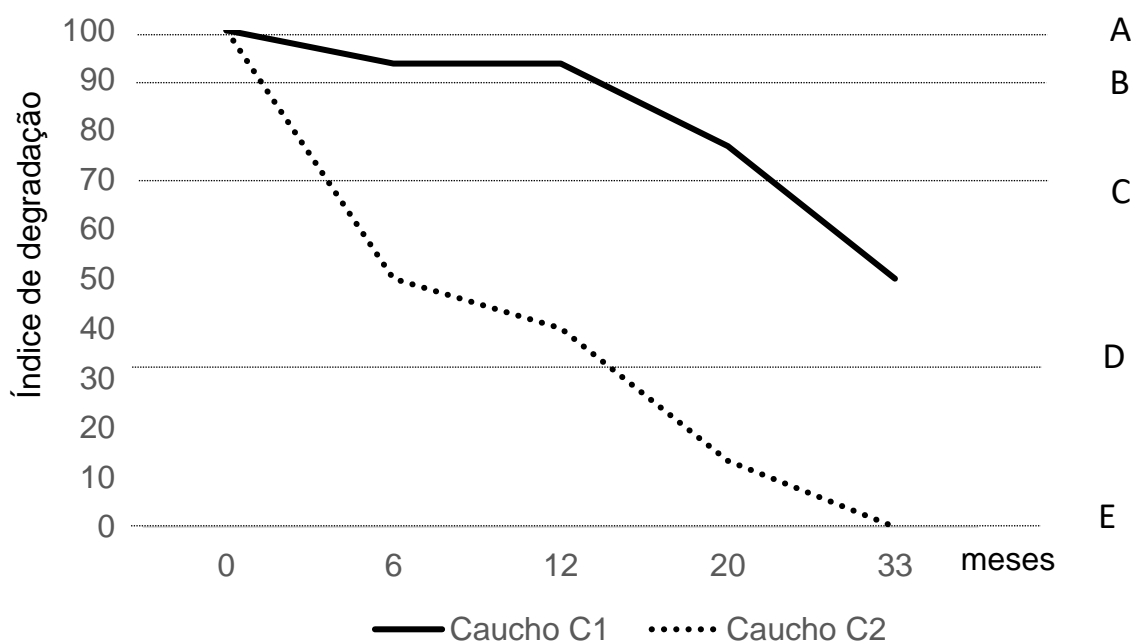
## 4.2. Etapa 2 – Análise Qualitativa e quantitativa das madeiras em toras armazenadas sob serragem e à céu aberto

### 4.2.1. Determinação qualitativa do estado sanitário

Na avaliação qualitativa da deterioração das toras das madeiras armazenadas sob pó de serra e a céu aberto, segunda a classificação de Lepage (1970), foi possível observar que para todas as espécies houve deterioração ao longo do tempo, mas as toras que estavam a céu aberto apresentaram uma

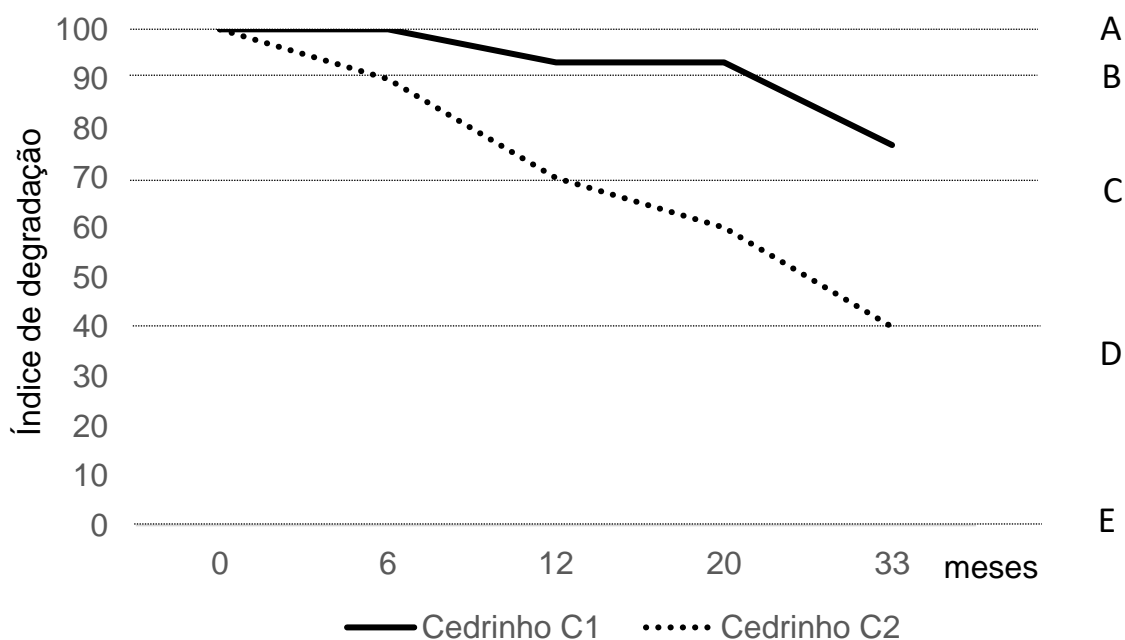
maior deterioração (Figura 11, Figura 12, Figura 13). Esse resultado demonstra que as toras armazenadas sob o pó de serra ficaram mais protegidas e conservadas, corroborando com o resultado da análise dos ataques de organismos xilófagos já apresentados.

A conservação dos recursos florestais está intimamente ligada com o rendimento em madeira serrada, resultando assim em menor geração de resíduos (STRAGLIOTTO et al., 2020), bem como na menor necessidade de extração de madeiras nativas.

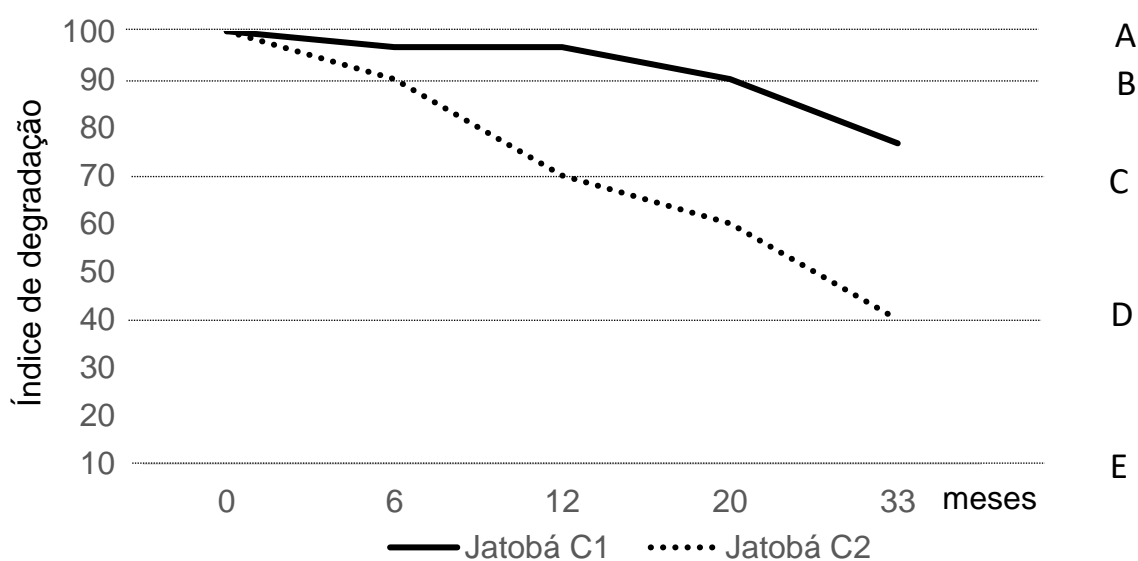


**Figura 11:** Gráficos de deterioração da madeira de caucho (*Castilla ulei*) nos tempos 0, 6, 12 e 20 meses, armazenadas a céu aberto (C2) e sob serragem (C1), no município de Juina-MT, segundo classificação de Lepage (1970).





**Figura 12:** Gráficos de deterioração da madeira de cedrinho (*Erismia uncinatum*), nos tempos 0, 6, 12 e 20 meses, armazenadas a céu aberto (C2) e sob serragem (C1), no município de Juina-MT, segundo classificação de Lepage (1970).



**Figura 13:** Gráficos de deterioração da madeira de jatobá (*Hymenaea courbaril*), nos tempos 0, 6, 12 e 20 meses, armazenadas a céu aberto (C2) e sob serragem (C1), no município de Juina-MT, segundo classificação de Lepage (1970).

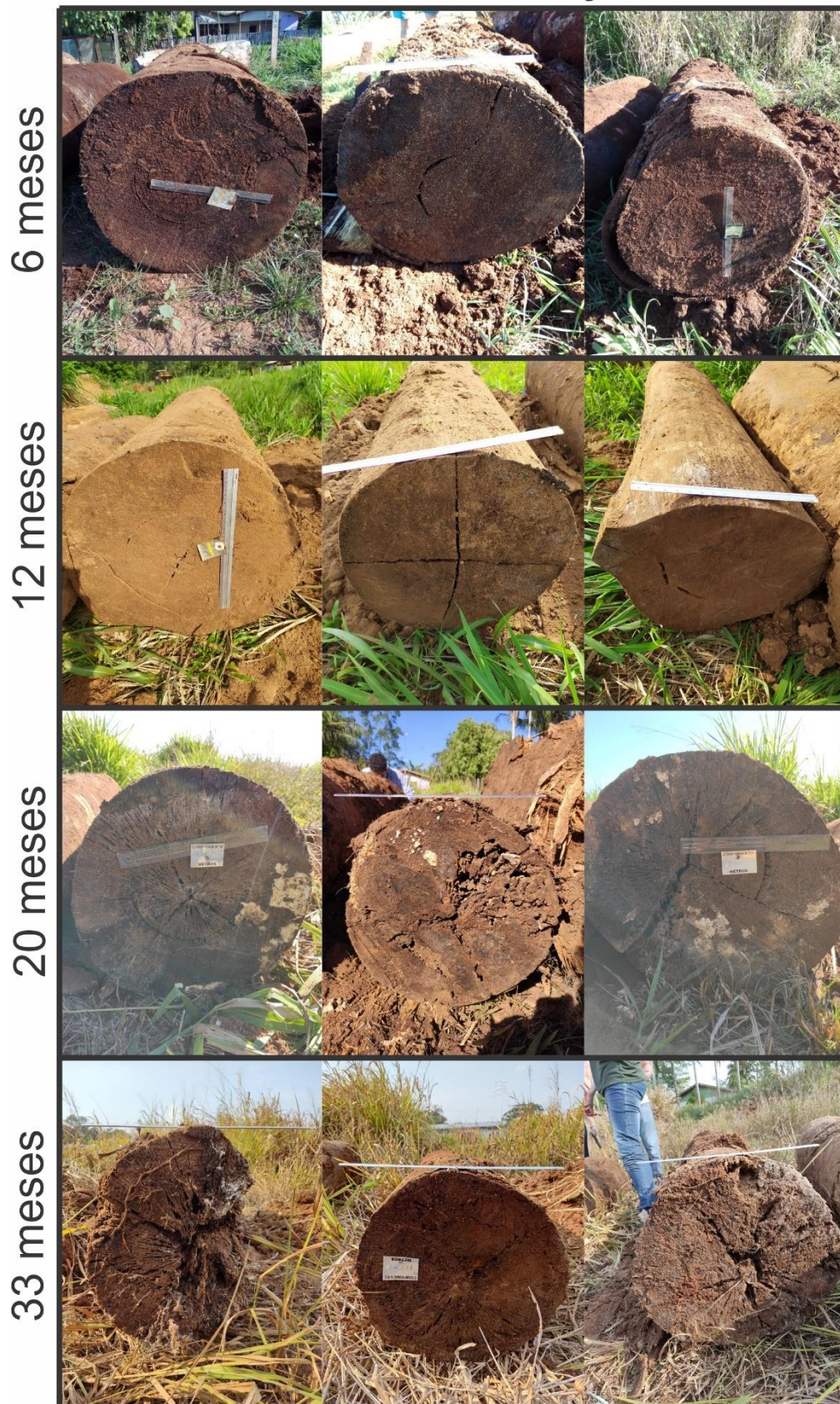
Onde: A – Sadio, nenhum dano visível; B – Ataque leve ou superficial de fungos, térmitas ou coleobrocas; C – Ataque evidente, mas moderado de fungos, térmitas ou coleobrocas; D – Apodrecimento intenso ou ataque interno de térmitas; E – Deterioração intensa com desfibramento evidente.

Para todas as três espécies que estavam enterradas na serragem, observou-se alguma deterioração das toras no decorrer do tempo, onde ao final dos 33 meses de análise as toras de cedrinho (*Erisma uncinatum*) (Figura 12 e 16) e jatobá (*Hymenaea courbaril*) (Figura 13 e 18) se mantiveram entre o nível determinado por Lepage (1970) B e C. Isso significa que cedrinho e jatobá apresentaram ataque superficial até evidente de fungos e/ou insetos, enquanto o caucho (*Castilla ulei*) ficou entre o nível C e D, chegando quase a um apodrecimento intenso.

Já para as toras que ficaram a expostas a intempéries, todas as espécies tiveram uma degradação maior quando comparado as toras enterradas no pó de serra (condição 1), onde o cedrinho (*Erisma uncinatum*) (Figura 12 e 17) e jatobá (*Hymenaea courbaril*) (Figura 13 e 19) ficaram na classe D, apresentando ataque evidente de fungos e insetos até um apodrecimento intenso e ataque interno por térmitas. O Caucho (*Castilla ulei*) foi a espécie que mais decaiu ao longo dos 20 meses de análise (Figura 11 e 15), classificada na classe E, sendo intensamente apodrecido chegando até a deterioração intensa sendo impossível o aproveitamento dela para transformação em peças serradas.

Foi possível verificar que as toras armazenadas sob a serragem, apresentaram uma presença muito menor de insetos e microrganismos xilófagos, resultando assim em uma melhor conservação quando comparada com as toras armazenadas a céu aberto. No entanto, levando-se em consideração o índice determinado por Lepage (1970) é possível recomendar o armazenamento das toras até elas atingirem a classe B do índice, ou seja, até apresentarem um ataque leve ou superficial de fungos, térmitas ou coleobrocas. Assim para as toras de caucho (*Castilla ulei*) recomenda-se o armazenamento sob serragem por até 12 meses, enquanto para o cedrinho (*Erisma uncinatum*) e jatobá (*Hymenaea courbaril*) recomenda-se o armazenamento até 20 meses sob serragem.

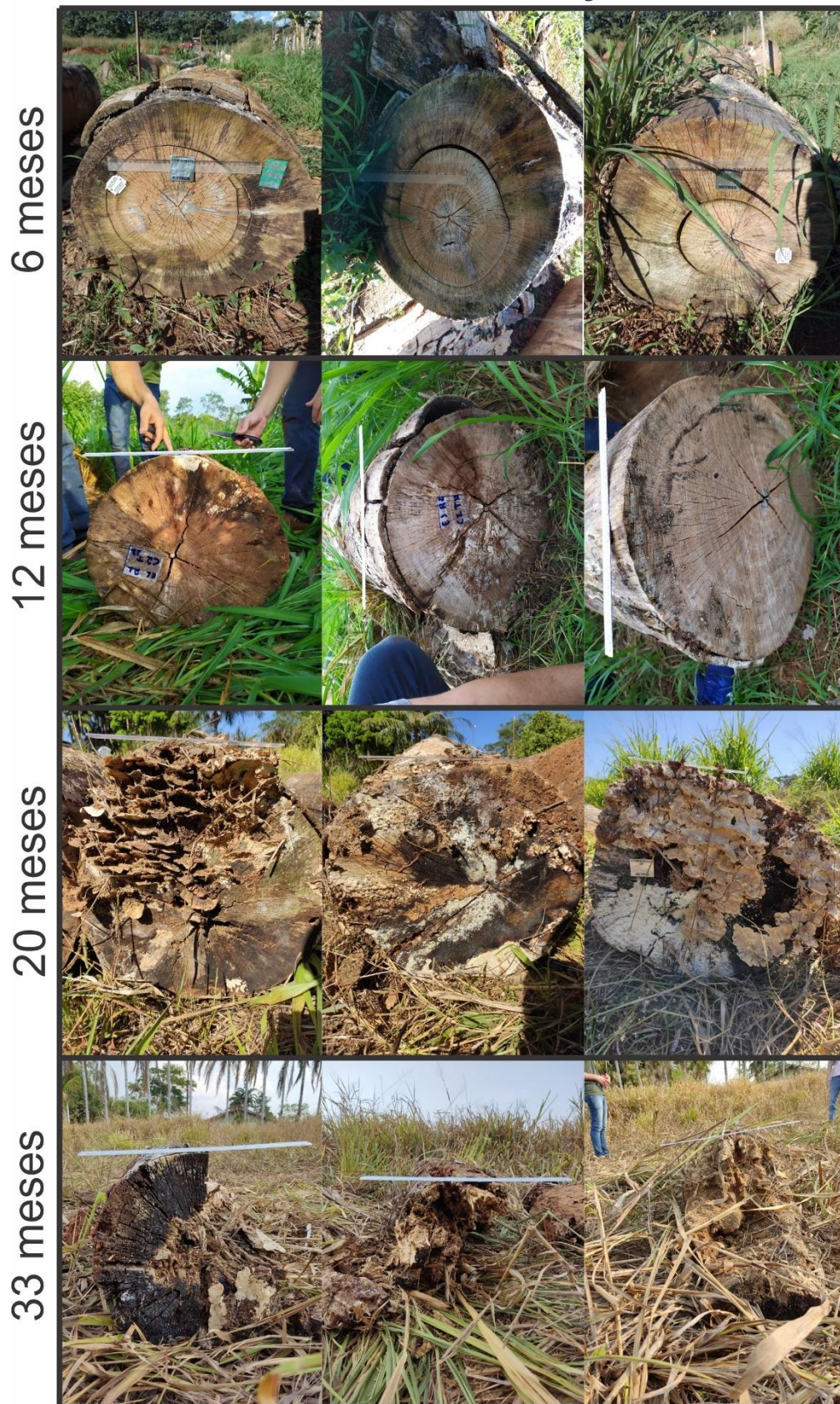
## Caucho - Condição 1



**Figura 14:** Toras de caucho (*Castilla ulei*) armazenadas sob o pó de serra (condição 1), ao longo do tempo (6, 12, 20 e 33 meses).



## Caucho - Condição 2



**Figura 15:** Toras de caucho (*Castilla ulei*) armazenadas à céu aberto (condição 2), ao longo do tempo (6, 12, 20 e 33 meses).



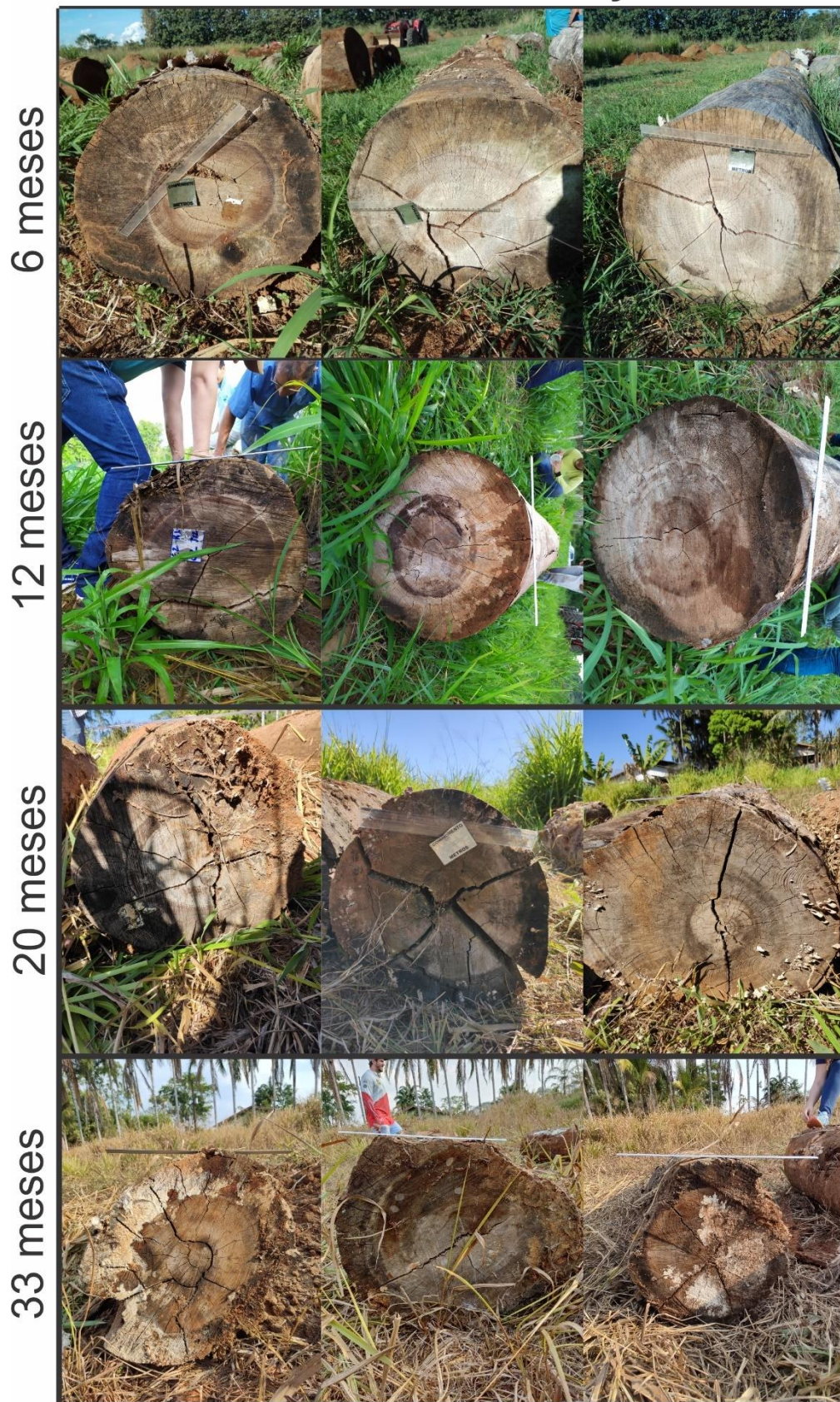
## Cedrinho - Condição 1



**Figura 16:** Toras de cedrinho (*Erismia uncinatum*) armazenadas sob o pó de serra (condição 1), ao longo do tempo (6, 12, 20 e 33 meses).



## Cedrinho - Condição 2



**Figura 17:** Toras de cedrinho (*Erismia uncinatum*) armazenadas à céu aberto (condição 2), ao longo do tempo (6, 12, 20 e 33 meses).



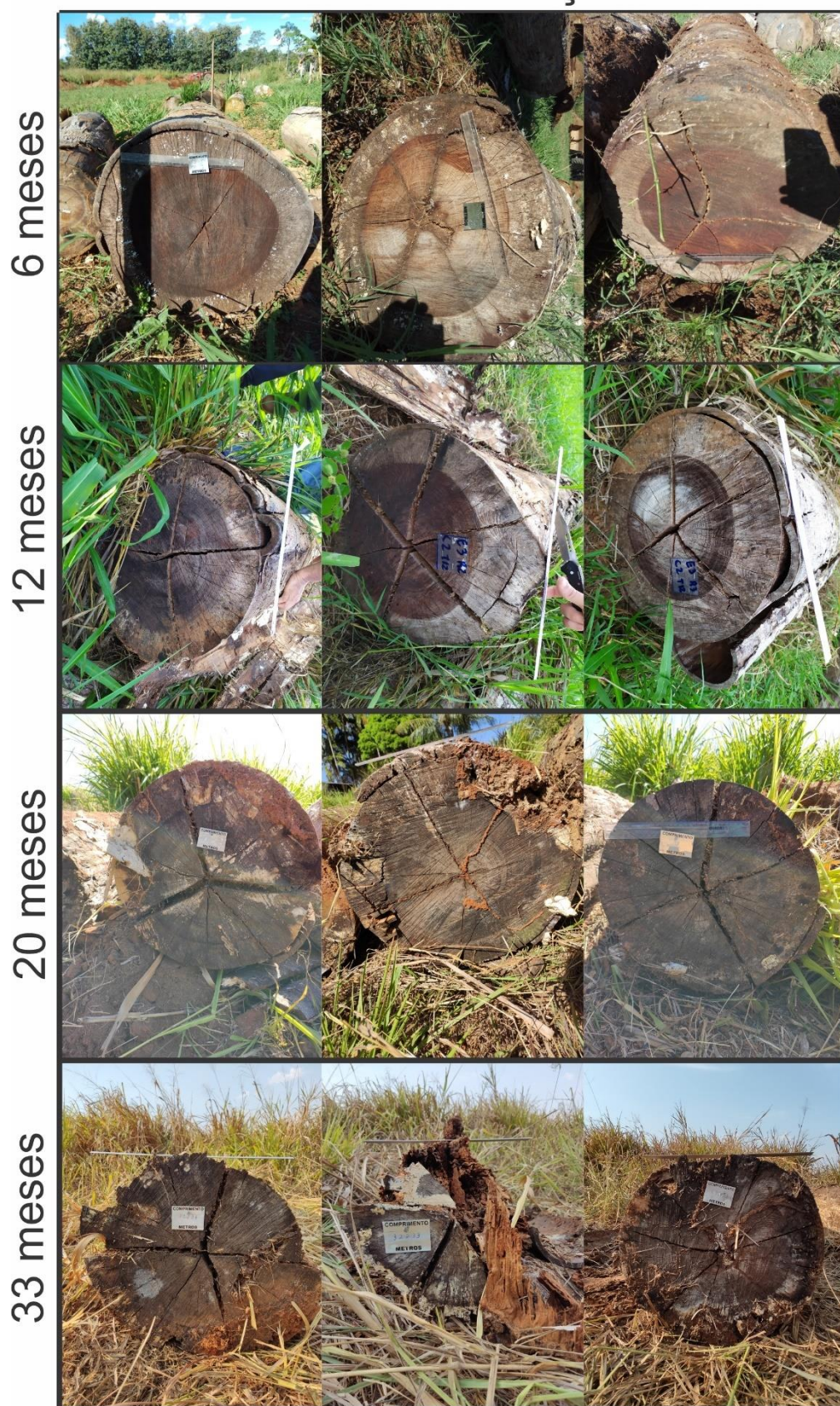
## Jatobá - Condição 1



**Figura 18:** Toras de Jatobá (*Hymenaea courbaril*) armazenadas sob o pó de serra (condição 1), ao longo do tempo (6, 12, 20 e 33 meses).



## Jatobá - Condição 2



**Figura 19:** Toras de jatobá (*Hymenaea courbaril*) armazenadas à céu aberto (condição 2), ao longo do tempo (6, 12, 20 e 33 meses).



#### 4.2.2. Rachadura da madeira

Na Tabela 10 é apresentada a análise descritiva para a variável rachadura para as três espécies amazônicas avaliadas, as quais foram acondicionadas sob pó de serra (condição 1) e a céu aberto (condição 2) ao longo do tempo. Verifica-se que para rachadura houve um aumento médio ao longo do tempo nas duas condições avaliadas, onde as maiores variabilidades foram demonstradas aos 12 meses para o caucho (*Castilla ulei*); aos 20 meses para o cedrinho (*Erismia uncinatum*) e; aos 33 meses para o jatobá (*Hymenaea courbaril*).

**Tabela 10:** Análise da média e desvio padrão da rachadura para as três espécies amazônicas armazenadas sob pó de serra e a céu aberto ao longo do tempo.

| Espécies | Tempo | Rachadura (cm/m <sup>2</sup> )<br>Média |        | Rachadura (cm/m <sup>2</sup> )<br>Desvio Padrão |        |
|----------|-------|---|--------|---|--------|
|          |       | Condições                               |        |   |        |
|          |       | 1                                       | 2      | 1   | 2      |
| Caucho   | 0     | 123,40                                  | 123,40 | 38,09   | 38,09  |
|          | 6     | 255,64                                  | 347,37 | 129,08  | 162,39 |
|          | 12    | 268,10                                  | 333,25 | 130,64  | 193,26 |
|          | 20    | 300,29                                  | 385,60 | 120,36  | 131,71 |
|          | 33    | 524,78                                  | 701,90 | 66,81   | 26,88  |
| Cedrinho | 0     | 129,79                                  | 129,79 | 13,98   | 13,98  |
|          | 6     | 120,33                                  | 478,52 | 33,89   | 128,72 |
|          | 12    | 168,38                                  | 477,88 | 10,01   | 176,87 |
|          | 20    | 154,15                                  | 522,33 | 16,28   | 247,25 |
|          | 33    | 231,69                                  | 778,28 | 130,40  | 204,19 |
| Jatobá   | 0     | 161,59                                  | 161,59 | 7,11  | 7,11   |
|          | 6     | 187,03                                  | 464,15 | 19,37   | 53,42  |
|          | 12    | 195,88                                  | 481,97 | 57,68   | 96,48  |
|          | 20    | 247,52                                  | 648,76 | 68,60   | 59,67  |
|          | 33    | 507,95                                  | 901,90 | 143,44  | 143,32 |

Assim, observa-se que para o caucho (*Castilla ulei*) não houve diferenças significativas entre as duas condições avaliadas (sob pó de serra e a céu aberto), contudo, foi possível verificar diferenças significativas para rachadura ao longo dos meses avaliados durante o estudo (Figura 20), igualmente para as duas condições. Deste modo, o tempo 0 apresentou menor valor médio, diferindo-se

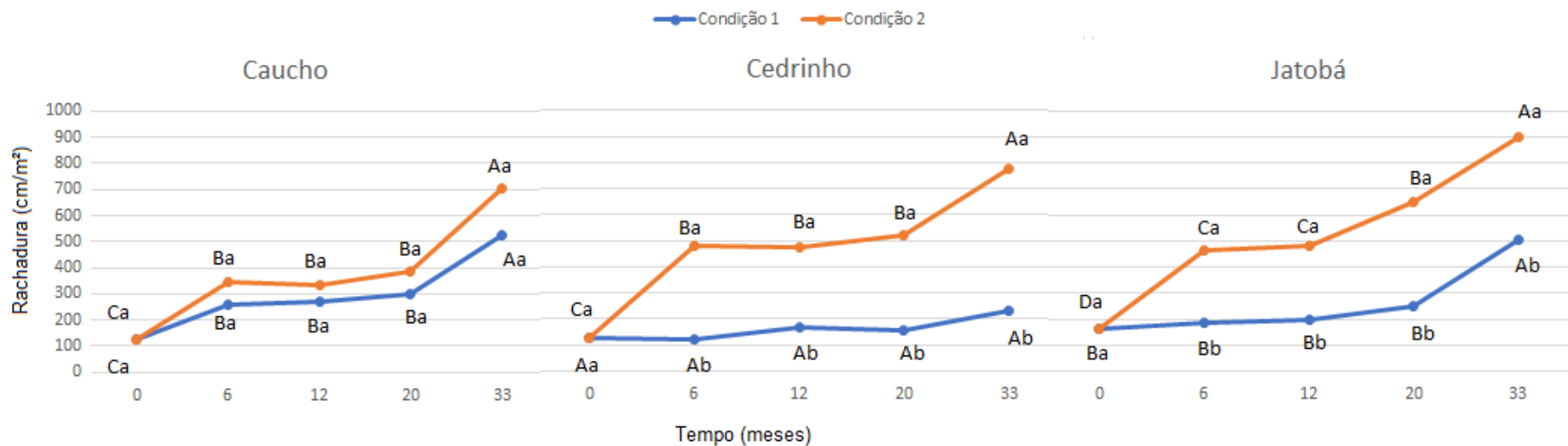
dos demais tempos de avaliação, ao passo que, os tempos 6, 12 e 20 meses não demonstraram diferenças significativas para variável rachadura. Por fim, aos 33 meses foi observado o maior valor médio para esta variável, o qual diferiu-se dos demais tempos de avaliação. Nesse sentido, constata-se que o enterro de toras no pó de serra não teve melhoras significativas para a rachadura para o Caucho conforme pode ser observado na Tabela 16 e nas Figuras 14 e 15.

Para a espécie cedrinho (*Erismia uncinatum*) e jatobá (*Hymenaea courbaril*), foi possível observar que para todos os tempos de análise (6, 12, 20 e 33 meses), as toras acondicionadas sob serragem apresentaram médias de rachadura estatisticamente menores em relação às toras acondicionadas a céu aberto (Figura 20).

Em relação aos tempos avaliados dentro de cada condição, observa-se que durante todo o tempo de avaliação (33 meses), as toras de cedrinho (*Erismia uncinatum*) acondicionadas sob pó de serra não mostraram alterações nos valores médios da variável rachadura, enquanto o jatobá (*Hymenaea courbaril*) apresentou um aumento médio significativo no último tempo de análise (33 meses) (Figura 20). Já para as toras mantidas a céu aberto, no tempo zero o cedrinho (*Erismia uncinatum*) e jatobá (*Hymenaea courbaril*) apresentaram o menor valor médio, diferindo-se estatisticamente dos demais meses de avaliação. Nos tempos de 20 meses de análise para o cedrinho (*Erismia uncinatum*) e 33 meses para o jatobá (*Hymenaea courbaril*) apresentaram novo aumento significativo de rachadura. Assim, a técnica de enterro de toras se mostrou eficiente para evitar rachaduras das espécies cedrinho (*Erismia uncinatum*) e jatobá (*Hymenaea courbaril*), sendo recomendado o uso da técnica logo após abate e por até 33 meses de armazenamento para a primeira e por até 20 meses para a segunda espécie (Tabela 16). Os valores apresentados na Figura 20 validam estatisticamente a análise visual das figuras 16 e 17 para o cedrinho (*Erismia uncinatum*) e figuras 18 e 19 para o jatobá (*Hymenaea courbaril*).

Trevisan et al. (2008) ao avaliarem a rachadura em cinco espécies florestais expostas a 2 ambientes de apodrecimento, constataram que as toras que ficaram à céu aberto apresentaram maior em relação as toras condicionadas dentro da mata devido ao fato de no ambiente externo ter maiores oscilações de temperatura e humidade.

De maneira geral, a técnica de enterro de toras no pó de serra se mostrou eficiente para avaliação das rachaduras na maioria das espécies avaliadas. O fato é que as toras armazenadas a céu aberto ficam expostas a radiação solar, vento, chuva, umidade e outras condições climático-meteorológicas, que por sua vez causam inchamentos, contrações, rachaduras e defeitos que favorecem o ataque de agentes bióticos (MENDES et al., 1988; JANKOWSKY, 1990, BRAZ et al., 2015). Já as toras armazenadas sob pó de serra ficam acomodadas em um sistema próprio onde a temperatura (Figura 7) e umidade relativa (Figura 8) permanecem constantes. Por isso, nesta situação a madeira não perde nem absorve moléculas de água do ar, pois a umidade da madeira está em equilíbrio com a umidade relativa do ar e a temperatura, denominando-se Umidade de Equilíbrio Higroscópico da Madeira (MELO, 1999).



**Figura 20:** Valores médios da rachadura para as três espécies amazônicas armazenadas sob pó de serra e a céu aberto ao longo do tempo. (Médias maiúsculas seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si em relação ao tempo pelo teste Scott-Knott a 5% de significância; médias minúsculas seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si em relação as condições pelo teste Scott-Knott a 5% de significância).

### 4.2.3. Rendimento de madeira Serrada

Para a variável rendimento (Tabela 11), houve um decréscimo médio ao longo do tempo para as duas condições avaliadas, nas três espécies em estudo. É possível observar que no tempo zero a espécie cedrinho (*Erismia uncinatum*) demonstrou um maior rendimento dentre as três espécies avaliadas, ao passo que o jatobá (*Hymenaea courbaril*) apresentou o menor valor médio. Aos 6 meses de avaliação foram observadas as maiores variabilidades para o rendimento do caucho (*Castilla ulei*) e jatobá (*Hymenaea courbaril*) e; aos 10 meses para o cedrinho (*Erismia uncinatum*).

Biasi e Rocha (2007) encontraram para a espécie cedrinho (*Erismia uncinatum* Warm.) rendimento médio de 59,83%, valor próximo ao valor testemunha (tempo 0) do presente trabalho (59,72%). Já, Stragliotto et al. (2019) encontraram um rendimento 43,05%.

**Tabela 11:** Análise da média e desvio padrão do rendimento para as três espécies amazônicas armazenadas sob pó de serra e a céu aberto ao longo do tempo.

| Espécies | Tempo | Rendimento (%) |       | Rendimento (%) |       |
|----------|-------|----------------|-------|----------------|-------|
|          |       | Média          |       | Desvio Padrão  |       |
|          |       | Condições      |       |                |       |
|          |       | 1              | 2     | 1              | 2     |
| Caucho   | 0     | 59,72          | 59,72 | 0,89           | 0,89  |
|          | 6     | 55,24          | 46,84 | 8,48           | 10,06 |
|          | 12    | 62,18          | 36,95 | 3,74           | 1,86  |
|          | 20    | 42,33          | 0,00  | 9,20           | 3,85  |
| Cedrinho | 0     | 60,08          | 60,08 | 5,44           | 5,44  |
|          | 6     | 59,42          | 43,31 | 3,89           | 1,45  |
|          | 12    | 58,34          | 42,50 | 5,83           | 3,59  |
|          | 20    | 37,23          | 14,63 | 13,07          | 13,09 |
| Jatobá   | 0     | 24,35          | 24,35 | 4,02           | 4,02  |
|          | 6     | 24,20          | 19,91 | 4,44           | 4,21  |
|          | 12    | 27,12          | 15,84 | 4,24           | 1,51  |
|          | 20    | 23,85          | 14,10 | 1,72           | 1,36  |

Marchesan et al. (2018) avaliando o rendimento de jatobá (*Hymenaea courbaril*) encontraram o valor médio de 26,43%, valor próximos aos encontrados no presente trabalho. No entanto Martins et al. (2002) encontraram para a espécie jatobá (*Hymenaea courbaril*) o rendimento de 41,57%, valor superior aos encontrados no presente trabalho.

Para o caucho (*Castilla ulei*), Martins et al. (2002) encontraram o valor de 62,13%, semelhante aos encontrados nesse trabalho, no entanto os autores fizeram a laminação da madeira.

O rendimento em madeira serrada é influenciado pela interação de diversos fatores, sendo os mais importantes o diâmetro e comprimento da tora, qualidade das toras, variedade de produtos, variação de dimensões durante a serragem, qualidade e condição dos equipamentos, tipo de serra utilizada, tomada de decisão do operador e método de desdobro utilizado (STEELE, 1984). Murara Junior et al. (2005) descreveram que além dos fatores acima citados, o rendimento é influenciado pelas características da espécie e do tratamento dado no armazenamento das toras.

Na Figura 21 observa-se o comportamento médio para a variável rendimento para as três espécies amazônicas armazenadas sob pó de serra e a céu aberto ao longo do tempo. Assim, é possível verificar que com exceção das toras de jatobá (*Hymenaea courbaril*) enterradas no pó de serra, as demais espécies sofreram influência do tempo na variável em estudo. Deste modo, as toras de caucho (*Castilla ulei*) e cedrinho (*Erismia uncinatum*) acondicionadas no pó de serra, não apresentam diferenças significativas em relação ao tempo até os 12 meses de avaliação, tendo uma queda significativa do rendimento apenas no tempo de 20 meses de avaliação. Já, quando as três espécies analisadas foram armazenadas a céu aberto, verifica-se uma perda significativa de rendimento a partir de 6 meses de avaliação. Para o caucho (*Castilla ulei*) e cedrinho (*Erismia uncinatum*), observou-se um novo decréscimo significativo de rendimento no tempo 20 de análise.

Ao avaliar o efeito das condições na espécie caucho (*Castilla ulei*), nota-se que a partir dos 12 meses de avaliação as toras provisionadas sob pó de serra demonstraram rendimento médio significativamente maior em relação às unidades amostrais estocadas a céu aberto. Enquanto para o cedrinho (*Erismia*

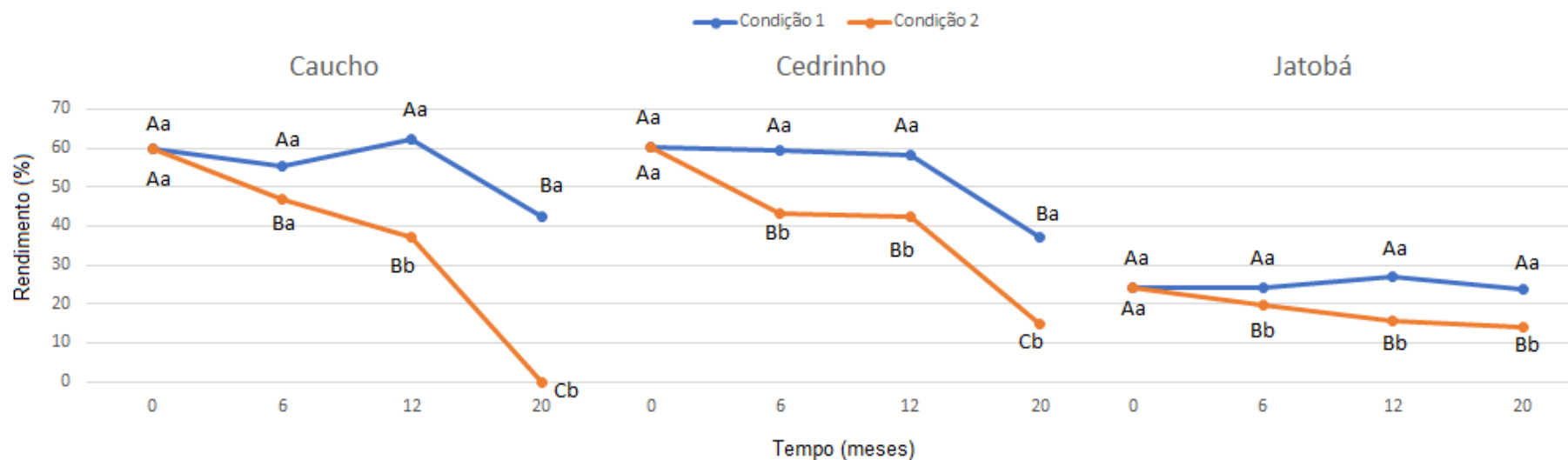
*uncinatum*) e jatobá (*Hymenaea courbaril*) essa diferença ocorreu já a partir da análise de 6 meses.

Gerwing et al. (2001) ao avaliarem o rendimento das espécies *Michropholis melinoniana* (currupixá) e de *Couratari oblongifolia* (tauari), observaram uma redução de 16% e 13%, respectivamente, devido a deterioração da madeira por ação de fungos, insetos e intemperismo que ocorreu durante o armazenamento. Neste mesmo estudo, os autores ao avaliar o rendimento da espécie *Manilkara huberi* (maçaranduba), observaram que a rachadura severa das extremidades foi responsável pela perda média de 13% do volume nas toras.

Deste modo, as toras de caucho (*Castilla ulei*) acondicionadas no pó de serra apresentaram um rendimento 25,22% maior do que as toras armazenadas a céu aberto. Ressalta-se ainda, que no tempo 20 de análise não houve rendimento para o caucho (*Castilla ulei*) armazenado a céu aberto, uma vez que as toras estavam totalmente deterioradas, como pode ser observado na Figura 15. Já, para as toras armazenadas no pó de serra (Figura 14) foi possível obter madeira serrada em baixa porcentagem. Assim, recomenda-se a estocagem em pó de serra logo após o abate e por até 12 meses (Tabela 16).

Para as espécies cedrinho (*Erismia uncinatum*) e jatobá (*Hymenaea courbaril*), a técnica do enterro de toras no pó de serra, também se mostrou eficiente, onde se obteve respectivamente uma média de 18,18% e 8,43% de rendimento a mais em relação às toras armazenadas a céu aberto. Sendo assim, recomenda-se enterrar as toras de cedrinho (*Erismia uncinatum*) e jatobá (*Hymenaea courbaril*) logo após o abate e por até 20 meses (Tabela 16).

Salienta-se que o aumento do rendimento em madeira serrada está intimamente ligado com a conservação dos recursos florestais, pois a área de floresta explorada necessária para atender uma mesma demanda de madeira serrada torna-se menor quanto maior for esse rendimento, além de reduzir a produção de resíduos madeireiros (STRAGLIOTTO et al., 2020; DANIELLI et al., 2016). Sendo assim, o uso da técnica de enterro de toras no pó de serra, além de reutilizar o resíduo da gerado pela própria indústria, acaba por diminuir a quantidade de resíduos a serem futuramente gerados e corrobora com a conservação de florestas nativas, diminuindo a pressão sobre elas.



**Figura 21:** Valores médios do rendimento para as três espécies amazônicas armazenadas sob pó de serra e a céu aberto ao longo do tempo. (Médias maiúsculas seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si em relação ao tempo pelo teste Scott-Knott a 5% de significância; Médias minúsculas seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si em relação as condições pelo teste Scott-Knott a 5% de significância.)



#### 4.2.4. Propriedades físicas

Na Tabela 12 é apresentado a comparação múltipla entre médias para as variáveis densidade aparente ( $\rho_{ap}$ ) e densidade básica ( $\rho_{bas}$ ). Na Tabela 13 se encontra dados de densidade aparente e básica comparativos para as espécies caucho (*Castilla ulei*), cedrinho (*Erisma uncinatum*) e jatobá (*Hymenaea courbaril*). Observam-se valores superiores para a espécie caucho (*Castilla ulei*), no entanto para as espécies cedrinho (*Erisma uncinatum*) e jatobá (*Hymenaea courbaril*) os valores foram semelhantes aos determinados neste trabalho.

Ao se proceder com a comparação múltipla entre médias, nota-se que para as três espécies avaliadas, as toras armazenadas sob pó de serra não houve efeito do tempo na variável densidade aparente (Tabela 12). Já para as toras acondicionadas a céu aberto, a densidade aparente apresentou médias estatisticamente iguais entre os tempos 0 e 6 meses para as espécies caucho (*Castilla ulei*) e cedrinho (*Erisma uncinatum*) e, para espécie jatobá (*Hymenaea courbaril*) armazenada a céu aberto não houve diferenças significativas até os 12 meses de avaliação.

Para a densidade básica (Tabela 12), as médias ao longo do tempo para a espécie caucho (*Castilla ulei*) armazenado sob pó de serra, não diferiram estatisticamente aos 6, 12 e 20 meses de avaliação, onde houve uma redução significativa em relação ao tempo 0. Para as toras armazenadas a céu aberto a houve uma redução estatística na densidade a partir do tempo de 12 meses. Já para a espécie cedrinho (*Erisma uncinatum*) enterrada no pó de serra, não houve diferença estatística das médias de densidade básica ao longo do tempo, enquanto para as toras expostas a céu aberto houve uma redução significativa da média a partir do tempo de 12 meses de análise, permanecendo estatisticamente iguais até o tempo de 20 meses.

Para as médias de densidade básica da espécie jatobá (*Hymenaea courbaril*), observou-se um aumento significativo desta variável com o passar do tempo. Destaca-se que em cada tempo, condição e repetição do estudo, foram utilizadas toras de árvores distintas e/ou de alturas distintas em relação ao solo. Larson (1969) assegura que existe variabilidade das propriedades físicas e mecânicas da madeira de unidades amostrais provenientes de lugares distintos,

além de existir variabilidade dentro de uma mesma árvore. Assim, esse aumento significativo da densidade com o passar do tempo pode ser explicado pela variação natural desta variável em relação ao local do corpo de prova na árvore ou do local de origem da árvore.

Ao se comparar as condições ao longo do tempo, verifica-se que para as espécies caucho (*Castilla ulei*) e cedrinho (*Erisma uncinatum*), as médias de densidade aparente e densidade básica não diferiram estatisticamente até os 6 meses de avaliação, havendo diferenças significativas a partir dos 12 meses. Para a espécie jatobá (*Hymenaea courbaril*) as médias da variável densidade aparente, demonstraram-se estatisticamente iguais entre as duas condições avaliadas até os 12 meses de análise, diferindo-se apenas aos 20 meses de experimento. Sendo assim, para se obter maiores médias para densidade aparente e básica da madeira, recomenda-se para as espécies caucho (*Castilla ulei*), cedrinho (*Erisma uncinatum*) e jatobá (*Hymenaea courbaril*) o enterro das toras para armazenamento acima de 12 meses até 20 meses, com exceção da densidade aparente para o jatobá (*Hymenaea courbaril*) em que o armazenamento deve ser acima de 20 meses (Tabela 16), caso contrário não há necessidade de utilização da técnica.

Segundo Berni et al. (1979) o jatobá (*Hymenaea courbaril*) é muito utilizado na construção civil pela alta densidade e por possuir resistência física aos ataques de fungos xilófagos, no entanto, não apresenta resistência aos insetos perfuradores, acarretando a degradação da madeira.

Como já observado, a cobertura das toras com o pó de serra proporciona um sistema próprio de umidade de temperatura no qual dificulta a ação de microrganismos e insetos xilófagos, além de uma proteção contra as intempéries, enquanto as toras a céu aberto são intensamente atacadas por fungos e insetos como observados nas Figuras de 14 a 19. De acordo com Scheffer (1973) a madeira intensamente embolorada pode apresentar reduções de 1% a 2% na densidade, de 2% a 10% na dureza, de 1% a 5% na resistência à flexão e de 15% a 30% ao impacto.

Ao compararmos a densidade aparente dos corpos de prova provenientes das toras armazenadas sob pó serra com as toras condicionadas a céu aberto, observou-se uma redução 17% (aos 12 meses) e 24% (aos 20 meses) para o caucho (*Castilla ulei*), 9% (aos 12 meses) e 8% (aos 20 meses) para o cedrinho

(*Erisma uncinatum*) e de 3% (aos 20 meses) para o Jatobá (*Hymenaea courbaril*). Já, para a densidade básica observou-se uma redução de 14% (aos 12 meses) e 19% (aos 20 meses) para o caucho (*Castilla ulei*), 7% (aos 12 meses) e 9% (aos 20 meses) para o cedrinho (*Erisma uncinatum*) e de 3% (aos 12 meses) e 5% (aos 20 meses) para o Jatobá (*Hymenaea courbaril*).

**Tabela 12:** Resultados da comparação múltipla entre médias para as variáveis densidade aparente e básica para as três espécies amazônicas armazenadas sob pó de serra e à céu aberto.

| Espécies | Tempo (meses) | Variáveis                |                       |                           |                      |
|----------|---------------|--------------------------|-----------------------|---------------------------|----------------------|
|          |               | pap (kg/m <sup>3</sup> ) |                       | pbas (kg/m <sup>3</sup> ) |                      |
|          |               | Condições                |                       | Condições                 |                      |
|          |               | 1                        | 2                     | 1                         | 2                    |
| Caucho   | 0             | 495,87 Aa<br>(15,97)*    | 495,87 Aa<br>(15,97)  | 408,03 Aa<br>(13,55)      | 408,03 Aa<br>(13,55) |
|          | 6             | 480,08 Aa<br>(60,96)     | 485,89 Aa<br>(68,95)  | 384,86 Ba<br>(38,15)      | 395,86 Aa<br>(70,66) |
|          | 12            | 477,66 Aa<br>(106,30)    | 395,21 Bb<br>(43,05)  | 386,73 Ba<br>(79,46)      | 331,52 Bb<br>(36,49) |
|          | 20            | 460,74 Aa<br>(11,38)     | 349,96 Cb<br>(62,23)  | 364,41 Ba<br>(8,92)       | 293,50 Cb<br>(51,49) |
| Cedrinho | 0             | 604,06 Aa<br>(17,49)     | 604,06 Aa<br>(17,49)  | 493,22 Aa<br>(12,52)      | 493,22 Aa<br>(12,52) |
|          | 6             | 591,51 Aa<br>(45,71)     | 604,46 Aa<br>(31,20)  | 483,34 Aa<br>(39,21)      | 486,11 Aa<br>(21,22) |
|          | 12            | 595,83 Aa<br>(40,69)     | 544,37 Bb<br>(51,58)  | 480,65 Aa<br>(26,50)      | 445,56 Bb<br>(37,62) |
|          | 20            | 594,95 Aa<br>(28,37)     | 548,06 Bb<br>(55,17)  | 476,68 Aa<br>(26,21)      | 435,55 Bb<br>(36,18) |
| Jatobá   | 0             | 1056,56 Aa<br>(14,66)    | 1056,56 Aa<br>(14,66) | 881,73 Ca<br>(14,27)      | 881,73 Ba<br>(14,27) |
|          | 6             | 1069,34 Aa<br>(30,87)    | 1072,82 Aa<br>(13,94) | 905,97 Ba<br>(31,82)      | 900,46 Aa<br>(20,07) |
|          | 12            | 1070,32 Aa<br>(13,77)    | 1077,97 Aa<br>(20,28) | 925,86 Aa<br>(25,31)      | 895,23 Ab<br>(25,95) |
|          | 20            | 1059,31 Aa<br>(44,95)    | 1030,72 Bb<br>(37,07) | 885,17 Ca<br>(41,74)      | 843,86 Cb<br>(29,35) |

Médias seguidas de letras maiúsculas iguais, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância em relação ao tempo; Médias seguidas de letras minúsculas iguais, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância em relação as condições; \*números entre parênteses representa o desvio padrão dos dados.

Trevisan et al. (2007) ao submeter 5 espécies florestais (*Eucalyptus urophylla*, *Melia azedarach* L. *Lophantera lactescens* Ducke, *Pinus elliottii* e *Inga marginata*) a dois ambientes de apodrecimento (céu aberto e dentro da mata)

por 12 meses e compará-las a unidades que não foram expostas a intempéries, observaram a redução 0 a 1% da densidade aparente para as toras armazenadas a céu aberto e de 5 a 14% das toras armazenadas dentro da mata.

**Tabela 13:** Dados comparativos das propriedades físicas para as espécies amazônicas estudadas, segundo vários autores

| espécie  | $\rho_{ap}$ (kg/m <sup>3</sup> )<br>Média | $\rho_{bas}$ (kg/m <sup>3</sup> )<br>Média | Autor                |
|----------|---|--|----------------------|
| Caucho   | -----                                     | 390  | Araujo (2007)        |
| Caucho   | 580                                       | 480  | Pinati et al. (2018) |
| Caucho   | -----                                     | 440  | Zaque et al. (2019)  |
| Cedrinho | 544                                       | -----                                      | ABNT NBR 7190 (1997) |
| Cedrinho | 544                                       | -----                                      | Dias et al. (2004)   |
| Cedrinho | -----                                     | 460  | Araujo (2007)        |
| Cedrinho | 590                                       | 480  | IPT (2018)           |
| Jatobá   | 1000                                      | -----                                      | Lahr et al. (2016b)  |
| Jatobá   | 960                                       | 800  | IPT, 1989            |
| Jatobá   | -----                                     | 760  | Araújo (2007)        |
| Jatobá   | -----                                     | 760  | Souza et al. (1997)  |

#### 4.2.5. Propriedades Mecânicas da madeira

Na Tabela 14 é apresentado a comparação múltipla entre médias das propriedades mecânicas cisalhamento ( $f_v$  0,12), dureza Janka ( $f_H$  0,12) e compressão paralela as fibras ( $f_c$  0,12). Observa-se que a espécie jatobá (*Hymenaea courbaril*) apresentou os maiores valores médios, seguidos das espécies cedrinho (*Erismia uncinatum*) e caucho (*Castilla ulei*), respectivamente. O jatobá (*Hymenaea courbaril*) também apresentou maior variabilidade dos dados para as três variáveis analisadas, dentre as três espécies em estudo.

Na Tabela 15 se encontra dados comparativos para as mesmas variáveis das espécies caucho (*Castilla ulei*), cedrinho (*Erismia uncinatum*) e jatobá (*Hymenaea courbaril*). Observa-se que a variável resistência à compressão paralela as fibras apresentaram-se semelhantes aos resultados encontrados na literatura, no entanto para a resistência ao cisalhamento e dureza Janka os dados foram mais discrepantes.

Ao realizar o procedimento de comparação múltipla entre médias para as propriedades mecânicas da madeira (Tabela 14), é possível verificar que para a espécie caucho (*Castilla ulei*) armazenadas sob pó de serra, a variável cisalhamento (fv 0,12) demonstrou médias significativamente iguais entre os 6, 12 e 20 meses de avaliação, sendo estas significativamente menores que o tempo 0. Já para as unidades amostrais acondicionadas a céu aberto, observou-se uma redução significativa a resistência ao cisalhamento (fv 0,12) a partir do tempo 6 meses, em que os tempos 12 e 20 meses foram estatisticamente iguais.

Para a variável dureza Janka (fH 0,12), a espécie caucho (*Castilla ulei*) apresentou médias estatisticamente iguais ao longo de todo o tempo de avaliação do experimento quando acondicionada sob pó de serra. Já sob condição de armazenamento a céu aberto, observa uma redução significativa desta variável a partir dos 12 meses de avaliação, mantendo-se significativamente iguais até os 20 meses.

Para a variável compressão paralela as fibras (fc 0,12), o caucho (*Castilla ulei*) armazenado sob pó de serra apresentou médias estatisticamente iguais entre todos os tempos de análise, exceto aos 6 meses, o qual apresentou maior média. Para as toras acondicionadas a céu aberto, houve uma redução significativa da resistência à compressão paralela as fibras (fc 0,12), onde todos os tempos diferiram entre si.

Ao comparar as condições ao longo do tempo para a espécie caucho (*Castilla ulei*), as variáveis cisalhamento (fv 0,12) e dureza Janka (fH 0,12) apresentaram comportamentos semelhantes, onde as médias foram estatisticamente iguais até os 6 meses de avaliação, diferindo-se a partir 12 meses de experimento, onde as toras armazenadas a céu aberto apresentaram médias estatisticamente menores. Sendo assim, para obter resultados melhores para as duas variáveis acima citadas recomenda-se enterrar as toras no pó de serra, somente para armazenamento superior a 12 meses e por pelo menos até 20 meses (Tabela 16).

Para a resistência à compressão paralela as fibras (fc 0,12) as toras e caucho (*Castilla ulei*) armazenadas sob serragem apresentaram médias estatisticamente maiores a partir dos 6 meses de análise em relação as toras estocadas a céu aberto. Nesse sentido, recomenda-se o enterro das toras logo após o abate e por até 20 meses (Tabela 16).

Para a espécie cedrinho (*Erismia uncinatum*), a variável resistência ao cisalhamento (fv 0,12) demonstrou médias estatisticamente iguais em todos os tempos e condições avaliadas. Deste modo, não há necessidade de enterrar o cedrinho (*Erismia uncinatum*) para obtenção de melhores resultados dessa variável.

Para a variável dureza Janka (fH 0,12), houve uma redução significativa a partir dos 6 meses de experimento nas toras de cedrinho (*Erismia uncinatum*) armazenadas a céu aberto, onde não houve variação até os 20 meses de avaliação, enquanto para as toras armazenadas sob serragem permaneceram estatisticamente iguais. Ao comparar as condições, houve uma redução significativa da dureza Janka a partir dos 6 meses, resultando em uma recomendação de se enterrar as toras de cedrinho (*Erismia uncinatum*) logo após o abate e por até 20 meses para se manter as características de dureza da madeira.

Ao avaliar a variável resistência à compressão paralela as fibras (fc 0,12), observou-se um aumento significativo a partir dos 6 meses de avaliação para as duas condições de armazenamento do cedrinho (*Erismia uncinatum*), reduzindo no tempo 12 e 20 meses. Ao comparar as duas condições ao longo do tempo, as toras sob pó de serra apresentaram uma média de resistência à compressão paralela as fibras estatisticamente maiores que das toras a céu aberto. Assim, recomenda-se enterrar as toras logo após abate por até 20 meses, com a finalidade de obter maiores resultados para essa variável em questão (Tabela 16).

Ao analisar o jatobá (*Hymenaea courbaril*), é possível observar que a partir do tempo de 6 meses de análise houve um aumento significativo dos valores médios para todas as variáveis mecânicas em ambas as condições avaliadas, permanecendo estatisticamente iguais até os 12 meses de experimento, reduzindo significativamente aos 20 meses. No entanto, para as toras armazenadas a céu aberto, os tempos 0, 6 e 12 meses foram estatisticamente iguais para a variável dureza Janka (fH 0,12) e resistência a compressão paralela as fibras (fc 0,12). Já para as toras armazenadas sob pó de serra, esta mesma variável apresentou médias estatisticamente iguais para os tempos 6, 12 e 20 meses de análise.

Em relação às condições de armazenamento ao longo do tempo, as variáveis resistência ao cisalhamento ( $f_v$  0,12) e resistência à compressão paralela as fibras ( $f_c$  0,12), apresentaram o mesmo comportamento médio, onde as toras armazenadas sob pó de serra demonstram médias estatisticamente superiores a partir dos 12 meses de avaliação. Assim para maiores médias para estas duas variáveis, recomenda-se enterrar as toras de jatobá (*Hymenaea courbaril*) somente para armazenamento acima de 12 meses e por até 20 meses (Tabela 16). Já para a variável dureza Janka ( $f_H$  0,12), as toras apresentaram médias significativamente maiores a partir dos 6 meses de análise, permanecendo assim até os 20 meses, recomendando-se o enterro das toras de jatobá (*Hymenaea courbaril*) logo após o abate e por até 20 meses, com a finalidade de obtenção de maiores médias para dureza Janka (Tabela 16).

Pode-se observar que em algumas variáveis (Tabela 14), apresentaram um aumento significativo no tempo 6 meses em relação ao tempo 0 (testemunha). Não foi possível identificar uma causa específica para isso, no entanto pode-se afirmar com base na literatura utilizada na discussão sobre densidade, que essa variabilidade pode estar relacionada com as toras extraídas de árvores distintas e/ou partes diferentes de uma mesma árvore.

Ao se comparar a resistência ao cisalhamento dos corpos de prova provenientes das toras armazenadas sob pó serra com as toras condicionadas a céu aberto, observou-se uma redução de 42% (aos 12 meses) e 50% (aos 20 meses) para o caucho (*Castilla ulei*), 7% (aos 12 meses) e 5% (aos 20 meses) para o cedrinho (*Erismia uncinatum*) e de 7% (aos 12 meses) e 8% (aos 20 meses) para o Jatobá (*Hymenaea courbaril*). Já para a dureza Janka observou-se uma redução de 57% (aos 12 meses) e 52% (aos 20 meses) para o caucho (*Castilla ulei*), 2% (aos 6 meses), 3% (aos 12 meses) e 14% (aos 20 meses) para o cedrinho (*Erismia uncinatum*) e de 12% (aos 6 meses), 14% (aos 12 meses) e 23% (aos 20 meses) para o Jatobá (*Hymenaea courbaril*). Para a resistência à compressão paralela as fibras, as reduções foram de 22% (aos 6 meses), 43% (aos 12 meses) e 60% (aos 20 meses) para o caucho (*Castilla ulei*), 9% (aos 6, 12 e 20 meses) para o cedrinho (*Erismia uncinatum*) e de 5% (aos 12 meses) e 9% (aos 20 meses) para o Jatobá (*Hymenaea courbaril*).

**Tabela 14:** Resultado da comparação múltipla entre médias para as variáveis resistência ao cisalhamento, dureza Janka e resistência a compressão paralela

as fibras para as três espécies amazônicas armazenadas sob pó de serra e à céu aberto.

| Espécies | Tempo (meses) | Variáveis          |                    |                      |                      |                     |                     |
|----------|---------------|--------------------|--------------------|----------------------|----------------------|---------------------|---------------------|
|          |               | fv 0,12 (Mpa)      |                    | fH 0,12 (Mpa)        |                      | fc 0,12 (Mpa)       |                     |
|          |               | Condições          |                    | Condições            |                      | Condições           |                     |
|          |               | 1                  | 2                  | 1                    | 2                    | 1                   | 2                   |
| Caucho   | 0             | 8,39 Aa<br>(0,95)* | 8,39 Aa<br>(0,95)  | 43,45 Aa<br>(6,81)   | 43,45 Aa<br>(6,81)   | 37,31 Ba<br>(3,82)  | 37,31 Aa<br>(3,82)  |
|          | 6             | 7,07 Ba<br>(1,87)  | 7,21 Ba<br>(1,95)  | 42,56 Aa<br>(12,54)  | 40,98 Aa<br>(21,10)  | 43,14 Aa<br>(3,65)  | 33,53 Bb<br>(8,38)  |
|          | 12            | 7,09 Ba<br>(0,96)  | 4,09 Cb<br>(1,15)  | 38,34 Aa<br>(2,80)   | 16,29 Bb<br>(5,85)   | 36,41 Ba<br>(5,47)  | 20,89 Cb<br>(6,25)  |
|          | 20            | 7,19 Ba<br>(2,27)  | 3,62 Cb<br>(1,93)  | 36,98 Aa<br>(16,32)  | 17,75 Bb<br>(11,99)  | 36,89 Ba<br>(5,36)  | 14,65 Db<br>(6,91)  |
|          | 0             | 8,41 Aa<br>(1,14)  | 8,41 Aa<br>(1,14)  | 54,72 Aa<br>(7,79)   | 54,72 Aa<br>(7,19)   | 40,03 Ca<br>(4,85)  | 40,03 Ca<br>(4,85)  |
| Cedrinho | 6             | 8,23 Aa<br>(1,36)  | 8,46 Aa<br>(0,57)  | 51,29 Aa<br>(13,54)  | 50,01 Bb<br>(10,48)  | 47,04 Aa<br>(10,78) | 42,76 Ab<br>(5,25)  |
|          | 12            | 8,96 Aa<br>(1,26)  | 8,34 Aa<br>(1,66)  | 51,82 Aa<br>(3,72)   | 50,43 Bb<br>(2,53)   | 44,65 Ba<br>(6,16)  | 40,63 Bb<br>(5,36)  |
|          | 20            | 8,78 Aa<br>(1,64)  | 8,36 Aa<br>(1,25)  | 52,01 Aa<br>(15,30)  | 44,91 Bb<br>(9,18)   | 41,26 Ca<br>(6,57)  | 37,40 Cb<br>(5,34)  |
|          | 0             | 24,28 Ba<br>(1,93) | 24,28 Ba<br>(1,93) | 200,82 Ba<br>(11,36) | 200,82 Aa<br>(11,36) | 77,37 Ba<br>(3,90)  | 77,37 Ba<br>(3,90)  |
| Jatobá   | 6             | 26,04 Aa<br>(2,97) | 26,05 Aa<br>(3,65) | 234,41 Aa<br>(21,89) | 207,15 Ab<br>(27,56) | 83,93 Aa<br>(13,38) | 80,70 Aa<br>(9,80)  |
|          | 12            | 26,85 Aa<br>(1,44) | 25,07 Ab<br>(2,05) | 231,94 Aa<br>(35,00) | 200,45 Ab<br>(26,23) | 87,38 Aa<br>(4,06)  | 83,30 Ab<br>(6,93)  |
|          | 20            | 25,32 Ba<br>(1,84) | 23,30 Bb<br>(3,80) | 229,61 Aa<br>(31,00) | 177,33 Bb<br>(50,78) | 84,35 Aa<br>(3,91)  | 76,56 Bb<br>(10,46) |

Médias seguidas de letras maiúsculas iguais, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância em relação ao tempo; médias seguidas de letras minúsculas iguais, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância em relação as condições; \*números entre parênteses representa o desvio padrão dos dados.

**Tabela 15:** Dados comparativos para propriedades mecânicas das espécies amazônicas estudadas, segundo vários autores.

| Espécie  | fv 0,12 (Mpa) | fH 0,12 (Mpa) | fc 0,12 (Mpa) | Autor                |
|----------|---------------|---------------|---------------|----------------------|
|          | Média         | Média         | Média         |                      |
| Caucho   | -----         | -----         | 42,7          | Pinati et al. (2018) |
| Caucho   | 5,9           | 27,1          | 36,7          | Araújo (2007)        |
| Cedrinho | 7,8           | 57,8          | 49,72         | Araújo (2007)        |
| Cedrinho | 5,8           | -----         | 37,8          | ABNT NBR 7190 (1997) |
| Cedrinho | 9,6           | 64,0          | 38,0          | Dias e Lahr (2004)   |
| Cedrinho | 3,8 *         | -----         | 42,0          | IPT (2018)           |
| Jatobá   | 19,0          | 122,8         | 75,8          | Araújo (2007)        |

\* *Madeira verde*

No mesmo trabalho já citado (TREVISAN et al., 2007) ao avaliarem a resistência a compressão paralela as fibras, encontraram reduções de 1 a 11%



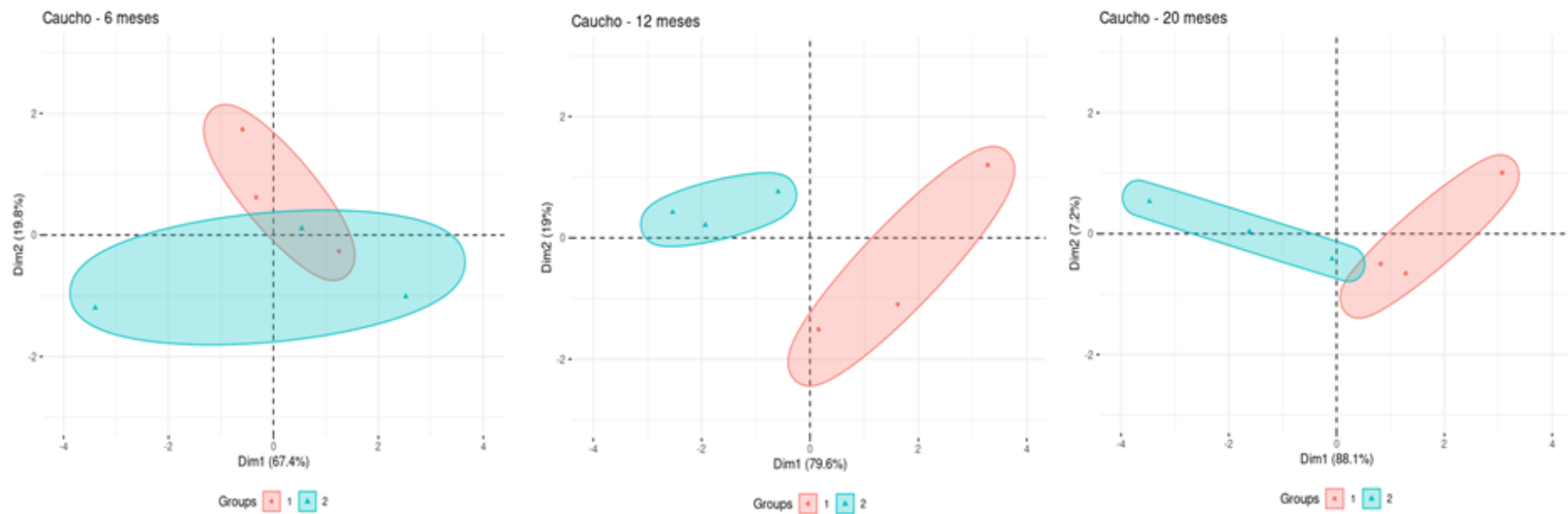
para toras condicionadas a campo aberto e de 3 a 42% para toras condicionadas a 12 meses dentro da mata, ambas em relação as toras que não passaram por intempéries. Assim, os autores constataram que o ambiente influenciou a ocorrência de organismos xilófagos e por consequência a redução nos valores das propriedades físicas e mecânicas da madeira.

**Tabela 16:** Recomendações de utilização da técnica de enterro de toras para conservação da madeira em relação as variáveis rachadura, rendimento e propriedades físico-mecânicas.

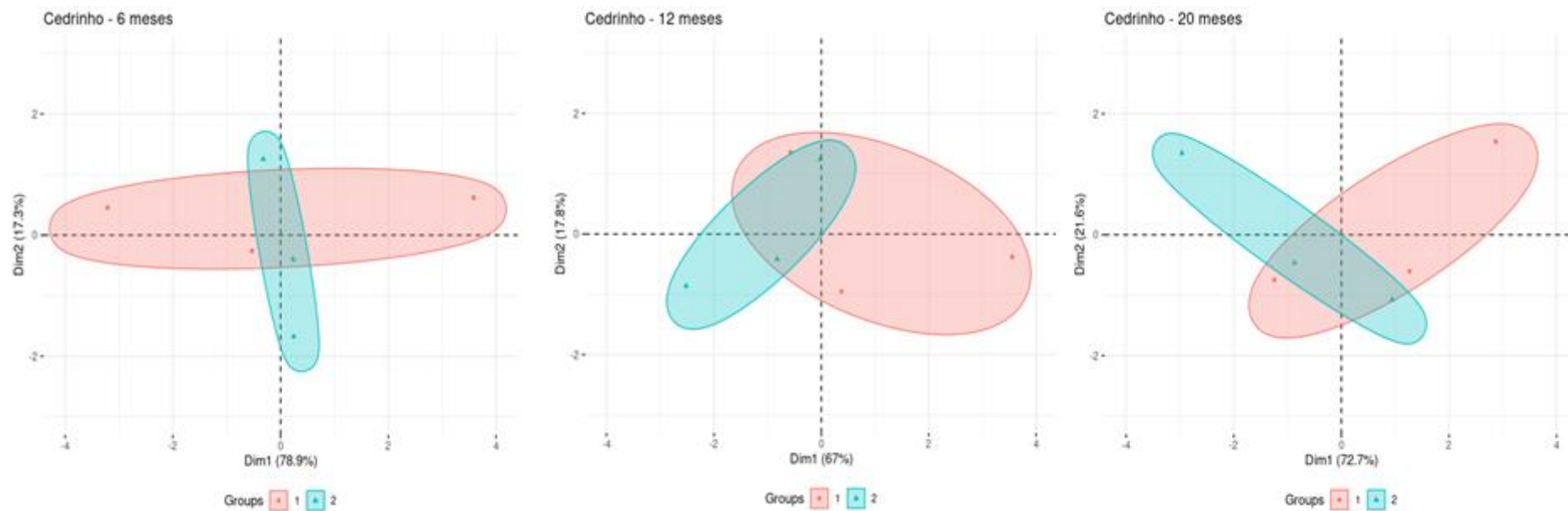
| <b>Espécie</b><br><b>Variável</b>             | <b>Caucho</b>  | <b>Cedrinho</b>  | <b>Jatobá</b>  |
|---|--|--|--|
| <b>Rachadura</b><br><b>(cm/m<sup>2</sup>)</b> | Não há necessidade de enterrar.  | Enterrar logo após o abate até 33 meses (0 - 33 meses).  | Enterrar logo após o abate até 20 meses (0 - 20 meses).  |
| <b>Rendimento</b><br><b>(%)</b>               | Enterrar logo após o abate até 12 meses (0 - 12 meses).  | Enterrar logo após o abate até 20 meses (0 - 20 meses).  | Enterrar logo após o abate até 20 meses (0 - 20 meses).  |
| <b>pap</b><br><b>(kg/m<sup>3</sup>)</b>       | Para armazenamento até 6 meses não precisa enterrar. Enterrar para armazenamento acima de 12 até 20 meses. | Para armazenamento até 6 meses não precisa enterrar. Enterrar para armazenamento acima de 12 até 20 meses. | Enterrar somente para armazenamento acima de 20 meses.   |
| <b>pbas</b><br><b>(kg/m<sup>3</sup>)</b>      | Para armazenamento até 6 meses não precisa enterrar. Enterrar para armazenamento acima de 12 até 20 meses. | Para armazenamento até 6 meses não precisa enterrar. Enterrar para armazenamento acima de 12 até 20 meses. | Para armazenamento até 6 meses não precisa enterrar. Enterrar para armazenamento acima de 12 até 20 meses. |
| <b>fv0,12</b><br><b>Mpa</b>                   | Enterrar para armazenamento acima de 12 até 20 meses.  | Não há necessidade de enterrar para armazenamento até 20 meses   | Enterrar para armazenamento acima de 12 até 20 meses.  |
| <b>fH0,12</b><br><b>Mpa</b>                   | Enterrar para armazenamento acima de 12 meses.   | Enterrar logo após o abate até 20 meses (0 - 20 meses).  | Enterrar logo após o abate até 20 meses (0 - 20 meses).  |
| <b>fc0,12</b><br><b>Mpa</b>                   | Enterrar logo após o abate até 20 meses (0 - 20 meses).  | Enterrar logo após o abate até 20 meses (0 - 20 meses).  | Para armazenamento até 6 não precisa enterrar. Enterrar para armazenamento acima de 12 até 20 meses.       |
| <b>Recomendação Final</b>                     | <b>Enterrar no pó de serra logo após o abate por até 12 meses</b>  | <b>Enterrar no pó de serra logo após o abate por até 20 meses</b>  | <b>Enterrar no pó de serra logo após o abate por até 20 meses</b>  |

#### 4.2.6. Análise multivariada

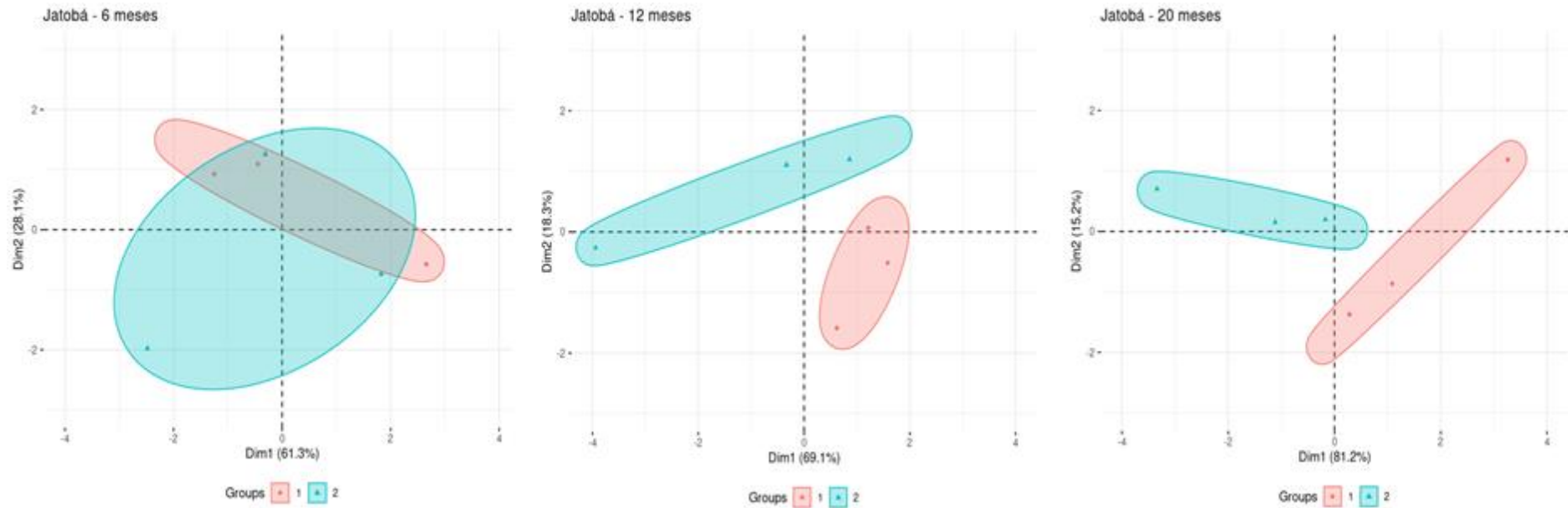
Nas Figuras 22 a 24, é possível verificar a análise multivariada para a espécie caucho (*Castilla ulei*) e jatobá (*Hymenaea courbaril*) aos 6, 12 e 20 meses de avaliação. Assim, observa-se que nos três tempos avaliados, os dois primeiros eixos da análise dos componentes principais explicaram mais de 80% da variabilidade dos dados. Assim, quando todas as variáveis são analisadas de forma conjunta (densidade aparente ( $\rho_{ap}$ ), densidade básica ( $\rho_{bas}$ ), cisalhamento (fv 0,12), dureza Janka (fH 0,12) e compressão paralela as fibras (fc 0,12)), observa-se que as duas condições avaliadas formam grupos distintos nos tempos 12 e 20 meses de análise. Porém, o mesmo comportamento não ocorre para espécie cedrinho (*Erismia uncinatum*) (Figura 23), onde houve pouca diferença entre as condições analisadas, para os três períodos de avaliação.



**Figura 22:** Análise de componentes principais para a espécie caucho (*Castilla ulei*) aos 6, 12 e 20 meses de avaliação (em que: Groups=Condições).



**Figura 23:** Análise de componentes principais para a espécie cedrinho (*Erismia uncinatum*) aos 6, 12 e 20 meses de avaliação (em que: Groups=Condições).



**Figura 24:** Análise de componentes principais para a espécie jatobá (*Hymenaea courbaril*) aos 6, 12 e 20 meses de avaliação (em que: Groups=Condições).

## 5. CONCLUSÕES

Os resultados foram significativamente melhores para a técnica de cobertura de toras em comparação as expostas a céu aberto. O uso da técnica diminui a rachadura de ponta das toras, aumentou os coeficientes de rendimento volumétrico e melhorou as características físicas e mecânicas das três espécies avaliadas.

O ambiente sob serragem propicia um sistema próprio de oxigenação disponível, temperatura e umidade relativa do ar que desfavorece o surgimento de organismos xilófagos. Além disso, também pode atuar como uma barreira para o ataque direto de insetos e fungos e uma proteção física contra as intempéries externas, causando assim uma maior conservação das toras armazenadas, mantendo suas qualidades com o passar tempo.

A serragem utilizada não apresentou quantidades nocivas ao meio ambiente em relação aos níveis detectáveis dos elementos traços analisados.

De maneira geral recomenda-se enterrar as toras de caucho (*Castilla ulei*), cedrinho (*Erisma uncinatum*) e jatobá (*Hymenaea courbaril*) logo após o abate, onde a primeira espécie pode-se manter até 12 meses e as duas últimas por até 20 meses, devido principalmente a melhoria no rendimento de madeira serrada.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O ponto crucial apresentado no Capítulo 1 pode ser pontuado como o conhecimento dos empresários sobre a técnica de enterro de toras para conservar a madeira e sua proibição do uso pela legislação e órgãos fiscalizadores. Assim, para um melhor aproveitamento dos resíduos de madeira na região noroeste de Mato Grosso, torna-se necessário uma revisão das políticas públicas atuais, dando a devida atenção aos grupos sociais que possuem maior interesse e poder em colaborar com o tema, valorizando seus conhecimentos.

A eficácia do uso da técnica do enterro de toras comprovada pelo capítulo 2 serve como base para discussões juntos aos órgãos ambientais como IBAMA e SEMA, para propor mudanças nas políticas públicas e estabelecer parâmetros e diretrizes de como proceder com a fiscalização das toras enterradas no pó de serra.

É evidente que a técnica do enterro de toras traz benefícios econômicos e ambientais, pois além de reutilizar um resíduo (pó de serra) até então inutilizado nos pátios das indústrias, ela também conserva as toras gerando assim menos resíduos, aumentando o rendimento das madeiras serradas e consequentemente evitando a pressão sobre as florestas, uma vez que não precisa substituir as toras degradadas nos pátios da serraria, como acontece quando as toras são armazenadas a céu aberto. Outro benefício inerente se trata em evitar o uso de inseticidas e/ou fungicidas para proteger as toras contra os organismos xilófagos, substâncias essas que causam impactos ao meio ambiente.

O presente trabalho corrobora para os objetivos do desenvolvimento sustentável, podendo o mesmo ser utilizado como ação governamental para atingir os objetivos 12.5 que se trata em reduzir a geração de resíduos através da prevenção, redução, reciclagem e reuso; e o objetivo 15 na qual ressalta que se deve proteger, recuperar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres.

Como indicação para trabalhos futuros, destaca-se a necessidade de avaliar outras espécies e em outras localidades; i) possibilidade de fazer uma valoração econômica sobre o ganho ambiental em se fazer o uso da técnica; ii)



possibilidade de se fazer um levantamento sobre a quantidade de florestas que podem ser preservadas por ano através do uso da técnica; iii) necessidade de se reunir com grupos sociais de interesse como IBAMA e SEMA para tratar sobre os ganhos ambientais do uso da técnica com a finalidade de alteração nas políticas públicas vigentes.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, LB.; MENDES, L.M.; SILVA, J.R.M. Aproveitamento de resíduos de painéis de madeira gerados pela indústria moveleira na produção de pequenos objetos. **Revista Árvore**, v. 33, n. 1, p. 171-177, 2009.

ABREU, R. L. S.; BANDEIRA, A. G. Besouros xilomicetófagos economicamente importantes da região de Balbina, Estado do Amazonas. **Revista Árvore**, v. 16, n. 3, p. 346-356, 1992.

ABREU, R. L. S.; SALES-CAMPOS, C.; HANADA, R. E.; VASCONCELLOS, F. J.; FREITAS, J. A. Avaliação de danos por insetos em toras estocadas em indústrias madeireiras de Manaus, Amazonas, Brasil. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.26, n.6, p.789-796, 2002.

ALMEIDA, T.H.; SOUZA, A. M.; MARTINS, A. S. M.; CHRISTOFORO, A. L.; ALMEIDA, D. H.; LAHR, F. A. R. Effect of service temperature on shear strength of Pinus wood for roof structures. **Acta Scientiarum Technology** [Internet]. Jan 1;40(1):309-13, 2018.

ANGELO, H.; DA SILVA, J. C.; ALMEIDA, A. N.; POMPERMAYER, R. S. Análise estratégica do manejo florestal na Amazônia brasileira. **Revista Floresta**, Curitiba, v. 44, n. 3, p. 341 - 348, 2014.

ARAÚJO, H. J. B. Relações funcionais entre propriedades físicas e mecânicas de madeiras tropicais brasileiras. **Floresta**. v.37, n.3, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7190: Projeto de estruturas de madeira**. Rio de Janeiro, 1997.

AYATA, U.; SAHIN, S.; ESTEVES, B.; GURLEYEN, L. Effect of thermal aging on colour and glossiness of UV system varnish-applied laminated parquet layers. **Bio Resources**. 13(1):861-8, 2018.

BANDEIRA, A. G.; GOMES, J. I.; LISBOA, P. L. B.; SOUZA, P. C. S. Insetos pragas de madeiras de edificações em Belém – Pará. Belém: EMBRAPA/CPATU, 1989. 24 p. (**Boletim de Pesquisa**, 101)

BARBOSA, L. C.; PEDRAZZI, C.; FERREIRA, É. S.; SCHNEID, G. N.; WILLE, V. K. D. Avaliação dos resíduos de uma serraria para a produção de celulose kraft. **Revista Ciência Florestal**, v. 24, n. 2, p. 491–500, 2014.

BARNETT, H. L.; HUNTER, B. B. **Illustrated genera of imperfect fungi**. 4<sup>th</sup> ed. The American Phytopathological Society, St. Paul, Minnesota. 218p. 1998.

BERNI, C. A.; BOLZA, E.; CHRISTENSEN, F. J. **South American timbers the characteristics, properties and uses of 190 species**. Division of Building Research, CSIRO, 1979.

BIASI, C. PIETRO; ROCHA, M. P. DA. Rendimento em madeira serrada e quantificação de resíduos para três espécies tropicais. **FLORESTA**, v. 37, n. 1, p. 95–108, 2007.

BOOTH, C. **The Genus Fusarium**. Common. Mycological Institute. Kew, England. 237p. 1971.

BORROR, D. J.; TRIPLEHORN, C. A. & JOHNSON, N. F. **Introduction to the study of insects**. 6. ed. Saunders College Publishing, 1989. 875 p.

BRASIL, Lei n. 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis n<sup>os</sup> 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis n<sup>os</sup> 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória n<sup>o</sup> 2.166–67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. Resolução n<sup>o</sup> 420, de 28 de dezembro de 2009. Dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 30 dez. 2009. Seção 1, 20p.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente- MMA. Conselho Nacional Do Meio Ambiente-CONAMA. RESOLUÇÃO N<sup>o</sup> 411, DE 6 DE MAIO DE 2009, 2009.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE-MMA; CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE-CONAMA. **RESOLUÇÃO No 474, DE 6 DE ABRIL DE 2016**, 2016.

BRASIL. Presidência da república. Casa Civil. **Plano Amazônia Sustentável**: diretrizes para o desenvolvimento sustentável da Amazônia Brasileira. Brasília: Ministério do Meio Ambiente; p.114, 2008.

BRAZ, R. L.; DUARTE, A. P. C.; OLIVEIRA, J. T. S.; MOTTA, J. P.; ROSADO, A. M. Curva Característica de Secagem da Madeira de *Tectona grandis* e *Acacia mangium* ao ar livre. **Floresta e Ambiente**, v.22, n.1, p.117-123, 2015.

BRITO, L. D. **Patologia em Estruturas de Madeira: Metodologia de Inspeção e Técnicas de Reabilitação**. 502 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Estruturas) – Departamento de Engenharia de Estruturas, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos. 2014.

BULMER, C.; VENNER, K.; PRESCOTT, C. Forest soil rehabilitation with tillage and wood waste enhances seedling establishment but not height after 8 years. **Canadian Journal of Forest Research**. v.37, p. 1894-1906. 2007. DOI: 10.1139/X07-063

- BUZZI, Z. J. **Entomologia didática**. 4.ed. Curitiba: Ed. da UFPR, 2002.
- CALLISTER JUNIOR, D. W.; RETHWISCH, D. G. **Fundamentals of science and materials engineering: An Integrated Approach**. New York, USA: LTC; 2018.
- CAMARGO, A. J. A.; OLIVEIRA, C. M.; FRIZZAS, M. R.; SONODA, K. C.; CORRÊA, D. **Coleções entomológicas: Legislação brasileira, coleta, curadoria e taxonomias para as principais ordens**. Embrapa Cerrados - Livro científico (ALICE), 2015.
- CARMICHAEL, J. W.; BRYCEKEDRICK, W.; CONNERS, I. L.; SIGLER, L. **General of Hyphomycetes**. The University of Alberta Press, Canada. 386p. 1980.
- CERQUEIRA, P. H. A.; VIEIRA, G. C.; BARBERENA, I. M.; MELO, L. C.; FREITAS, L. C. Análise dos resíduos madeiros gerados pelas serrarias do município de Eunápolis-BA. **Floresta e Ambiente**, out./dez. v.19, n.4, p. 506-510, 2012. ISSN: 1415-0980
- CHITECULO, V.; BRUNEROVÁ, A.; SUROVÝ, P.; BROŽEK, M. Management of Brazilian hardwood species (Jatoba and Garapa) wood waste biomass utilization for energy production purposes. **Agronomy Research**. 16(X), 2018 <https://doi.org/10.15159/AR.18.114>
- COCHRANE, V. W. **Physiology of fungi**. New York: John Wiley, 1958 438 p.
- CORTÊS, J. C. **Ciclo de vida familiar e distribuição populacional na dinâmica do desmatamento e uso da terra na Amazônia Paraense**. 2017. 267 f. Tese (Doutorado em Demografia) Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Filosofia e Ciências Humanas. Campinas-SP, 2017.
- COSTA, A. F. **Processos práticos de tratamento de madeiras para o meio rural**. Brasília: Editora Universidade de Brasília; 2003.
- COSTA, W. S.; SOUZA, A. L.; SOUZA, P. B. Ecologia, manejo, silvicultura e tecnologia de espécies nativas da Mata Atlântica. Viçosa: UFV. 2011.
- DANIELLI, F. E.; GIMENEZ, O. G.; OLIVEIRA, C. K. A.; SANTOS, J; HIGUCHI, N. Modelagem do rendimento no desdobro de toras de *Manilkara* spp. (SAPOTACEAE) em serraria do estado de Roraima, Brasil. **Scientia Forestalis**, v. 44, n. 111, p. 641-651, 2016.
- DAS, J.; BUSSE, H. G. Light-driven diurnal zonation in the filamentous fungus *Fusarium solani*. **The International Journal of Developmental Biology** 34: 319–322. 1990.
- PAULA, J. C. M. DE. **Aproveitamento de resíduos de madeira para confecção de briquetes**. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - Instituto de Florestas. Seropédica - RJ, 2006.

DIAS, F. M.; LAHR, F. A. R. Estimativa de propriedades de resistência e rigidez da madeira através da densidade aparente. **Scientia Forestalis**, n. 65, p. 102-113, jun. 2004.

DOS SANTOS, R. C.; MENDES, L. M.; MORI, F. A.; MENDES, R. F. Aproveitamento de resíduos da madeira de candeia (*Eremanthus erythropappus*) para produção de painéis cimento-madeira. **Cerne**. Lavras, v. 14, n. 3, p. 241-250, jul./set. 2008.

ESHUN, J. F.; POTTING, J.; LEEMANS, R. Wood waste minimization in the timber sector of Ghana: a systems approach to reduce environmental impact. **J Clean Prod.** n. 26, p. 67–78, 2012.

EVANS, P. D. Review of the weathering and photostability of modified wood. **Wood Material Science and Engineering**. 4(1-2):2-13, 2009.

FARIA, D. L.; LOPES, T. A.; LOPES, D. E.; ARAÚJO, B. C. L.; CASTRO, G. M.; MENDES, L. M.; GUIMARÃES JUNIOR, J. B. Emprego de maravalhas de Eucalyptus na produção de painéis: uma alternativa para aproveitamento dos resíduos oriundos da usinagem da madeira. **Advances in Forestry Science**, v. 7, n. 3, p. 1101-1109, 2020.

FERREIRA, J. B.; NASCIMENTO, J. O.; NEVES, Y. Y. B.; GOMES, F. A.; NASCIMENTO, L. O. Efeito da temperatura e óleos essenciais sobre o crescimento micelial de *Fusarium solani* isolado de mudas de euterpe *Oleracea mart* (açai). **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.8, N.14; 2012.

FIM. Update on global timber demand. FIM Service Limited, Burford, 2017.

FORNARI, F.; DE ASSIS, L.; AHRENS, R. B. Resíduos sólidos da indústria moveleira de Arapongas – PR e sua mitigação. **Espacios**, v. 36, n. 8, p.13, 2015.

FURNISS, R. L. & V. M. CAROLIN. **western forest insects**. Washington, USDA, 1977, 54 p.

GALLO, D. (in memorian); NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; BATISTA, G. C. de; BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIM, J. D. **Entomologia agrícola**. 10. ed. Piracicaba: FEALQ, 2002.

GARCIA, F. M.; MANFIO, D. R.; SANSÍGOLO, C. A.; MAGALHÃES, P. A. D. Rendimento no desdobro de toras de itaúba (*Mezilaurus itauba*) e tauari (*Couratari guianensis*) segundo a classificação da qualidade da tora. **Revista Floresta e Ambiente**, v. 19, n. 4, p. 468–474, 2012.

GARCIA, R. A.; LOPES, J. O.; DO NASCIMENTO, A. M.; LATORRACA, J. V. F. Color stability of weathered heat-treated teak wood. **Maderas: Ciencia y Tecnologia**. 16(4):453-62, 2014.

GERWING, J.; VIDAL, E.; VERÍSSIMO, A.; UHL, C. Rendimento no processamento de madeira no Estado do Pará. **Série Amazônia**, n.18. Belém: Imazon, 2001. 38 p.

GIL, R. L.; OLIVEIRA, A. C.; ALCÂNTARA, L. C. S.; SQUAREZI, S. B.; SILVA, C. J.; FERREIRA, K. R.; LANSSANOVA, L. R.; PINTO, V. R.; PIERANGELI, M. A. P. Stakeholder analysis of the Mato Grosso Northwest timber industry: A perspective on solid waste. **Research, Society and Development**. v. 9, n. 11, p. 1-22, 2020.

GOMES, J. I.; SAMPAIO, S. S. **Aproveitamento de resíduos de madeira em três empresas madeireiras do estado do Pará**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental. 2004 (Comunicado Técnico 102).

GRAY, B. Economic tropical forest entomology. **Annual Review Entomology**, v. 17, p. 313-335, 1972.

GUO, J.; ZHOU, H.; STEVANIC, J. S.; DONG, M.; YU, M.; SALMÉN, L.; ET AL. Effects of ageing on the cell wall and its hygroscopicity of wood in ancient timber construction. **Wood Science and Technology**. v. 52(1):131-47, 2018.

GUPTA, V. K.; MISRA, A. K.; GAUR, R. K. Growth characteristics of *Fusarium spp.* causing wilt disease in *Psidium guajava* L. in Índia. **Journal of Plant Protection Research**, Cambridge, v. 50, p. 451-462, 2010.

HÜEBLIN, H. J. **Modelo para a aplicação da metodologia Zeri. Sistema de aproveitamento integral da biomassa de árvores de reflorestamento**. Curitiba. 2001. 139 f. Dissertação de mestrado. CEFET.PR.

IBDF. **Norma Para Medição e Classificação de Toras de Madeiras de Folhosas**, 1984.

INPE - Instituto Nacional De Pesquisas Espaciais. Monitoramento da floresta amazônica brasileira por satélite: **Projeto PRODES**. São José dos Campos: Inpe, 1979. Disponível em: <<http://www.obt.inpe.br/OBT/assuntos/programas/amazonia/prodes>> Acesso em outubro de 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura 2016**. Rio de Janeiro, v. 31, p.1-54, 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura 2016**. Rio de Janeiro, v. 33, p.1-8, 2018.

INSTITUTO DE PESQUISA TECNOLÓGICAS - IPT. Informações sobre madeiras - Cedrinho. Disponível em: [http://www.ipt.br/informacoes\\_madeiras3.php?madeira=9](http://www.ipt.br/informacoes_madeiras3.php?madeira=9) >. Acesso em 25 mai. 2018.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO - IPT. **Fichas de características das madeiras brasileiras** 2.ed. São Paulo: IPT, 1989. 418p.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Informações sobre madeiras**. 2011.

JANKOWSKY, I. P. **Madeiras brasileiras**, Caxias do Sul- RS: Spectrum, 1990.

KLICH, M. A.; PITT, J. I. **A Laboratory guide to the common *Aspergillus* species and their teleomorphs**. Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, Australia. 116p. 1988.

KRÁNITZ, K.; SONDEREGGER, W.; BUES, C. T.; NIEMZ, P. Effects of aging on wood: a literature review. **Wood Science and Technology**. 50(1):7-22, 2016.

LAHR, F. A. R.; ARROYO, F. N.; DE ALMEIDA, T. H.; DE ALMEIDA FILHO, F. M.; MENDES, I. S.; CHRISTOFORO, A. L. Full characterization of *Erismia uncinatum* Warm wood specie. **International Journal of Materials Engineering**, v. 6, n. 5, p. 147-150, 2016a.

LAHR, F. A. R.; CHRISTOFORO, A. L.; SILVA C. E. G.; ANDRADE JUNIOR, J. R.; PINHEIRO, R. V. Avaliação de propriedades físicas e mecânicas de madeiras de jatobá (*Hymenaea stilbocarpa* Hayne) com diferentes teores de umidade e extraídas de regiões distintas. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.40, n.1, p.147-154, 2016b.

LARSON, P. R. **Wood formation and the concept of wood quality**. Yale Univ. Sch. For. Bull n. 74,1969. 45 p.

LELIS, A. T.; BRAZOLIN, S.; FERNANDES, J. L. G.; CARBALLEIRA LOPEZ, G. A.; MONTEIRO, M. B. B.; ZENID, G. J. **Biodeterioração de madeiras em edificações**. São Paulo: IPT, 2001.

LEMOS, A. L. F.; SILVA, J. A. Desmatamento na Amazônia Legal: evolução, causas, monitoramento e possibilidades de mitigação através do Fundo Amazônia. **Floresta e Ambiente**, v. 1, n. 18, p. 98 - 108, 2011.

LEPAGE, E. S. Método sugerido pela IUFRO para ensaios de campo com estacas de madeira. **Preservação de Madeiras**, v.1, p. 205-216,1970.

MANHIÇA, A. A. **Rendimento e eficiência no desdobro de *Pinus sp.* utilizando modelos de corte numa serraria de pequeno porte**. 2010, 112f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.

MARCHESAN, R.; LOIOLA, P. L.; JUIZO, C. G. F.; FRANÇA, M. C.; DA ROCHA, M. P.; KLITZKE, R. J. Rendimento em madeira serrada de três espécies amazônicas para duas classes de qualidade. **Ciência da Madeira**. v. 9, n. 3, p. 143-151, 2018.

MARTINS, E. P.; DE OLIVEIRA, A. D.; DE MELLO, J. M.; VIEIRA, A. H.; LOCATELLI, M.; DE PEQUENO, P. L. Rendimento de Desdobro de toras nas serrarias e laminadoras do Município de Jarú, Estado de Rondônia. Boletim 13 de Pesquisa e Desenvolvimento; **Embrapa CPAF-Rondônia**: Porto Velho, Rondônia, Brasil, 2002; p. 18.

MELO, J. R. **Secagem de madeiras**: teoria e prática de secagem artificial de madeiras. Lisboa: Estação Florestal Nacional 1999, 382p.

MENDES, A. S.; ALVES, M. V. S. **A degradação da madeira e sua preservação**. 58 f. Brasília, DF: Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal, 1988.

MENDOZA, Z. M. A. H.; BORGES, P. H. M.; MORAIS, P. H. M.; SANTOS, R. R. V. L. Resíduos madeireiros gerados pelo processamento mecânico em municípios de Mato Grosso. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**. Curitiba, v. 3, n. 2, p. 616-625, 2020.

MENDOZA, Z. M. S.; BORGES, P. H. M.; PIERIN, L. C. Coeficiente de rendimento em madeira serrada de oito espécies nativas de Mato Grosso. **Nativa**, Sinop, v.5, p. 568-573, 2017.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO – MDA. **Plano territorial de desenvolvimento rural sustentável: território da cidadania do Noroeste**. Brasília: Ministério do Desenvolvimento Agrário, 2010. 56p.

MINUSSI, E.; MACHADO, C. C.; MENTEN, J. O. M. Efeitos de diferentes regimes de luz na esporulação de *Stemphyllium solani* Weber em meio de cultura. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v2, n2 p 167- 171,1977.

MURARA JUNIOR, M. I.; ROCHA, M. P. DA; TIMOFEICZYK JUNIOR, R. Rendimento em madeira serrada de *Pinus taeda* para duas metodologias de desdobro. **Revista Floresta**, Curitiba, PR, v. 35, n. 3, set./dez. 2005.

NAHUZ, M. A. R.; MIRANDA, M.; IELO, P.; PIGOZZO, R.; YOJO, T. **Catálogo de madeiras brasileiras para a construção civil**. IPT-Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. São Paulo, 2013.

NOGUEIRA, E. A.; DE OLIVEIRA, T. M. F. S.; AMORIM, I. C. S.; DE OLIVEIRA, T. B., NELSON, D. L.; BENASSI, V. M. Otimização das condições de cultivo do fungo filamentoso *Fusarium sp.* EA 1.3.7 para a produção de xilanases. **Biotemas**,v. 34, n. 1, p. 1-16, 2021.

OBERHOFNEROVÁ, E.; PÁNEK, M.; GARCÍA-CIMARRAS, A. The effect of natural weathering on untreated wood surface. **Maderas: Ciencia y Tecnologia**. v. 19, n. 2, p. 173-84, 2017.

OLIVEIRA, A. M. F., LELIS, A. T., LEPAGE, E. S. Agentes destruidores da madeira. In: LEPAGE, E. S. (coord.) **Manual de preservação de madeiras**. São Paulo: IPT-SICCT, Vol. 1, cap.5, p. 99-278, 1986.



ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE. **Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**. 2016.

PAES, J. B.; MELO, R. R. DE; LIMA, C. R. DE. Resistência natural de sete madeiras a fungos e cupins xilófagos. **Revista Cerne**, Lavras, v. 13, n. 2, p. 160–16, 2007.

PASSOS, A. M. F.; DALFOVO, W. C. T.; ROSA, M. J. A. Custo da legalidade na extração madeireira no Estado de Mato Grosso: Implantação de manejos florestais. **Revista Franco-brasileira de Geografia**, n. 45, p. 1-24, 2020.

PEREIRA, K. N.; GONÇALEZ, J. C.; RAABE, J.; COSTA, A. F. Surface quality of the *Ficus sp.* wood veneers submitted to finishing treatments. **Madera y Bosques** [Internet]. v. 23, n. 2, p. 181-91, 2017.

PINATI, E.; FARIA, D. L.; MENDES, R. F.; MENDES, L. M., PROTÁSIO, T. P.; GUIMARÃES JUNIOR, J. B. Painéis compensados sarrafeados produzidos com *Pinus oocarpa*, *Castilla ulei* e *Acrocarpus fraxinifolius*. **Revista Ciência da Madeira**. v. 9, n. 3, p. 199-208, 2018.

PIO CORRÊA, M. **Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas**. Vol. II. Ministério da Agricultura, Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal, Rio de Janeiro - RJ, p. 154-155, 1984

PITT, J. I. **A Laboratory guide to common *Penicillium* species**. Commonwealth Scientific and Industrial, Research Organization, Division of Food Processing, 187p. 1991.

PREILIPPER, U. E. M.; DALFOVO, W. C. T.; ZAPPAROLI, I. D.; MAROUBO, L. A.; MAINARDES, E. L. Aproveitamento do resíduo madeireiro na produção de energia termoeletrica no município de Marcelândia-MT. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**. V. 36, p. 411-428, abr. 2016.

RAMOS, W. F.; RUIVO, M. L. P.; JARDIM, M. A. G.; PORRO, R.; CASTRO, R. M. S.; SOUSA, L. M. Análise da indústria madeireira na Amazônia: Gestão, uso e armazenamento de resíduos. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**. n.43. p.1-16. 2017.

RAMOS, W. F.; RUIVO, M. L. P.; JARDIM, M. A. G.; SOUZA, L. M. Geração de resíduos madeireiros do setor de base florestal na região metropolitana de Belém, Pará. **Ciência Florestal**, v. 28, n. 4, p. 1823-1830, 2018.

REINPRECHT, L.; MAMOŇOVÁ, M.; PÁNEK, M.; KAČÍK, F. The impact of natural and artificial weathering on the visual, colour and structural changes of seven tropical woods. **European Journal of Wood and Wood Products**. 76(1):175-90, 2018.

RIBEIRO, E. S. Comercialização de madeira serrada de florestas naturais em Mato Grosso: Um diagnóstico do setor de base florestal. **Dissertação**, Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, 2013. 116p.

RIFAI, M. A. A revision of the Genus *Trichoderma*. **Mycological Papers**, Indonésia, v. 116, p. 1-56. 1969.

RIZZINI, C. T. **Plantas do Brasil: Árvores e madeiras úteis do Brasil - Manual de dendrologia brasileira**. São Paulo: Edgard Blücher, 1978.

RODRIGUES, V. J. L. B.; SILVEIRA, E. B.; FORTES FILHO, P. F.; MARANHÃO, E. H. A.; MENEZES, M. Influência de meios de cultura e regimes de luz no crescimento micelial, esporulação, dimensão de conídios e peso seco de *Fusarium equiseti*. **Caderno Omega**, Série agrônômica, n.12, jun., 2001.

RODRIGUES, W. C. Fatores que influenciam o desenvolvimento de insetos. **Info Insetos**. Ano 01, n. 4, p. 01-04, 2004.

SALES-CAMPOS, C.; ANDRADE, M. C. N. Aproveitamento de resíduos madeireiros para o cultivo do cogumelo comestível *Lentinus strigosus* de ocorrência na Amazônia. **Acta Amazônica**. v. 41, n.1. p. 1-8, 2011.

SALES-CAMPOS, C.; MINHONI, M. T. de A.; ANDRADE, M. C. N. Produtividade de *Pleurotus ostreatus* em resíduos da Amazônia. **Interciencia**. Caracas, v. 30, n. 3, p. 198-201, 2010.

SAMSON, R. *Paecilomyces* and some allied Hyphomycetes. **Studies in Mycology**. n. 6, p. 1-119, 1974.

SANTINI, E. J. **Biodeterioração e preservação da madeira**. Santa Maria: UFSM/CEPET/FATEC; 1988.

SCHEFFER, T. C. Microbiological degradation and the causal organism. In: Nicholas, D. D. (ed.) **Wood deterioration and its prevention by preservative treatments**. Vol.1. Syracuse University Press, Syracuse. p. 31-106. 1973.

SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO. **Sistema Nacional de Informações Florestais**. Produção florestal. 2010.

SGAI, D. R. **Fatores que afetam o tratamento para preservação de madeiras**. Campinas: [s.n.], 100 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Estadual de Campinas. Setor de Engenharia, 2000.

SIMEONE, J. B. **Insects and wood**. New York, Syracuse, 1965, 178 p.

SOUZA, M. H.; MAGLIANO, M. M.; CAMARGOS, J. A. A. **Madeiras tropicais brasileiras**. Brasília: Ministério de Meio Ambiente, 1997. 150p.

STEELE, P. H. Factors determining lumber recovery in sawmilling. Madison: US. Forest Service. 1984, 8 p. (**General Technical Report**. FPL, n. 39).

STRAGLIOTTO, M. C.; OLIVEIRA, A. C.; PEREIRA, B. L. C.; FREITAS, J. M. Yield in sawn wood and residue utilization of *Qualea paraensis* Ducke and *Erismia uncinatum* Warm. **Revista Floresta**. v. 49, n. 2, p. 257-266, 2019.

STRAGLIOTTO, M. C.; PEREIRA, B. L. C.; OLIVEIRA, A. C. Indústrias madeireiras e rendimento em madeira serrada na Amazônia Brasileira. In.: **Engenharia Florestal: desafios, limites e potencialidade**. São Paulo: Editora Científica Digital, 2020. p. 499-518.

SWIFT, M. J.; HEAL, D. W.; ANDERSON, J. M. **Studies in ecology-decomposition in terrestrial and aquatic ecosystems**. Oxford: Blackwell, 1979. p.54-94.

TEIXEIRA, M. G; CÉSAR; S. F. **Resíduo de madeira como possibilidade sustentável para produção de novos produtos**. In: I Conferência Latino-Americana de Construção Sustentável e X Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 2004, São Paulo - SP. Anais da I Conferência Latino-Americana de Construção Sustentável e X Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, São Paulo – SP: Sociedade de Investigações Florestais - SIF, 2004.

TERS, T.; FOLLRICH, J.; ZUCKERSTÄTTER, G.; HINTERSTOISSER, B. Effects of moderate temperatures: Artificial ageing of softwood and its effects on mechanical properties and chemistry. **Wood Material Science and Engineering**. v. 6, p. 58-68, 2011.

TITO, M. R.; NUNES, P. C.; VIVAN, J. L. **Desenvolvimento Agroflorestal no Noroeste de Mato Grosso: Dez anos contribuindo para a conservação e uso das florestas**. 1 ed. Brasília: PNUD, 2011. 134p.

TREVISAN, H.; MARQUES, F. M. T.; CARVALHO, A. G. DE. Degradação natural de toras de cinco espécies florestais em dois ambientes. **Revista Floresta**, Curitiba, PR, v. 38, n. 1, 2008.

TREVISAN, H.; TIEPPO, F. M. M.; CARVALHO, A. G. D.; LELIS, R. C. C. Avaliação de propriedades físicas e mecânicas da madeira de cinco espécies florestais em função da deterioração em dois ambientes. **Revista Árvore**, v. 31, n. 1, p. 93-101, 2007.

VENNER, K. H.; PRESTON, C. M.; PRESCOTT, C. E. Characteristics of wood wastes in British Columbia and their potential suitability as soil amendments and seedling growth media. **Canadian Journal of Soil Science**. v.91, p. 95-106, 2011.

VITAL, B. R. **Planejamento e operação de serrarias**. Viçosa, MG: Editora UFV, 2008. 211 p.

WANG, J. Y.; STIRLING, R.; MORRIS, P. I.; TAYLOR, A.; LLOYD, J.; KIRKER, G.; LEBOW, S.; MANKOWSKI, M.; BARNES, H. M.; MORRELL, J. J. Durability of mass timber structures: A review of the biological risks. **Wood & Fiber Science**. Hanover, v. 50, p. 110-127, 2018.

WIECHETECK, M. **Aproveitamento de Resíduos e Subprodutos Florestais, Alternativas Tecnológicas e Propostas de Políticas ao Uso de Resíduos**

**Florestais para Fins Energéticos.** Projeto PNUD BRA 00/20 - Apoio às Políticas Públicas na Área de Gestão e Controle Ambiental. Ministério de Meio Ambiente. Curitiba - PR. p.40 nov/2009.

ZAQUE, L. A. M.; MELO, R. R. M.; SOUZA, E. C.; JUNIOR, L. S. Caracterização colorimétrica e da massa específica das madeiras comercializadas no Mato Grosso. **Revista Ciência da Madeira.** v10, n. 3, p. 236-246, 2019.

ZENID, G. J. Madeira: Uso sustentável na construção civil. São Paulo: **Instituto de Pesquisas Tecnológicas–SVMA.** 2009.