



**EFEITO DO TRATAMENTO TERMOMECÂNICO EM PAINÉIS OSB
SUBMETIDOS AO INTEMPERISMO NATURAL E A FUNGOS
APODRECEDORES**

MATHEUS COUTO CRISÓSTOMO

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL**

FACULDADE DE TECNOLOGIA

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA - UnB

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL**

**EFEITO DO TRATAMENTO TERMOMECÂNICO EM PAINÉIS OSB
SUBMETIDOS AO INTEMPERISMO NATURAL E A FUNGOS
APODRECEDORES**

MATHEUS COUTO CRISOSTOMO

**ORIENTADOR: CLAUDIO HENRIQUE SOARES DEL MENEZZI
DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS**

**PUBLICAÇÃO: PPGEFL.DM – 307/2018
BRASÍLIA/DF: FEVEREIRO – 2018**

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS

**“EFEITO DO TRATAMENTO TERMOMECÂNICO EM PAINÉIS OSB
SUBMETIDOS AO INTEMPERISMO NATURAL E A FUNGOS
APODRECEDORES”**

MATHEUS COUTO CRISÓSTOMO

DISSERTAÇÃO DE Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais do Departamento de Engenharia Florestal, da Faculdade de Tecnologia da Universidade de Brasília, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre.

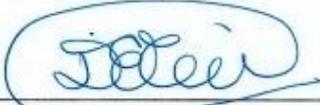
APROVADA POR:



Prof. Dr. CLAUDIO HENRIQUE SOARES DEL MENEZZI (Departamento de Engenharia Florestal – EFL/UnB);
(Orientador)



Prof. Dr. ALEXANDRE FLORIAN DA COSTA (Departamento de Engenharia Florestal – EFL/UnB);
(Examinador Interno)



Prof. Dr. DIVINO ETERNO TEIXEIRA (Serviço Florestal Brasileiro – SFB);
(Examinador Externo)

Prof. Dr. JOAQUIM CARLOS GONÇALEZ (Departamento de Engenharia Florestal – EFL/UnB).
(Examinador Suplente)

Brasília-DF, 19 de fevereiro de 2018.

FICHA CATALOGRÁFICA

CRISOSTOMO, MATHEUS COUTO

Efeito do Tratamento Termomecânico em Painéis OSB Submetidos ao Intemperismo Natural e a Fungos Apodrecedores. 2018.

139p., 210 x 297 mm (EFL/FT/UNB), Mestre, Dissertação de Mestrado – Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia. Departamento de Engenharia Florestal

1. Tratamento Termomecânico

2. OSB

3. Intemperismo natural

4. Fungos apodrecedores

I. EFL/FT/UNB

II. Título (série)

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

CRISOSTOMO, M. C. (2018). Efeito do Tratamento Termomecânico em Painéis OSB Submetidos ao Intemperismo Natural e a Fungos Apodrecedores. Dissertação de Mestrado em Ciências Florestais, Publicação PPGEFL.DM - 307/2018, Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 139p.

CESSÃO DE DIREITOS

AUTOR: Matheus Couto Crisóstomo.

TÍTULO: Efeito do Tratamento Termomecânico em Painéis OSB Submetidos ao Intemperismo Natural e a Fungos Apodrecedores.

GRAU: Mestre

ANO: 2018

É concedida à Universidade de Brasília, permissão para reproduzir e divulgar cópias totais ou parciais desta dissertação de mestrado, para fins acadêmicos e científicos, desde que citada a fonte.

Matheus Couto Crisóstomo
QI 01 BLOCO S Apartamento 305.
71020-190 Guará 1 – DF – Brasil.

AGRADECIMENTOS

Em virtude dos pouco mais de dois anos que se passaram ao longo desta etapa, e por conseqüência, de mais uma meta atingida, gostaria de agradecer:

- À Rayssa, minha esposa, namorada, amiga, por estar comigo ao longo de toda esta jornada, apoiando e motivando para que eu seguisse em frente, sempre em prol de alcançarmos nossas metas;
- Aos meus pais, Cláudia e Juan, pelo amor incondicional, e por todo o esforço que fizeram para me proporcionar tudo aquilo que sou hoje;
- Aos meus companheiros caninos, Chewie e Logan, sempre dispostos a proporcionar alegrias, e, que nas devidas proporções, compreenderam a minha ausência nas várias semanas em que estive ocupado escrevendo esta dissertação;
- Ao meu orientador, Prof^o Dr. Claudio Henrique Soares Del Menezzi, pela idealização do projeto, e pela orientação, cujas críticas e sugestões sempre tiveram como objetivo a excelência deste trabalho;
- Ao Chefe da Divisão de Pesquisa do Laboratório de Produtos Florestais (LPF), Dr. Fernando Nunes Gouveia, por permitir a realização deste trabalho nas dependências do LPF, e por estar sempre disposto a orientar, aconselhar, e dar dicas valiosas sobre a vida e sobre como ser um profissional de excelência;
- Aos Servidores Marcelo, Getúlio, Fernando Ananias, e José Roberto, pelo auxílio prestado durante a realização do trabalho na minha passagem pelo Laboratório de Biodegradação.
- Aos professores e funcionários do Departamento de Engenharia Florestal (EFL), e da Fazenda Água Limpa (FAL), pelo apoio prestado no dia a dia;
- Aos colegas do Programa de Pós-graduação em Ciências Florestais pelas companhias, dicas e sugestões que sempre se dispuseram a apresentar;
- Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de pesquisa

Dedico
esta dissertação
ao meu “vô Adalberto”
e à minha “vó Rosa” (in memoriam),
que com muito amor e carinho dedicaram
as suas vidas à Universidade de Brasília, e
que hoje
colhem
os frutos
de todo o seu esforço.

RESUMO

EFEITO DO TRATAMENTO TERMOMECÂNICO EM PAINÉIS OSB SUBMETIDOS AO INTEMPERISMO NATURAL E A FUNGOS APODRECEDORES

Autor: Matheus Couto Crisóstomo
Orientador: Dr. Claudio Henrique Soares Del Menezzi
Programa de Pós-graduação em Ciências Florestais
Brasília, 19 de fevereiro de 2018

O presente estudo teve como objetivo avaliar o efeito do tratamento termomecânico nas propriedades físicas, mecânicas e durabilidade natural de chapas de partículas orientadas (OSB – *oriented strand board*) adquiridos no mercado madeireiro do Distrito Federal, que foram expostos ao intemperismo natural, e ao ataque de fungos apodrecedores. O tratamento termomecânico consistiu na aplicação de 190°C de temperatura, e 1,5 MPa de pressão, permitindo atingir uma taxa de compressão de 12,01%, e uma taxa de densificação de 6,02%. As propriedades físicas, mecânicas e a durabilidade natural dos painéis tratados (densificado) foram comparadas com as propriedades de painéis não-tratados (testemunha). Os resultados indicaram que o tratamento termomecânico permitiu o aumento da massa específica, assim como reduziu a absorção de água e o inchamento em espessura após 2 e 24 horas de imersão, conferindo assim maior estabilidade dimensional ao painel OSB em todos os períodos de exposição ao intemperismo natural. As propriedades mecânicas também apresentaram desempenho superior nos painéis tratados, tanto em relação às propriedades de resistência (compressão paralela, dureza janka, módulo de ruptura) quanto às propriedades elásticas (módulo de elasticidade e módulo de elasticidade dinâmico). A durabilidade natural foi superior para os painéis densificados. Este resultado foi mais evidente na resistência ao ataque do fungo de podridão parda, onde o painel OSB mudou sua classe de resistência de moderadamente resistente para resistente. Entretanto, apesar da maior resistência ao ataque do fungo de podridão branca, o painel OSB não apresentou mudança de classe de resistência, permanecendo como resistente. Portanto, o tratamento termomecânico alterou as propriedades do material tratado, sendo este tratamento satisfatório para melhorar as propriedades físicas, mecânicas, assim como sua resistência biológica.

Palavras-chave: modificação termomecânica, painéis OSB, intemperismo natural, fungos apodrecedores.

ABSTRACT

EFFECT OF THERMO-MECHANICAL TREATMENT ON OSB PANELS EXPOSED TO WEATHERING AND DECAY FUNGI

Author: Matheus Couto Crisóstomo
Advisor: Dr. Claudio Henrique Soares Del Menezzi
Post-graduate Program on Forest Science
Brasilia, February of 2018

The present study aimed to evaluate the effect of thermo-mechanical treatment on physical, mechanical, and natural resistance of a commercial oriented strand boards (OSB) exposed to natural weathering and to the attack of decay fungi. The thermo-mechanical treatment involved the combination of 190°C temperature and 1.5 MPa pressure, resulting in a rate compression of 12.01%, and densification of 6.02%. The physical and mechanical properties and natural resistance of treated panels (densified) were compared to the properties of non-treated panels (control). The results indicated that the thermo-mechanical treatment allowed the increase of specific mass, as well as reduced the water absorption and the swelling in thickness after 2 and 24 hours of immersion, thus giving greater dimensional stability to the OSB panel in all periods of exposure to natural weathering. The mechanical properties also improved performance in treated panels, both resistance (parallel compression, janka hardness, and modulus of rupture) and elastic properties (modulus of elasticity and dynamic modulus of elasticity). The natural resistance was superior for densified panels. This result was most evident in the resistance to brown-rot fungi attack, where the OSB panel changed its class of resistance from moderately resistant to resistant. However, despite of the greater resistance to attack of the white-rot fungi, the OSB panel remained in the same class of resistance (resistant). Therefore, the thermo-mechanical treatment altered the properties of the treated material, being this treatment satisfactory to improve the physical and mechanical properties, as well as their biological resistance.

Keywords: Thermo-mechanical modification, OSB panel, natural weathering, decay fungi.

SUMÁRIO

RESUMO.....	VII
ABSTRACT.....	VIII
SUMÁRIO.....	IX
LISTA DE FIGURAS	XII
LISTA DE TABELAS.....	XV

DESCRIÇÃO GERAL DO TRABALHO

1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1 OBJETIVO.....	3
1.2 HIPOTESE	3
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	4
2.1. O GÊNERO <i>Pinus</i>	4
2.2. COMPÓSITOS E PAINÉIS ESTRUTURAIS DE MADEIRA	5
2.2.1. Chapa de Partículas Orientadas (OSB).....	5
2.3. FATORES INERENTES À MADEIRA.....	6
2.3.1. Propriedades Físicas	6
2.3.2. Propriedades Mecânicas.....	7
2.3.3. Resistência Biológica	8
2.4. FATORES INERENTES AO PAINEL	9
2.4.1. Características das Partículas	9
2.4.2. Gradiente Vertical de Densidade.....	10
2.5. AGENTES DETERIORANTES DA MADEIRA E SEUS DERIVADOS	11
2.5.1. Intemperismo.....	11
2.5.2. Fungos Apodrecedores.....	14
2.6. MODIFICAÇÃO TERMOMECÂNICA	15
2.6.1. Alterações nas Propriedades Físicas, Mecânicas e na Resistência Biológica.....	17

CAPÍTULO I: EFEITO DO TRATAMENTO TERMOMECÂNICO NA RESISTÊNCIA DE PAINÉIS OSB EXPOSTOS AO INTEMPERISMO NATURAL

1. INTRODUÇÃO.....	20
2. MATERIAL E MÉTODOS	22
2.1. COMPÓSITO DE MADEIRA	22

2.2. TRATAMENTO TERMOMECÂNICO	23
2.3. EXPOSIÇÃO AO INTEMPERISMO NATURAL	25
2.4. CARACTERIZAÇÃO DAS PROPRIEDADES FÍSICAS	27
2.4.1. Massa específica aparente	27
2.4.2. Ensaio de Absorção de água e Inchamento em espessura	33
2.5. CARACTERIZAÇÃO DAS PROPRIEDADES MECÂNICAS.....	29
2.5.1. Compressão Paralela.....	30
2.5.2. Dureza Janka	30
2.5.3. Ondas de Tensão.....	31
2.5.4. Flexão Estática.....	32
2.6. ANÁLISE DOS RESULTADOS	33
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
3.1. TRATAMENTO TERMOMECÂNICO	34
3.2. EXPOSIÇÃO AO INTEMPERISMO NATURAL	37
3.3. CARACTERIZAÇÃO DAS PROPRIEDADES FÍSICAS	40
3.3.1. Massa Específica aparente	40
3.3.2. Absorção de Água e Inchamento em Espessura.....	42
3.4. CARACTERIZAÇÃO DAS PROPRIEDADES MECÂNICAS.....	52
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	57

CAPITULO II: EFEITO DO TRATAMENTO TERMOMECÂNICO NA RESISTÊNCIA DE PAINÉIS OSB AO ATAQUE DE FUNGOS APODRECEDORES

1. INTRODUÇÃO	59
2. MATERIAL E MÉTODOS	61
2.1. COMPÓSITO DE MADEIRA	61
2.2. TRATAMENTO TÉRMICO.....	61
2.3. PREPARAÇÃO DOS CORPOS-DE-PROVA.....	62
2.4. FUNGOS APODRECEDORES	62
2.5. AMOSTRAS CONTROLE	63
2.6. ENSAIO DE APODRECIMENTO ACELERADO	63
2.7. ANÁLISE DOS RESULTADOS	65
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	66

3.1. PERDA DE MASSA E CLASSE DE RESISTÊNCIA	66
3.2. ASPECTO VISUAL	68
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	71
CONCLUSÕES GERAIS E RECOMENDAÇÕES.....	72
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	73
APÊNDICE I.....	83
APÊNDICE II	103
APÊNDICE III.....	105
APÊNDICE IV	121

LISTA DE FIGURAS

DESCRIÇÃO GERAL DO TRABALHO

Figura 1. Painel OSB utilizado como viga em I (A), e como tapume para delimitar canteiro de obra (B)	1
Figura 2. Face Tangencial (A) e Radial (B) de madeira de <i>Pinus</i> spp.....	4
Figura 3. Chapas de Partículas Orientadas (OSB) de três e cinco camadas	6
Figura 4. Efeito da geometria das partículas no módulo de ruptura dos painéis OSB	10
Figura 5. Influência do tempo de prensagem no Gradiente vertical de densidade	10
Figura 6. Isotermas de Sorção de Painéis OSB e o fenômeno da Histerese	11
Figura 7. Isotermas de madeira sólida e painéis reconstituídos	12
Figura 8. Mecanismo de inchamento em espessura de painéis de madeira	13
Figura 9. Radical do guaiacol formado após irradiação da madeira.....	13
Figura 10. Variação no módulo de elasticidade de um polímero amorfo de acordo com a temperatura (A) e a temperatura de transição vítrea dos componentes isolados da madeira em função do teor de umidade (B)	16
Figura 11. Esquema de modificação termomecânica, e técnicas aplicadas para reduzir o efeito do “ <i>Shape memory</i> ”	17

CAPÍTULO I

Figura 1. Esquema de corte dos painéis de 40 x 40 x 1,5 cm, a partir de chapa de OSB com dimensões comerciais, e dos painéis OSB para os ensaios de propriedades físicas e mecânicas, a partir dos painéis desdobrados	22
Figura 2. Aplicação do tratamento termo mecânico em painel OSB	23
Figura 3. Diagrama de variação de Pressão e Temperatura ao longo do tratamento termomecânico	23
Figura 4. Ensaio de exposição ao intemperismo natural ilustrando os painéis OSB sem tratamento (A) e com tratamento termomecânico (B) na Faculdade de Tecnologia (FT/UnB)	26
Figura 5. Delineamento experimental para avaliação do efeito do intemperismo sobre as propriedades físicas e mecânicas dos painéis OSB sem tratamento (Testemunha) e com tratamento termomecânico (Densificado)	26
Figura 6. Balança digital (A), Relógio comparador (B), e Estufa com circulação forçada de ar (C)	27

Figura 7. Máquina Universal de Ensaios para ensaios de compressão paralela (A), flexão estática (B) e Dureza Janka (C)	29
Figura 8. Determinação do Módulo de elasticidade dinâmico (E_d) através do método de propagação de ondas	31
Figura 9. Temperatura interna dos painéis e ajustes realizados pela prensa durante o tratamento termomecânico	34
Figura 10. Comparativo entre a massa específica aparente antes e após aplicação do tratamento termomecânico (A). Valores médios das taxas de compressão, densificação, e perda de massa (B)	35
Figura 11. Painéis de OSB sem tratamento (Testemunha) e com tratamento termomecânico (Densificado)	36
Figura 12. Condições climáticas de temperatura (A), radiação global (B), precipitação (C), e Umidade relativa do ar (D) durante o ensaio de intemperismo natural, no período entre Outubro/2016 e Setembro/2017.....	38
Figura 13. Aspecto visual dos painéis OSB sem tratamento (T) e com tratamento termomecânico (D) para cada período de exposição ao intemperismo natural	39
Figura 14. Massa específica aparente dos painéis OSB sem tratamento (Testemunha) e com tratamento termomecânico (Densificados) para cada período de exposição ao intemperismo natural	40
Figura 15. Taxa de absorção de água dos painéis OSB sem tratamento (T) e com tratamento termomecânico (D) para cada intervalo de exposição ao Intemperismo natural, durante o período de imersão	43
Figura 16. Taxa de inchamento dos painéis OSB sem tratamento (T) e com tratamento termomecânico (D) para cada intervalo de exposição ao Intemperismo natural, durante o período de imersão	44
Figura 17. Absorção de água após 2 e 24 horas de imersão, e teor de umidade de equilíbrio do painel OSB sem tratamento (Testemunha) e com tratamento termomecânico (Densificado) para os períodos de 0, 3, 6, 9 e 12 meses de exposição ao Intemperismo natural.....	47
Figura 18. Inchamento em espessura após 2 e 24 horas de imersão, e a taxa de não-retorno em espessura do painel OSB sem tratamento (Testemunha) e com tratamento termomecânico (Densificado) para os períodos de 0, 3, 6, 9 e 12 meses de exposição ao Intemperismo natural	49

Figura 19. Resistência à compressão paralela e Dureza janka do painel OSB sem tratamento (Testemunha) e com tratamento termomecânico (Densificado) para cada período de exposição ao Intemperismo natural.....	53
Figura 20. Módulo de elasticidade, e Módulo de Ruptura do painel OSB sem tratamento (Testemunha) e com tratamento termomecânico (Densificado) para cada período de exposição ao intemperismo natural.....	54

CAPITULO II

Figura 1. Corpos-de-prova de Painel OSB sem tratamento (Testemunha) e com tratamento termomecânico (Densificado) para ensaio acelerado de ataque de fungos	62
Figura 2. Amostra controle de <i>Cecropia</i> spp. (A) atacada por <i>T. versicolor</i> , e <i>Pinus</i> spp. (B) atacada por <i>G. trabeum</i> , após período de nove semanas	63
Figura 3. Câmara incubadora (A) com painel de controle (B) para ajustes de temperatura e umidade	64
Figura 4. Classe de resistência do painel OSB sem tratamento (Testemunha) e com tratamento termomecânico (Densificado) após exposição ao ataque de <i>T. versicolor</i>	66
Figura 5. Classe de resistência do painel OSB sem tratamento (Testemunha) e com tratamento termomecânico (Densificado) após exposição ao ataque de <i>G. trabeum</i>	67
Figura 6. Aspecto visual de amostra de OSB sem tratamento (Testemunha) antes e após ataque de <i>T. versicolor</i> (Podridão Branca).....	69
Figura 7. Aspecto visual de amostra de OSB com tratamento termomecânico (Densificado) antes e após ataque de <i>G. trabeum</i> (Podridão Parada).....	69

LISTA DE TABELAS

DESCRIÇÃO GERAL DO TRABALHO

Tabela 1. Valores médios de massa específica da madeira	7
Tabela 2. Potencial de uso da madeira a partir da determinação de suas propriedades mecânicas	8

CAPITULO I

Tabela 1. Parâmetros utilizados no ensaio de resistência à compressão paralela em painéis OSB em função do tratamento e do período de exposição ao intemperismo natural	30
Tabela 2. Parâmetros utilizados no ensaio de resistência à flexão estática em painéis OSB em função do tratamento e do período de exposição ao intemperismo natural	32
Tabela 3. Valores médios de massa e espessura dos painéis OSB para cada período de avaliação	40
Tabela 4. Correlação de Pearson entre a massa, a espessura, e a massa específica aparente com as variáveis climáticas	41
Tabela 5. Valores médios de massa e espessura do painel OSB sem tratamento e com tratamento termomecânico, para cada período de exposição ao intemperismo	42
Tabela 6. Correlação de Pearson entre a absorção de água após 2 e 24 horas de imersão, e o teor de umidade de equilíbrio com as variáveis climáticas	50
Tabela 7. Correlação de Pearson entre o inchamento em espessura após 2 e 24 horas de imersão, e a taxa de não-retorno em espessura com as variáveis climáticas.....	52
Tabela 8. Propriedade residual do painel OSB sem tratamento, e com tratamento termomecânico, após 12 meses de exposição ao intemperismo natural	55
Tabela 9. Correlação de Pearson entre as propriedades mecânicas e as variáveis climáticas para o painel OSB sem tratamento e com tratamento termomecânico.	57

CAPITULO II

Tabela 1. Classes de resistência da madeira a fungos xilófagos com relação à perda de massa (ASTM D2017, 2005)	65
Tabela 2. Média de perda de massa e respectiva classe de resistência dos painéis OSB controle usadas no ensaio acelerado de apodrecimento	66
Tabela 3. Incremento da resistência biológica do painel OSB ao ataque de <i>T. versicolor</i> e <i>G. trabeum</i> em função da aplicação do tratamento termomecânico	67

LISTA DE SÍMBOLOS, NOMENCLATURA E ABREVIACÕES

AA	Absorção de água
ASTM	<i>American Society for Testing and Materials</i>
atm	Atmosfera
C	Amostra controle de <i>Cecrópia spp.</i> para teste de Podridão Branca
cm	centímetro
CV	Coeficiente de Variação
DB	Amostra densificada para teste de Podridão Branca
DP	Amostra densificada para teste de Podridão Parda
<i>Ed</i> //	Módulo de elasticidade dinâmico
<i>Em</i>	Módulo de elasticidade
FAL	Fazenda Água Limpa
FF	Fenol-formaldeído
$fc0^\circ$	Resistência à compressão paralela às fibras
$fc90^\circ$	Resistência à compressão perpendicular às fibras
f_H	Dureza Janka
<i>fm</i>	Módulo de ruptura
FT	Faculdade de Tecnologia
GT	<i>Gloeophyllum trabeum</i>
IE	Inchamento em espessura
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
LPF	Laboratório de Produtos Florestais
MDI	Isocianato
MJ	Mega-Joule
m	metro
mm	milímetro
MPa	Mega-Pascal
N	Newton
OSB	Oriented Strand Board (Chapa de Partículas Orientadas)
P	Amostra controle de <i>Pinus spp.</i> para teste de Podridão Parda
PM	Perda de massa
PSF	Ponto de Saturação das fibras
PTS	Inchamento e Espessura Permanente
SFB	Serviço Florestal Brasileiro
TB	Amostra testemunha para teste de Podridão Branca
T_f	Espessura final após 12 meses de exposição
T_g	Temperatura de Transição Vítrea
T_i	Espessura inicial prévia à exposição
TNRE	Taxa de não-retorno em espessura
TP	Amostra testemunha para teste de Podridão Parda
TUE	Teor de umidade de Equilíbrio
TV	<i>Trametes versicolor</i>
TxC	Taxa de compactação
TxD	Taxa de densificação
UnB	Universidade de Brasília
URA	Umidade relativa do Ar
UV	Ultra-violeta
ρ	Massa específica aparente
$^\circ\text{C}$	Graus Celsius

DESCRIÇÃO GERAL DO TRABALHO

1. INTRODUÇÃO

O painel de partículas orientadas (OSB) é um produto formado por partículas longas de madeira com formato retangular (strands), as quais são depositadas em camadas, sendo que nas camadas externas as partículas possuem orientação paralela ao comprimento da chapa, enquanto que a camada interior possui orientação perpendicular às camadas da face (TOMASELLI; TUOTO, 1998). No sentido de viabilizar o uso deste material para atender fins estruturais, é fundamental que este apresente não apenas pequena variação em relação as suas propriedades físicas e mecânicas, como também apresente elevada resistência biológica, mesmo quando utilizado em ambientes externos.

Nesse contexto, os painéis OSB são produtos que possuem a capacidade de atender tais exigências, pois podem ser utilizados como paredes, suportes para forros e pisos, e componentes de vigas “T”, (IWAKIRI et al., 2008; CSA, 1993). Entretanto, Vidal e Hora (2014) afirmam que, a despeito da falta de estatísticas oficiais, existe um incipiente consumo de OSB no país, sendo a indústria da construção civil sua demanda principal, na utilização de formas de concreto e tapumes, ao contrário do enorme crescimento registrado na América do Norte e Europa, onde o painel é utilizado para fins estruturais.



Figura 1. Painel OSB utilizado como viga em I (A), e como tapume para delimitar canteiro de obra (B) Fonte: LP BRASIL (2017).

Segundo Del Menezzi et al. (2008) um dos motivos pelo incipiente uso do painel OSB no país pode estar relacionado à sua menor estabilidade dimensional quando comparado aos

painéis compensados. Todavia, tal limitação se torna mais evidente quando o material é exposto ao intemperismo, fenômeno que provoca a deterioração dos polímeros (celulose, hemicelulose e lignina) presentes na madeira (GEORGE et al., 2005), e cuja intensidade varia em função da combinação dos fatores que determinam o clima de uma região, como é o caso da precipitação, radiação solar, umidade relativa do ar e ação do vento (WILLIAMS, 2005).

A umidade afeta principalmente a estabilidade dimensional dos painéis, pois estes apresentam elevado nível de tensão decorrente do processo de prensagem, e a umidade facilita a liberação destas tensões, provocando assim o inchaço do painel (DEL MENEZZI, 2004), fenômeno bastante comum entre os painéis reconstituídos. Já a radiação é responsável principalmente pela alteração da coloração, pois a luz UV provoca reações químicas sobre os polímeros que estão presentes na madeira, e que são responsáveis por conferir a coloração à madeira, resultando na mudança do aspecto do painel ao longo do tempo (GEORGE et al., 2005).

Apesar disso, diversos métodos e tratamentos vem sendo desenvolvidos no sentido de tornar os materiais lignocelulósicos mais competitivos em relação ao aço e o concreto, principais materiais empregados na construção civil. Um deles é o uso combinado de temperatura e pressão, conhecido como tratamento termomecânico. Este processo tem sido utilizado para melhorar as propriedades intrínsecas da madeira, produzir novos materiais, e permitir novas formas e funcionalidades, ampliando o potencial dos materiais lignocelulósicos (NAVI; SANDBERG, 2012).

A modificação termomecânica apresenta vantagem em relação à modificação térmica, pois apesar desta técnica permitir a redução da higroscopicidade e o aumento da estabilidade dimensional da madeira, ainda promovia certo nível de degradação térmica (ROWELL; BANKS, 1985). Todavia, embora tal degradação acarretasse em uma melhora da resistência biológica decorrente das reações químicas sobre os polímeros que as constituem (UNSAI et al., 2009), trazia como consequência uma redução da resistência mecânica (YILDIZ et al., 2006). Dessa forma, a aplicação de pressão sobre o material permite a redução dos espaços vazios e, conseqüentemente, o aumento da densidade do material, permitindo com que materiais leves e porosos possam ser utilizados em situações onde é necessária maior resistência mecânica (KAMKE, 2006).

Nesse contexto, o presente trabalho visa apurar o efeito do tratamento termomecânico sobre os painéis OSB com o objetivo de melhorar sua resistência biológica frente ao ataque de fungos apodrecedores, e na manutenção de suas propriedades físicas, mecânicas frente à ação do intemperismo.

1.1. OBJETIVO

O objetivo geral do trabalho consiste em densificar painéis OSB comerciais fabricados para fins estruturais, através da aplicação de tratamento termomecânico, visando aumentar a resistência à ação do intemperismo, e aumentar a sua resistência biológica à ação de fatores bióticos (fungos apodrecedores).

Os objetivos específicos são:

- Avaliar o efeito do tratamento termomecânico nas propriedades físicas e mecânicas dos painéis OSB, e o desempenho destas após exposição ao intemperismo natural durante 12 meses;
- Analisar a resistência dos painéis OSB ao ataque de fungos apodrecedores, após aplicação do tratamento termomecânico, por meio de ensaio acelerado de podridão branca e parda realizado em laboratório;
- Avaliar metodologia que propõe o aumento da durabilidade dos painéis OSB comerciais quando utilizados em ambientes externos, e em relação a sua resistência ao ataque de organismos xilófagos.

1.2. HIPÓTESE

O tratamento termomecânico é uma técnica que melhora as propriedades físicas e mecânicas, dos painéis OSB, assim como também aumenta a resistência destas propriedades à ação das intempéries (fatores abióticos), e a resistência biológica ao ataque de fungos apodrecedores (fatores bióticos).

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. O GÊNERO *Pinus*

O gênero *Pinus*, pertencente à ordem Coniferae, ocorre em todo hemisfério Norte, sendo que o *Pinus taeda* e o *Pinus elliottii*, principais espécies do gênero, são originários do Canadá e dos Estados Unidos (NOGUEIRA, 2003).

No Brasil, os plantios de florestas de *Pinus* (*Pinus* spp.) foram introduzidos em 1947, sendo a região sul aquela onde apresentaram notável adaptação (SFB, 2016). Todavia, representam atualmente a segunda espécie com maior área de floresta plantada (2.079.162 ha), ficando apenas atrás do Eucalipto (IBGE, 2016).

Quanto às características sensoriais, a madeira de *Pinus* spp (Figura 2). é geralmente de coloração clara, com cerne e alborno indistintos pela cor, cheiro e gosto distintos e característicos, grã direita e textura fina (IPT, 2017).

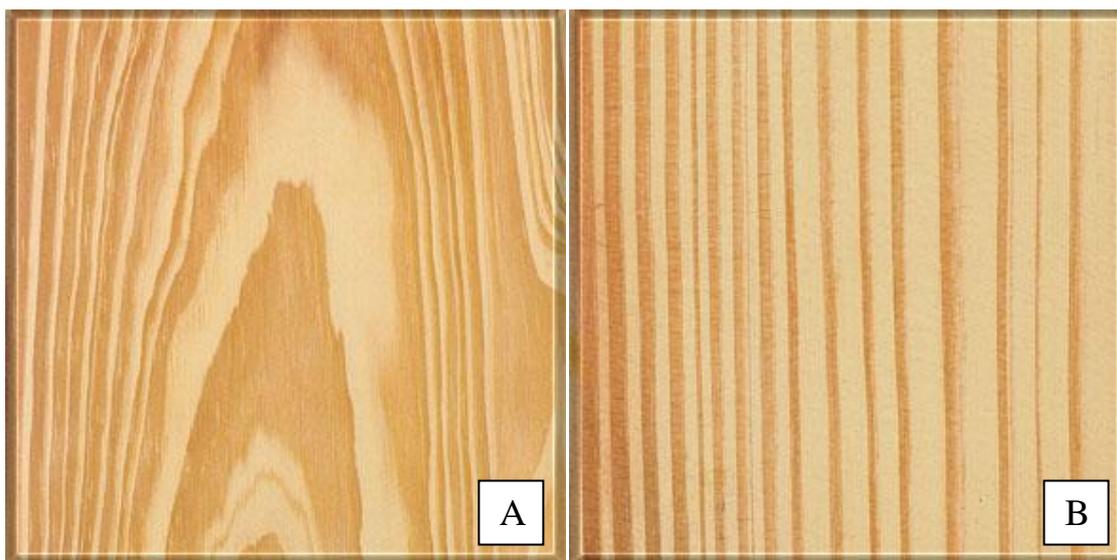


Figura 2. Face Tangencial (A) e Radial (B) de madeira de *Pinus* spp. Fonte: IPT (2017).

Já em relação às propriedades físicas, é conhecida como “Softwood”, ou seja, madeira macia ou de baixa densidade (BERTOLINI, 2011). Segundo Barillari (2002), é uma espécie de baixa durabilidade natural, com vida útil inferior a dois anos quando em contato direto com o solo.

No país, a madeira de *Pinus* spp. oriunda dos reflorestamentos implantados nas Regiões Sul e Sudeste, é empregada na construção civil leve interna, sendo utilizada principalmente na forma de forros, painéis, lambris e guarnições, onde o aspecto decorativo da madeira não é fator limitante. Além disso, esta madeira é utilizada também no mercado

moveleiro, para a fabricação de painéis aglomerados, vigas laminadas e coladas (LVL), e chapas MDF, produtos cuja matéria-prima preferida para sua fabricação é madeira de florestas plantadas, com características uniformes e, preferencialmente de baixa densidade de massa e cor clara (IPT, 2009).

2.2. COMPÓSITOS E PAINÉIS ESTRUTURAIS DE MADEIRA

Os painéis são estruturas fabricadas com madeiras em lâminas ou em diferentes granulometrias, que são aglutinadas pela ação da pressão e temperatura, com uso de resinas na maioria dos casos (MATTOS et al., 2008).

No âmbito nacional, a demanda por painéis de madeira reconstituídos vem apresentando crescimento acelerado, acima do Produto Interno Bruto (PIB), tendo o setor moveleiro como principal cliente (VIDAL; HORA, 2014).

De acordo com Iwakiri et al. (2005), as principais vantagens dos painéis reconstituídos em relação à madeira maciça são:

- Eliminação dos efeitos de anisotropia (face tangencial/ radial/ transversal);
- Redução da variabilidade em função da posição no tronco (cerne/ alburno, lenho juvenil/tardio);
- Menor restrição dimensional (confecção em diversos tamanhos);
- Menor custo de produção.

Dentro dos painéis reconstituídos, existem aqueles que foram desenvolvidos para atender fins estruturais. Estes painéis possuem como principais características: o emprego de adesivo resistente à umidade (ASTM D2559, 2012), e o alinhamento da grã dos componentes de madeira, prioritariamente paralelo ao comprimento da peça, o que permite aumentar a rigidez e a resistência do painel (SHMULSKY; JONES, 2011). Todavia, Costa e Del Menezzi (2017) afirmam que os painéis estruturais são produzidos a partir de uma grande variedade de materiais e de tamanhos que podem variar de madeira serrada até fibras.

2.2.1. Chapa de Partículas Orientadas (OSB)

O OSB (*Oriented Strand board*), também chamada de Chapas de partículas orientadas, é um painel formado por tiras ou lascas “strands” de madeiras, orientadas e consolidadas através da aplicação de resinas, calor e pressão (BORTOLETTO Jr; GARCIA, 2004). Ainda que também empregado em móveis, é mais largamente usado em painéis

decorativos, em embalagens, e na construção civil, em que concorre com os compensados na utilização em formas para concreto e tapumes (VIDAL; HORA, 2014).

Em relação à sua estrutura, a configuração mais comum possui três camadas, sendo que as camadas externas apresentam orientação paralela à direção do painel, enquanto que a camada interna é perpendicular (TSUOMIS, 1991). Segundo Bortoletto Jr e Garcia (2004), tal forma de construção é semelhante ao compensado, painel reconstituído a partir de lâminas que são coladas com direção ortogonal, visando restringir a movimentação tangencial e melhorar a estabilidade dimensional.

Contudo, Bowyer et al. (2007) afirmam que a característica mais importante na confecção do painel é a densidade das partículas, de maneira que é preferível utilizar espécies de baixa densidade, pois estas conferem melhores propriedades mecânicas, e menor variação de densidade dentro do painel. Todavia, os mesmos autores indicam que as partículas devem apresentar geometria definida, retangular, sendo o comprimento pelo menos duas vezes maior que a largura.

A Figura 3 apresenta a concepção construtiva dos painéis OSB de três e cinco camadas.

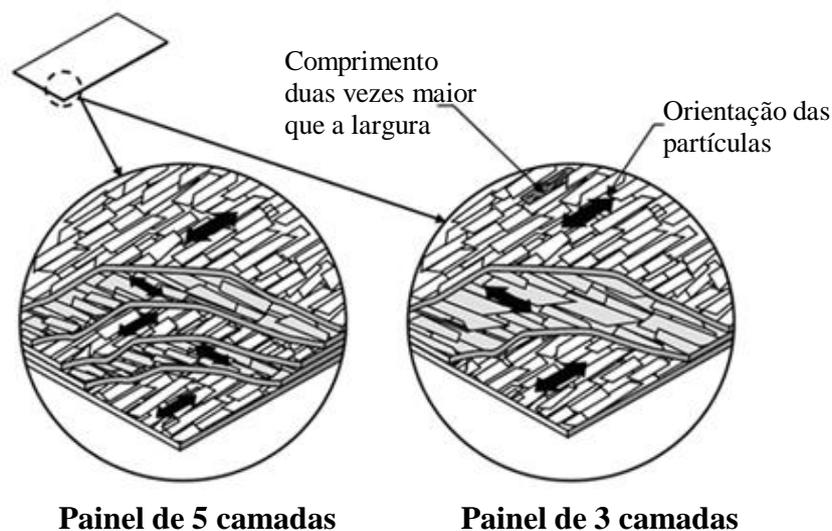


Figura 3. Chapas de Partículas Orientadas (OSB) de três e cinco camadas. Adaptado de: Bowyer et al. (2007).

2.3. FATORES INERENTES À MADEIRA

2.3.1. Propriedades Físicas

A massa específica, também denominada como densidade, representa a quantidade de matéria lenhosa por unidade de volume presente ou, de forma inversa, o volume de espaços vazios existentes na madeira. Quanto à caracterização tecnológica, constitui uma das

propriedades mais importantes, pois dela dependem a maior parte de suas propriedades físicas e mecânicas (SHIMOYAMA,1990).

Por ser um produto de origem biológico em constante desenvolvimento, a madeira não apresenta valores fixos de massa específica, visto que esta é um reflexo de inúmeras influências externas e internas que atuam na organização e dimensões das células do lenho. Como influências internas e podem-se citar a espécie, a umidade, lenho inicial e tardio, largura dos anéis de crescimento, e posição no tronco. Como influências externas citam-se: o local de crescimento e as técnicas silviculturais empregadas (BURGER; RICHTER, 1991).

A Tabela 1 apresenta os valores médios de massa específica para diversas espécies florestais.

Tabela 1. Valores médios de massa específica da madeira.

Nome Comum	Nome Botânico	$\rho_0\%$ (g/cm ³)
Guaiaco (Pau Santo)	<i>Guajacum officinale</i>	1,23 - 1,40
Cabriuva Vermelha	<i>Myroxylon balsaum</i>	0,95
Pau Marfim	<i>Balforodendron riedelianum</i>	0,84
Amendoim	<i>Pterogyne nitens</i>	0,77
Canjerana	<i>Cabrlea cangerana</i>	0,67
Baguaçú	<i>Talauma ovata</i>	0,56
Pinheiro do Paraná	<i>Araucaria angustifolia</i>	0,55
Cedro	<i>Cedrela spp.</i>	0,53
Mandioqueira	<i>Didymopanax calvum</i>	0,52
Guapuruvú	<i>Schizolobium parahybum</i>	0,32
Balsa	<i>Ochroma lagopus</i>	0,13 - 0,20

(MAINIERI, 1978)

Segundo Mainieri (1978), a madeira apresenta limites biológicos para a massa específica (0,13 e 1,40 g/cm³), não existindo valores mais altos ou mais baixos para esta propriedade. Entretanto, Kollmann e Côte (1968) afirmam que esta variação de comportamento entre as espécies ocorre de acordo com a presença de espaços vazios na madeira, visto que a matéria lenhosa é bastante semelhante, podendo ser admitida como 1,50 g/cm³.

2.3.2. Propriedades Mecânicas

Representam a medida da resistência apresentada pela madeira às forças exteriores, podendo ser divididas como propriedades elásticas e inelásticas (TSOUMIS, 1991).

Segundo Melo et al. (2010), estas propriedades são determinadas à partir de numerosos ensaios de qualificação do material, de maneira que, uma vez conhecidas,

permitam estabelecer com segurança se uma determinada espécie ou painel reconstituído pode atender um determinado fim, seja ele estrutural ou não.

A Tabela 2 apresenta alguns exemplos de ensaios para determinação de propriedades mecânicas, e a situação de desempenho que o material pode atender.

Tabela 2. Potencial de uso da madeira a partir da determinação de suas propriedades mecânicas. Adaptado de: Carvalho (1996).

Propriedades	Situações de desempenho das peças
$fc0^\circ$	Determina a carga que uma coluna pode suportar.
$fc90^\circ$	Importante na definição das ligações entre elementos ou peças de madeira e nos apoios de uma viga em construção.
fH	Relativa à resistência à endentação que um piso apresenta.
E_m	Medida da resistência à deformação por flexão, isto é, diretamente relativa à rigidez de uma viga.
F_m	Determina a carga que uma viga pode suportar.

2.3.3. Resistência Biológica

A resistência biológica ou durabilidade natural da madeira é definida como a capacidade inerente de cada espécie de resistir à ação de agentes deterioradores, sejam eles bióticos, físicos ou químicos (PAES, 2002).

Nesse contexto, Carneiro et al. (2009) afirmam que a durabilidade natural está associada à presença de extrativos, os quais permitem inibir o ataque de fungos apodrecedores e térmitas, de modo que a variação da durabilidade entre as espécies pode estar associada ao teor destas substâncias presentes na madeira. Além disso, Silva (2007) afirma que fatores anatômicos como posição no tronco também influenciam nesta propriedade, sendo a porção do alburno mais suscetível à deterioração em comparação ao cerne, visto que segundo o autor, é nessa porção onde a árvore armazena o material nutritivo.

Para quantificar a resistência biológica da madeira, foram desenvolvidos ensaios de campo e ensaios de laboratório. Segundo Costa et al. (2005), os testes em campo permitem avaliar com fidelidade situações de uso da madeira, contudo, tais testes requerem de um determinado período de tempo, em geral anos, para determinar a vida útil da espécie a ser avaliada. Por outro lado, os testes em laboratório consistem na exposição de amostras à

fungos xilófagos ou térmitas, durante um período pré-estabelecido por normas específicas. Após este período, é mensurada a perda de massa, e determinada a sua classe de resistência de acordo com os resultados apresentados (OLIVEIRA et al., 1986).

Todavia, tal resistência não apresenta durabilidade indefinida, de modo que é necessário o desenvolvimento e a aplicação de técnicas que permitam aumentar tais propriedades de modo a prolongar a vida útil em serviço e evitar custos com substituição de peças (PAES et al. 2004). Segundo Calonego et al. (2010) a madeira costuma ter a sua resistência biológica melhorada através da impregnação de produtos químicos. Entretanto, apesar dos ingredientes ativos apresentarem emissões baixíssimas durante e após a fixação da substância preservante na madeira, o emprego destas substâncias não é considerado uma prática ecologicamente correta pela sociedade. Dessa forma, Homan et al. (2000) afirmam que é possível melhorar a resistência biológica da madeira através da aplicação dos tratamentos térmicos, sem que haja a inserção de substâncias tóxicas.

2.4. FATORES INERENTES AO PAINEL

2.4.1. Características das Partículas

Segundo Maloney (1996), as propriedades finais das chapas OSB estão diretamente relacionadas às características das partículas, sendo que os fatores mais importantes durante o processo produtivo são: espécie de madeira, quantidade e distribuição em camadas, tamanho e teor de umidade, densidade da madeira, e orientação das partículas. Ainda segundo o autor, todos estes fatores apresentam interações que podem tanto aumentar quanto diminuir a qualidade destes painéis.

Nesse contexto, Suzuki e Takeda (2000) realizaram um estudo avaliando o efeito da geometria e da orientação das partículas no desempenho dos painéis OSB (Figura 4), e constataram que a melhor construção é aquela utilizando partículas retangulares com orientação paralela ao comprimento do painel. Contudo, embora os autores tenham constatado que painéis com orientação unidirecional apresentam maior módulo de ruptura, IPT (2009) afirma que quando a camada interna é disposta na orientação perpendicular, há um ganho de estabilidade dimensional, pois esta camada exerce um comportamento semelhante ao dos painéis compensados, onde a variação tangencial é “compensada” pela variação longitudinal.

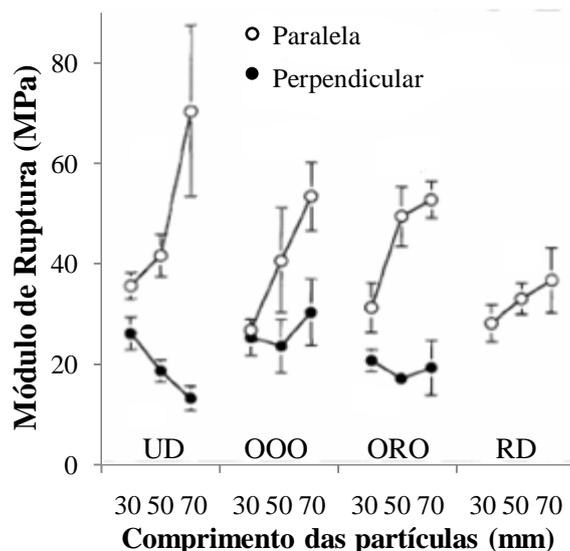


Figura 4. Efeito da geometria das partículas no módulo de ruptura dos painéis OSB. Adaptado de: Suzuki e Takeda (2000). Onde: UD- Unidirecional; OOO – 3 camadas orientadas; ORO – face orientada/miolo aleatório; RD – aleatório.

2.4.2. Gradiente Vertical de Densidade

De acordo com Steidl et al. (1999), a densidade nos painéis reconstituídos não se manifesta de maneira homogênea dentro do painel, mas sim através de um gradiente (Figura 5), o qual se caracteriza pelo aumento da densidade em relação às faces do painel, seguido por um acentuado declínio na camada interna. Ainda segundo os autores, os principais fatores que influenciam o gradiente vertical de densidade são: temperatura da prensagem, o tempo de fechamento, o número de etapas de prensagem, e o teor de umidade das partículas.

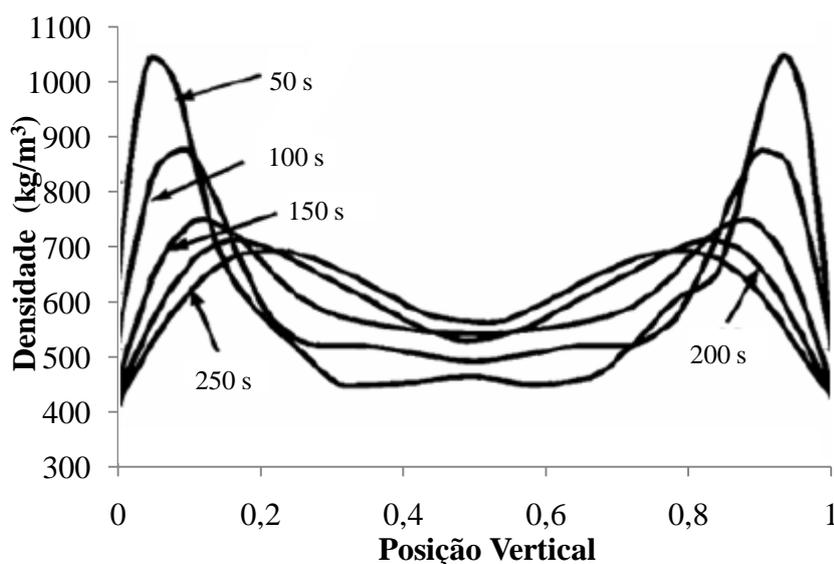


Figura 5. Influência do tempo de prensagem no Gradiente vertical de densidade. Adaptado de: Painter (2006).

2.5. AGENTES DETERIORANTES DA MADEIRA E SEUS DERIVADOS

2.5.1. Intemperismo

É a lenta deterioração a qual os materiais estão sujeitos quando expostos ao ambiente, e que cujo mecanismo de degradação varia de acordo com cada material, mas que de modo geral é a combinação de fatores presentes na natureza, isto é, umidade, radiação solar e a ação dos ventos (WILLIAMS, 2005).

Representa um grande problema para o mercado florestal, pois segundo KLOCK et al. (2005) a madeira é um material que possui caráter higroscópico, isto é, capacidade de absorver ou perder água para o meio, e, tendo em vista que a umidade relativa do ar é uma condição climática que apresenta ampla variação, a madeira está sujeita aos fenômenos de sorção (Figura 6), isto é, variações no teor de umidade que resultam na contração e no inchamento do material, e, conseqüentemente, afetam a sua estabilidade dimensional (BURGER; RICHTER 1991). Por outro lado, Jankowsky (1985) afirma que quando a madeira enfrenta condições climáticas estáveis, o seu teor de umidade buscará atingir um equilíbrio dinâmico com a umidade relativa do ar, situação que é definida como Teor de Umidade de Equilíbrio (TUE).

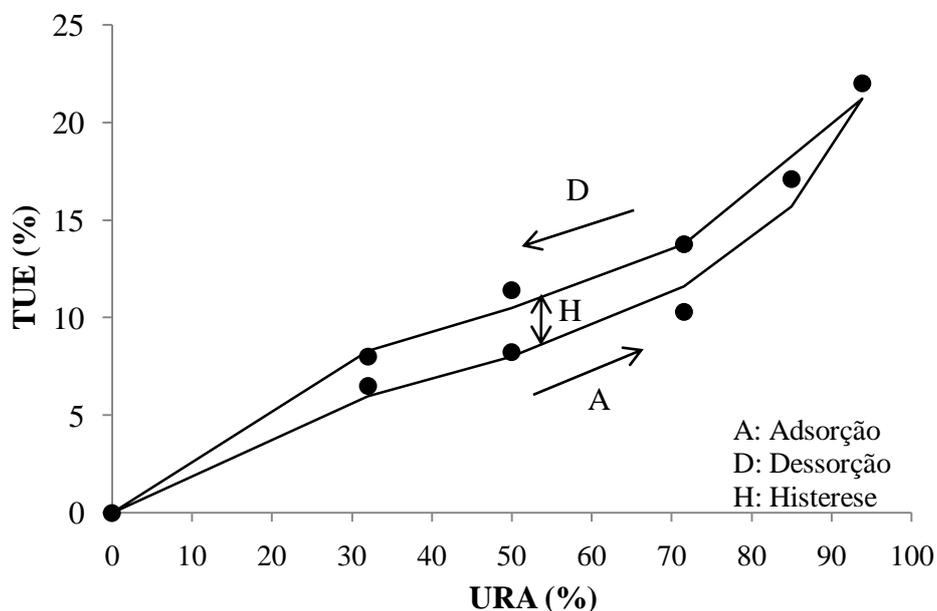


Figura 6. Isotermas de Sorção de Painéis OSB e o fenômeno da Histerese. Adaptado de WU e REN (2000).

Nesse contexto, estudos foram desenvolvidos com o objetivo de reduzir o caráter higroscópico da madeira e, conseqüentemente a sua instabilidade dimensional frente à ação do intemperismo. Halligan e Schniewind (1972) constataram que a curva de sorção da madeira possui tendência sigmoïdal, tendência que também se repete nos painéis reconstituídos, porém em menor intensidade (Figura 7), visto que o teor de umidade de equilíbrio observado para estes painéis foi inferior ao da madeira sólida para uma mesma condição ambiental. De acordo com Kelly (1977), o melhor desempenho apresentado pelos painéis pode ser explicado pelo aumento da massa específica, e pela utilização de adesivos e parafinas, os quais podem bloquear parcialmente os sítios de adsorção.

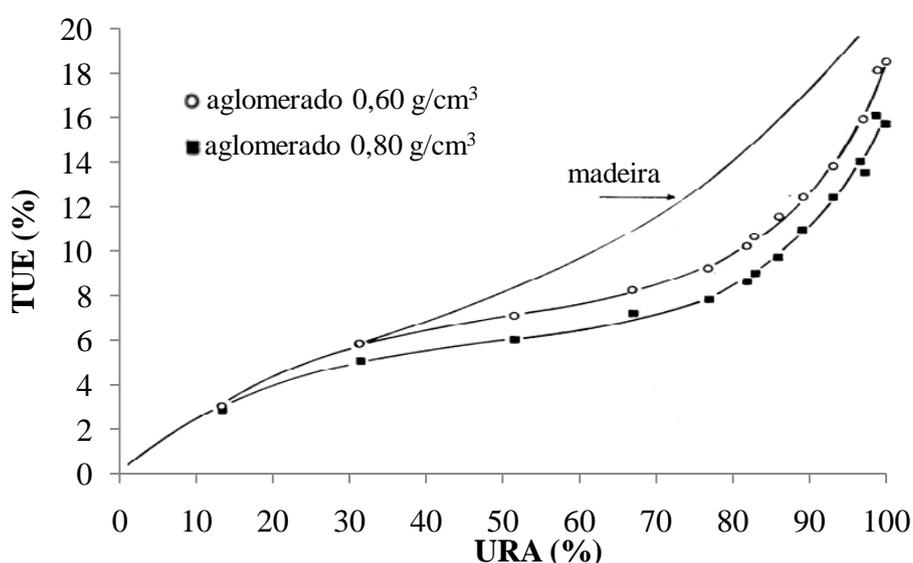


Figura 7. Isothermas de madeira sólida e painéis reconstituídos. Adaptado de: Halligan e Schniewind (1972).

Em contrapartida, cabe destacar que apesar dos painéis reconstituídos apresentarem menor teor de umidade de equilíbrio em relação à madeira sólida, Del Menezzi (2004) afirma que a estabilidade dimensional destes painéis está sujeita também às tensões de compressão as quais são submetidos durante a sua confecção. Logo, quando o painel entra em contato com a umidade, as tensões de compressão resultam em um aumento irrecuperável da espessura, visto que a retirada de umidade não permite o recuo à espessura inicial, fator que é quantificado através da taxa de não-retorno em espessura (Figura 8).

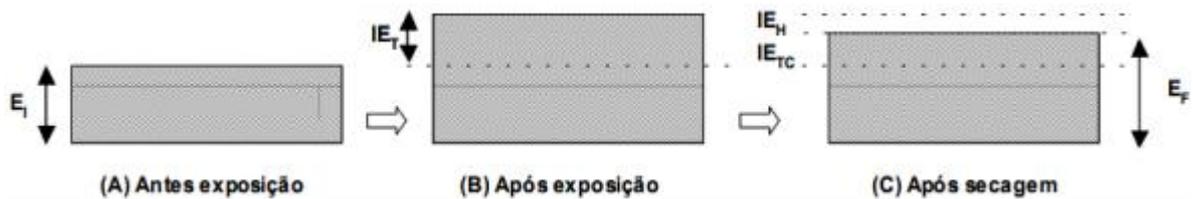


Figura 8. Mecanismo de inchamento em espessura de painéis de madeira. (DEL MENEZZI, 2004)

Onde: E_i = espessura inicial; I_{E_T} = inchamento em espessura total; I_{E_H} = inchamento em espessura higroscópico; $I_{E_{TC}}$ = inchamento em espessura pelas tensões de compressão; E_F = espessura final.

Além disso, outro fator presente no intemperismo que provoca a deterioração da madeira é a radiação solar, a qual se manifesta através da variação de cor e alteração da textura de sua superfície (ISHIGURI et al., 2003). De acordo com George et al. (2005), a deterioração causada pela radiação se manifesta em duas etapas, onde a curto prazo há um escurecimento da coloração da superfície (MERLIN et al., 2000), e a longo prazo há uma variação nas propriedades viscoelásticas da madeira, a qual é caracterizada pela redução da temperatura de transição vítrea (GARCIA et al., 2000).

Segundo Feist e Hon (1984), tais alterações são consequência das reações de decomposição química, as quais provocam a formação de radicais livres que atacam os principais constituintes da madeira. Dessa forma, a estrutura fenólica da lignina possui grupos cromóforos que, ao sofrer a ação dos raios ultravioleta, levam à formação de diversos radicais fenólicos, entre eles o guaiacol (Figura 9), o qual é responsável pelo amarelecimento da superfície da madeira (GEORGE et al. 2005).

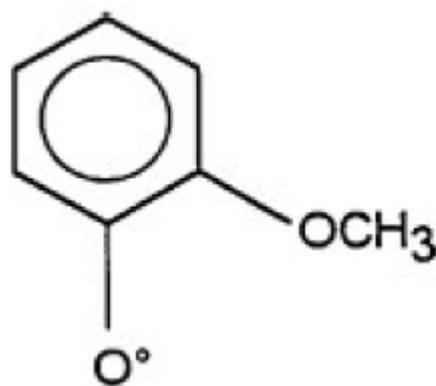


Figura 9. Radical do guaiacol formado após irradiação da madeira. Adaptado de: George et al., (2005).

Para observar os efeitos do intemperismo natural sobre um determinado material, amostras são fixadas em suportes de teste, orientadas sobre condições padrão para expor o

material ao espectro total de radiação, além da temperatura e da umidade local (SINGH, 2008). Esta metodologia permite ainda quantificar o envelhecimento deste material, a partir de sua caracterização físico-mecânica, e da variação nas suas características visíveis como formação de fissuras, escamação, e mudanças na cor (ARANDES et al., 2003).

2.5.2. Fungos Apodrecedores

Os fungos são microorganismos de particular importância na degradação dos materiais. Apresentam um conjunto de características próprias que permitem sua diferenciação das plantas: Não sintetizam clorofila, não tem celulose em sua parede celular (exceto alguns fungos aquáticos) e não armazenam amido como substância de reserva (MOREIRA; SIQUEIRA, 2002).

A biodeterioração (indesejável) é a degradação (desejável) na superfície que modifica as propriedades mecânicas, físicas e químicas de um dado material. É principalmente o resultado da atividade do crescimento de microorganismos na superfície ou no interior de um material (MATEO et al., 2007).

De acordo com Zabel e Morrell (1992), a biodeterioração da madeira decorrente do ataque de fungos xilófagos acontece em etapas graduais e contínuas, sendo que Pala (2007) considera os três seguintes os mais importantes:

- **Primeiro estágio** - ocorre a partir do momento da penetração superficial na madeira pelos microorganismos, porém sem evidências de ataque;
- **Segundo estágio** - ocorre a partir da evidência do ataque do microorganismo, com a alteração colorimétrica da superfície, porém sem alteração na estrutura celular;
- **Terceiro estágio** - caracteriza-se pela destruição total da estrutura da madeira.

As madeiras que apresentam elevada durabilidade natural a esses organismos podem ser destacadas por um alto grau de nobreza, conferindo-lhes um amplo espectro de utilização e conseqüentemente, tornando-as mais valorizadas no mercado. Sabe-se que o grau de resistência aos agentes biológicos é muito variável entre as madeiras, sendo um grande número destas caracterizadas por apresentarem elevada resistência ao ataque de insetos e de fungos apodrecedores (OLIVEIRA; SILVA, 2003).

Uma das principais propriedades das madeiras é a sua maior ou menor suscetibilidade em ser atacada por organismos xilófagos. Dentre estes, destacam-se os fungos apodrecedores (OLIVEIRA, 2005).

A madeira atacada por fungo de podridão branca, além de deteriorar a celulose e hemicelulose, ataca também a lignina da parede celular, apresentando-se mais clara e com a superfície atacada mais macia do que a madeira sadia (SANTOS, 1992). A madeira perde o seu aspecto lustroso e sua cor natural, tornando-se esbranquiçada, como resultado da destruição de seus pigmentos (ALEXOPOULUS et al., 1996). Além do aspecto de madeira atacada, ocorre uma progressiva perda de massa e da resistência da madeira, pelo contínuo consumo da celulose, da hemicelulose e da lignina (SOARES, 1998). O fungo mais utilizado para avaliar a resistência de materiais lignocelulósicos à podridão branca em laboratório é o *Trametes versicolor*, o qual pertence à família dos *Polyporaceae*.

Por outro lado, a madeira atacada por fungos de podridão parda apresenta-se em estágios iniciais ligeiramente escurecidas, assumindo uma coloração pardo-escura à medida que o apodrecimento progride. A mudança da madeira em aspecto, desta forma, é devida à contínua deterioração da celulose e da hemicelulose, ficando a lignina praticamente intacta e mantendo a estrutura original da madeira enquanto o material se encontra no estado úmido. Pode ser observada também a presença de grupos de células intensamente deterioradas, envolvidas por células pouco atacadas (LEPAGE, 1986).

Além disso, a podridão parda provoca alteração na composição química, redução da resistência mecânica, diminuição de massa, modificação da cor natural, aumento da permeabilidade, e diminuição do seu poder calorífico, comprometendo, dessa forma, a sua qualidade e inviabilizando a sua utilização para fins tecnológicos (SANTOS, 1992). O fungo mais utilizado para avaliar a resistência de materiais lignocelulósicos à podridão parda em laboratório é o *Gloeophyllum trabeum*, o qual pertence à família dos *Gloeophyllaceae*.

2.6. MODIFICAÇÃO TERMOMECÂNICA

A modificação termomecânica consiste no uso combinado de temperatura e pressão para melhorar as propriedades intrínsecas da madeira, produzir novos materiais, e para adquirir novas formas e funcionalidades desejadas pelos engenheiros (NAVI; SANDBERG, 2012).

Segundo Hill (2006), é uma técnica que apresenta vantagem em relação à modificação química, pois não polui o meio ambiente, visto que o aumento da densidade não ocorre

através da inserção de agentes químicos, mas por meio da redução dos espaços vazios dos lumens na madeira, após a aplicação de um esforço de compressão.

Nesse contexto, Figueroa e Moraes (2009) destacam que, apesar de a madeira estar sujeita à degradação térmica quando exposta a altas temperaturas, a aplicação de calor visa atingir o ponto de fusão dos polímeros (T_g), também conhecido como temperatura de transição vítrea (Figura 10.A), condição na qual as cadeias poliméricas apresentam maior mobilidade, permitindo assim aumentar a densidade em condições que não levem à fratura da parede celular.

De acordo com Goring (1963), citado por Stelte et al. (2011), os principais polímeros presentes na madeira apresentam estabilidade térmica distinta, de maneira que o ponto de fusão de cada polímero ocorre em uma faixa de temperatura específica. Para as hemiceluloses, a T_g é observada na faixa de 150 a 220 °C, enquanto que para a celulose, situa-se entre 200 e 250 °C (PAULA et al., 2014). Já a lignina possui um T_g bastante variável, principalmente em função da origem e do método utilizado para o seu isolamento, compreendendo temperaturas entre 135-190 °C (KLOCK et al., 2005).

Segundo Salmén (1982), o aumento do teor de umidade reduz consideravelmente a temperatura de transição vítrea (Figura 10.B), fator que facilita a aplicação da modificação termomecânica. Apesar disso, esta técnica apresenta restrições quanto ao uso em painéis reconstituídos dada a influência negativa que a umidade exerce sobre os adesivos.

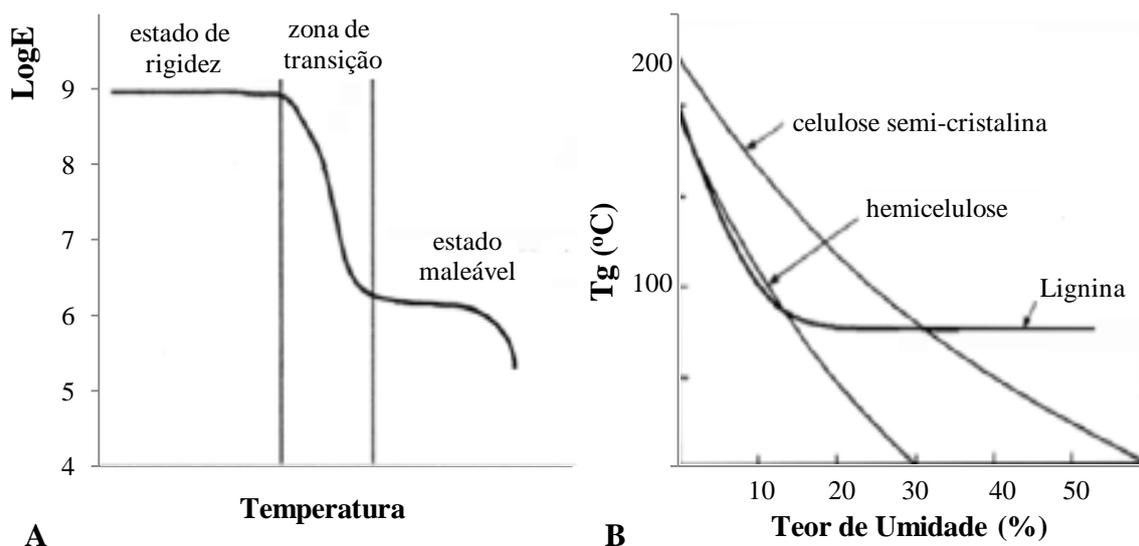


Figura 10. Variação no módulo de elasticidade de um polímero amorfo de acordo com a temperatura (A) e a temperatura de transição vítrea dos componentes isolados da madeira em função do teor de umidade (B). Adaptado de: Sandberg e Navi (2007) e Salmén (1982)

Após dar forma à madeira, esta passa por um processo de resfriamento e secagem. Quando a madeira atinge temperatura inferior à temperatura de transição vítrea da lignina, hemicelulose e celulose, estas retomam o seu estado sólido. Entretanto, a forma atingida pela madeira após o resfriamento é bastante instável, podendo retornar às suas dimensões iniciais se exposto a uma fonte de umidade e calor (Figura 11). Este comportamento é conhecido como “*Shape Memory*” (NAVI; SANDBERG, 2012).

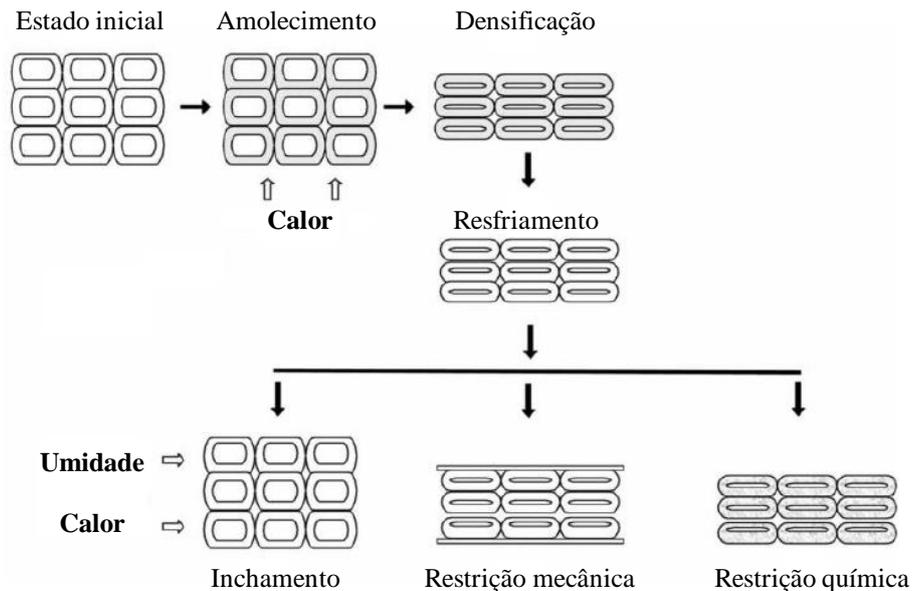


Figura 11. Esquema de modificação termomecânica, e técnicas aplicadas para reduzir o efeito do “*Shape memory*”. Adaptado de: Navi e Sandberg (2012).

Para contrapor este fenômeno, torna-se necessário a aplicação de pós-tratamentos, os quais consistem na imposição de algum tipo de restrição que evite o retorno do material à sua forma original. Nesse contexto, Stamm e Seaborg (1941) aplicaram técnica de restrição química, a qual consistiu na impregnação da madeira utilizando resina fenol-formaldeído, visando impedir a formação de novas pontes de hidrogênio. Já Tanahashi (1990) e Inoue et al (1993) constataram que o efeito de *shape memory* foi reduzido quase em sua totalidade através da aplicação de tratamentos térmicos, após a densificação.

2.6.1. Alterações nas Propriedades Físicas, Mecânicas e na Resistência Biológica.

A madeira é um material cuja estrutura polimérica da parede celular consiste principalmente de celulose, hemicelulose e lignina, componentes que possuem radicais hidroxílicos (HOMAN et al., 2000). Tais grupos hidroxílicos cumprem um importante papel

nas interações entre a madeira e a água, visto que ao promover a degradação destes grupos por meio de tratamentos térmicos, Severo et al. (2001) constataram que a madeira de *Eucalyptus dunni* apresentou um menor teor de umidade de equilíbrio em relação à sua condição original. Tjeersdema e Militz (2005), também constataram uma redução do caráter higroscópico ao aplicar tratamentos térmicos sobre madeiras de *Fagus silvatica* e *Pinus sylvestris*.

Segundo Homan et al. (2000), este fenômeno ocorre pois a madeira esta sujeita à degradação térmica quando exposta a altas temperaturas, de maneira que ao entrar em contato com o calor são desencadeadas reações químicas, onde os grupos hidrofílicos (OH) são substituídos pelos grupos hidrofóbicos (O-acetil), os quais se ligam às (é formada) por fibras da madeira e criam barreiras à entrada da água.

Quanto à estabilidade dimensional, Borges e Quirino (2004) constataram que ao aplicar tratamento térmico sobre a madeira de *Pinus caribaea* e reduzir a sua capacidade de permutar água com o meio, foi possível minimizar os problemas de contração e inchamento, apresentando um material com menor variação dimensional e de maior valor econômico. Por outro lado, Gong et al. (2009) constataram que ao aplicar tratamento termomecânico sobre a madeira de *Populus tremuloides*, o processo resultou em um material com menor higroscopicidade e maior massa específica, porém instável quando exposto a ciclos de intemperismo artificial. Segundo os mesmos autores, tal instabilidade é causada pelo efeito *springback*, tendência que o material tem de voltar à sua condição original, e pode ser reduzida através da aplicação de pós-tratamentos, os quais permitam a liberação das tensões aplicadas durante o processo de densificação.

Já em relação às propriedades mecânicas, Arruda e Del Menezzi (2016) constataram um aumento das propriedades de rigidez (módulo de elasticidade e dureza janka) ao aplicar tratamento termomecânico sobre lâminas de *Trattinnickia burserifolia* para confecção de compensados, enquanto que o módulo de ruptura se manteve muito próximo da condição original. Segundo HERÄJÄRVI (2004), o melhor desempenho pode ser explicado pela relação direta entre as propriedades mecânicas e a massa específica. Todavia, Kutnar et al. (2009) afirmam que a compressão sobre a madeira provoca a redução dos espaços vazios entre as células e o lúme celular, permitindo com que madeiras leves possam competir com madeiras mais pesadas e valorizadas pelo mercado (ARRUDA e DEL MENEZZI, 2016).

Segundo Kutnar et al. (2011), o tratamento termomecânico permitiu melhorar a resistência biológica da madeira do híbrido de *Populus deltoides* e *Populus trichocarpa* ao ataque de fungos de podridão branca. Schwarze e Spycher (2005) obtiveram resultado

semelhante ao aplicar tratamento termo-hidro-mecânico sobre a madeira de *Picea abies* e melhorar a sua resistência ao ataque de fungos de podridão parda. De acordo com Poncsák et al. (2006), a maior resistência biológica apresentada está relacionada à redução dos grupos hidroxílicos (OH), os quais são considerados como sítios vulneráveis ao ataque dos fungos apodrecedores.

Além disso, Mendes (1988) afirma que as condições ótimas para o desenvolvimento de fungos ocorrem quando a umidade atinge o ponto de saturação das fibras, situação em que as paredes celulares se encontram completamente saturadas e o lúmen celular está isento de água livre, e de acordo com Severo et al. (2001), madeiras com tratamentos térmico apresentam teor de umidade inferior às madeiras sem tratamento. Por outro lado, Weiland e Guyonnet (2003) afirmam que o calor provoca reações químicas que resultam na dificuldade de identificação do substrato por parte dos fungos apodrecedores, e na formação de extrativos que podem agir como fungicidas.

I EFEITO DO TRATAMENTO TERMOMECÂNICO NA RESISTÊNCIA DE PAINÉIS OSB EXPOSTOS AO INTEMPERISMO NATURAL

1. INTRODUÇÃO

O painel OSB (*Oriented Strand Board*), é um painel de partículas de madeira orientadas perpendicularmente em diversas camadas, as quais são aglutinadas através do uso de resinas e de compactação mecânica (MALONEY, 1996). As principais vantagens destes produtos em relação à madeira serrada são a eliminação dos efeitos de anisotropia, ausência de defeitos naturais (nós, desvios de grã e rachaduras), e adequação das propriedades (resina, geometria das partículas, dimensões) de acordo com a demanda (IWAKIRI et al., 2005).

Segundo Cloutier (1998), os painéis OSB podem ser utilizados para aplicações estruturais, tais como: paredes, suportes para pisos e forros, e componentes de vigas estruturais, tendo em vista a suas boas características de resistência mecânica e estabilidade dimensional. Contudo, apesar de ser um produto bastante popular nos Estados Unidos, a sua presença no mercado brasileiro ainda é bastante reduzida (VIDAL; HORA, 2014).

Tal cenário pode estar relacionado ao baixo desempenho que o painel apresenta quando exposto ao intemperismo, ação conjunta da umidade, radiação solar e do vento (WILLIAMS, 2005). Segundo Del Menezzi et al. (2008), o painel OSB apresenta menor estabilidade dimensional quando comparado aos painéis compensados, isto é, apresenta maior inchamento em espessura e expansão linear.

Ao avaliar os elementos que compõem o intemperismo de maneira isolada, observa-se que a umidade esta diretamente relacionada à instabilidade dimensional do material, a qual ocorre através do inchamento ocasionado pela adsorção de água, e pela liberação das tensões de prensagem (MELO, 2013). Já a radiação é responsável pela alteração da coloração, pois a luz UV provoca reações químicas sobre a lignina, levando à formação de compostos carbonilos insaturados (quinona), que ao serem lixiviados pela água deixam a camada superficial com coloração cinza (FEITS; HON, 1984).

Para superar estas limitações, diversos métodos e tratamentos vêm sendo desenvolvidos visando tornar os materiais lignocelulósicos mais competitivos em relação ao aço e o concreto, principais materiais empregados na construção civil. Um deles é o uso

combinado de temperatura e pressão, conhecido como tratamento termomecânico (NAVI; SANDBERG, 2012). Segundo Gong et al. (2009), ao aplicar tratamento termomecânico sobre a madeira de *Populus tremuloides*, o processo resultou em um material com menor higroscopicidade e maior massa específica. Todavia, Arruda e Del Menezzi (2016) afirmam que a aplicação de pressão, em condições que não levem à fratura do material, permitiu o aumento da resistência mecânica de painéis compensados confeccionados com madeira de *Trattinnickia burseraefolia*.

Diante do exposto, o presente capítulo teve como objetivo avaliar o efeito do tratamento termomecânico sobre a resistência dos painéis OSB à ação do intemperismo natural, a qual será mensurada através da caracterização das propriedades físicas e mecânicas, em intervalos de três meses durante o período de um ano.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. COMPÓSITO DE MADEIRA

Para o estudo foram adquiridas duas chapas OSB (multiuso) no mercado madeireiro do Distrito Federal (DF), fabricadas com as seguintes características: madeira de *Pinus* spp., composição em três camadas, adesivo isocianato na camada interior e fenol-formaldeído nas camadas externas, dimensões comerciais de 244 x 122 x 1,5 cm (comprimento x largura x espessura), e densidade nominal de 0,59g/cm³.

As chapas foram desdobradas em 20 painéis com dimensões mínimas de 40 x 40 x 1,5 cm (comprimento x largura x espessura), os quais foram mantidos na sala de climatização do Laboratório de Produtos Florestais do Serviço Florestal Brasileiro (LPF/SFB) por um período de 30 dias. Desse montante foram selecionados 10 painéis para a aplicação do tratamento termomecânico. A Figura 1 ilustra o esquema de corte das chapas e dos painéis para caracterização tecnológica.

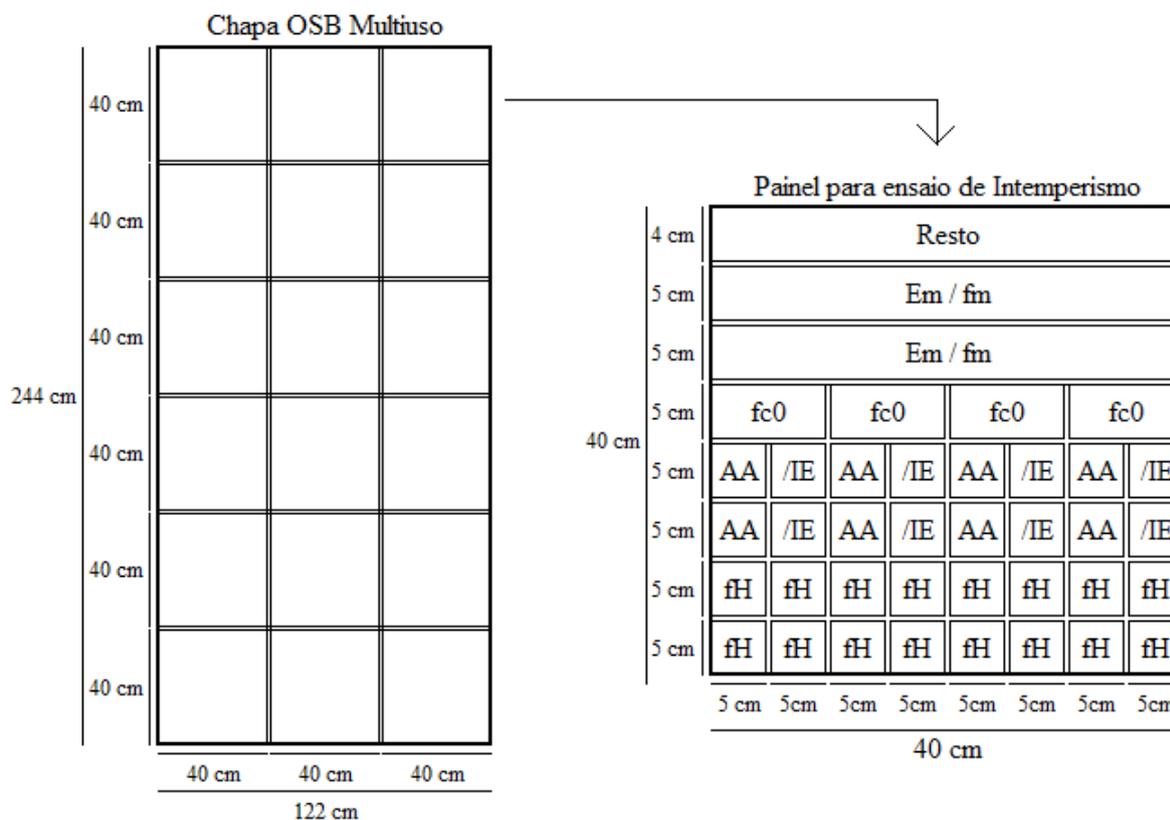


Figura 1. Esquema de corte dos painéis de 40 x 40 x 1,5 cm, a partir de chapa de OSB com dimensões comerciais, e dos corpos-de-prova para os ensaios de propriedades físicas e mecânicas, a partir dos painéis desdobrados. Onde: Em/fm: Flexão estática; fc0°: compressão paralela; AA/IE: Absorção de água e Inchamento em espessura; fH: Dureza Janka.

2.2. TRATAMENTO TERMOMECÂNICO

A aplicação do tratamento termomecânico nos painéis OSB (Figura 2) foi realizada nas dependências do Laboratório de Tecnologia e Utilização de Produtos Florestais, localizado na Fazenda Água Limpa da Universidade de Brasília (FAL/UnB), onde foi possível dispor de prensa termohidráulica da marca INDUMEC com as seguintes características: área de prensagem de 50 x 50 cm, capacidade de carga de 1000 kN, sistema de aquecimento por resistência elétrica, e painel de controle para ajuste de temperatura, tempo e pressão.

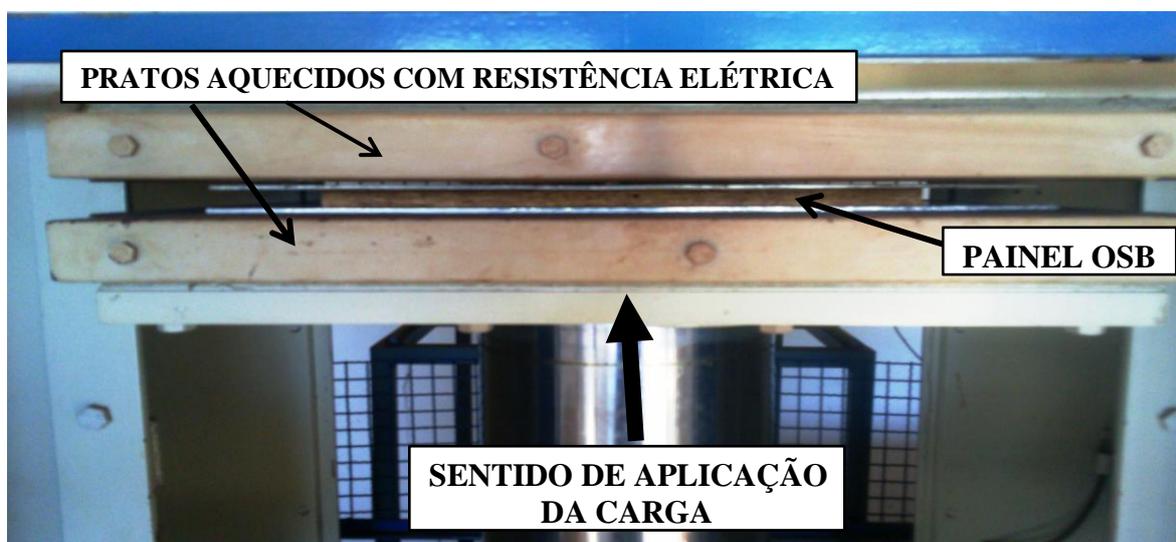


Figura 2. Aplicação do tratamento termomecânico em painel OSB.

A temperatura e pressão foram ajustadas em 190 °C e 1,5 MPa, conforme resultado obtido por Santos (2016) como melhor configuração para densificação de painéis OSB através de tratamento termomecânico. A Figura 3 apresenta o diagrama de variação de pressão e temperatura do tratamento aplicado.

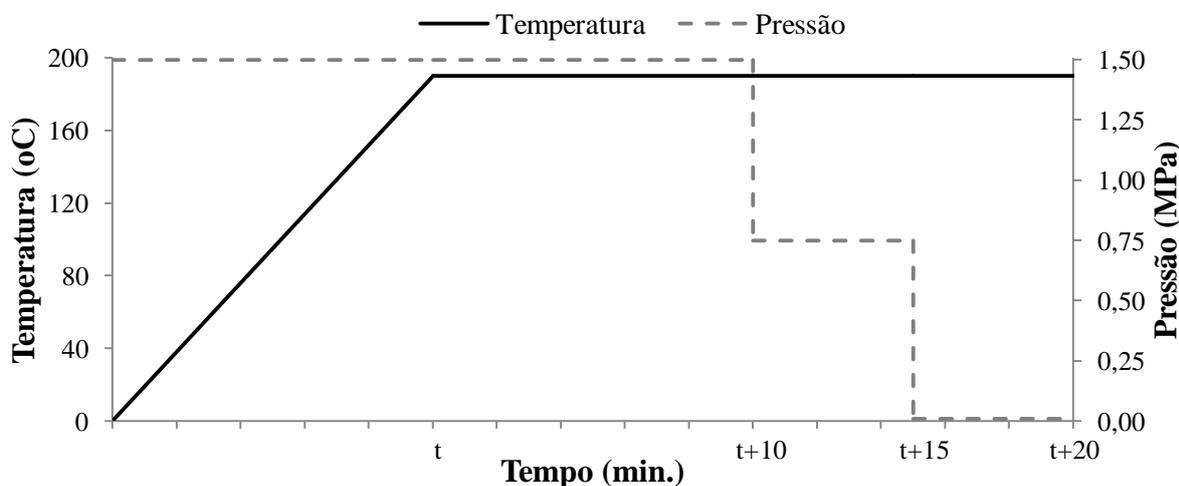


Figura 3. Diagrama de variação de Pressão e Temperatura do tratamento termomecânico.

Dessa forma, o tratamento foi dividido em três etapas:

- **Aquecimento** - período compreendido de zero até t minutos até a amostra atingir a temperatura de 190 °C, com aplicação de pressão total (1,5 MPa);
- **Densificação** - período de t até t + 10 minutos com aplicação de pressão total (1,5 MPa), e temperatura de 190 °C;
- **Pós-tratamento** - período de t + 10 até t + 15 minutos onde a pressão foi reduzida a metade (0,75 MPa), e t + 15 até t + 20 com liberação total da pressão, visando permitir a liberação de tensões internas de compressão de forma mais lenta e gradativa, reduzindo assim a tendência do material voltar à sua condição original de espessura, fenômeno conhecido como “*Shape Memory*”.

O controle de temperatura dos painéis, durante a aplicação do tratamento termomecânico, foi realizado utilizando sensor de temperatura (termopar) modelo *TD-890*, da marca ICEL, fixado na parte interna do painel. Tal dispositivo registrou o valor da temperatura em intervalos de 20 segundos, permitindo assim a curva de aquecimento apresentada pelo material durante a aplicação do tratamento.

O efeito do tratamento termomecânico aplicado sobre os painéis foi calculado a partir dos seguintes parâmetros: densidade aparente (ρ), taxa de compactação (TxC), taxa de densificação (TxD), e a perda de massa (PM), os quais foram calculados a partir das Equações 1 a 4, respectivamente. Para tal, coletou-se a espessura de cada painel em quatro pontos, tomando a média simples como valor final, e a massa, antes e após aplicação do tratamento termomecânico.

$$\rho = \frac{M}{V} \quad (1)$$

$$TxC = \frac{(E_i - E_f)}{E_i} * 100 \quad (2)$$

$$TxD = \frac{(\rho_f - \rho_i)}{\rho_i} * 100 \quad (3)$$

$$PM = \frac{(M_i - M_f)}{M_i} * 100 \quad (4)$$

Onde:

ρ = densidade aparente (g/cm^3);

M = massa (g);

V = volume (cm^3);

TxC = Taxa de compactação (%);

E_i = espessura pré-densificação (mm);

E_f = espessura pós-densificação (mm);

TxD = Taxa de compactação (%);

ρ_i = densidade pré-densificação (g/cm^3);

ρ_f = densidade pós-densificação (g/cm^3);

PM = Perda de massa (%);

M_i = massa inicial (g);

M_f = massa final (g).

2.3. EXPOSIÇÃO AO INTEMPERISMO NATURAL

O ensaio de exposição ao intemperismo natural foi realizado nas dependências da Faculdade de Tecnologia da Universidade de Brasília (FT/UnB), com localização nas coordenadas S 15°45' e W 47° 52', situada em Brasília (DF), onde foi possível expor os painéis às intempéries (precipitação, radiação, umidade e vento) durante o período entre os dias 01 de Outubro de 2016 e 31 de Setembro de 2017, totalizando 365 dias.

A região possui clima tropical com estação seca de Inverno classificado como Aw no sistema Koppen-Geiger, precipitação média anual de 1668 mm, temperatura média anual de 21,1 °C (IBGE, 2002), e radiação global diária de 18 MJ/m² (ATLAS, 2000).

Para acompanhar o efeito do intemperismo sobre as propriedades físicas e mecânicas do painel OSB ao longo do período avaliado, o delineamento experimental consistiu em dois tratamentos (10 painéis cada), os quais foram divididos em cinco grupos contendo quatro painéis cada (dois sem tratamento e dois com tratamento termomecânico), representando os períodos de 0, 3, 6, 9 e 12 meses de exposição, respectivamente. Dessa forma, um grupo foi retirado a cada três meses para desdobramento e retirada de corpos-de-prova para realização dos ensaios de determinação de propriedades físicas e mecânicas, permitindo assim acompanhar a variação destas propriedades de acordo com a ação do intemperismo natural, e comparar o desempenho apresentado em função da aplicação do tratamento termomecânico.

A Figura 4 ilustra os painéis OSB nas dimensões de 40 x 40 cm, sem tratamento (Testemunha) e com tratamento termomecânico (Densificado), posicionados para o ensaio de intemperismo natural, e a Figura 5 ilustra o delineamento experimental utilizado para determinação do efeito do intemperismo sobre as propriedades físicas e mecânicas.



Figura 4. Ensaio de exposição ao intemperismo natural ilustrando os painéis OSB sem tratamento (A) e com tratamento termomecânico (B) na Faculdade de Tecnologia (FT/UnB).

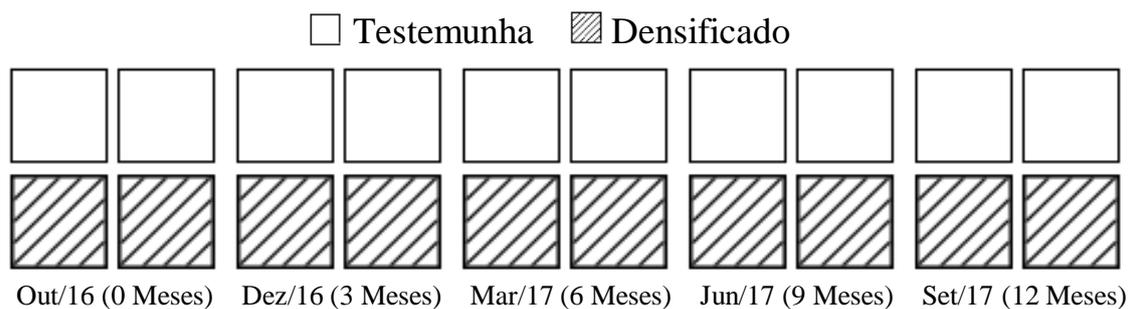


Figura 5. Delineamento experimental para avaliação do efeito do intemperismo sobre as propriedades físicas e mecânicas dos painéis OSB sem tratamento (Testemunha) e com tratamento termomecânico (Densificado).

Os dados climatológicos foram fornecidos pela estação meteorológica automática “Brasília-A001” do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), situada em S 15°47’ e W 47,56’ com 1161 metros de altitude, a qual disponibilizou diariamente as informações sobre: precipitação (mm), radiação global (MJ/m²), velocidade do vento médio (m/s), direção do vento (°), temperatura média, máxima e mínima (°C), e umidade relativa do ar média, máxima e mínima(%). As médias mensais destas condições climáticas estão disponíveis na Tabela 1 do APÊNDICE I.

2.4. CARACTERIZAÇÃO DAS PROPRIEDADES FÍSICAS

2.4.1. Massa específica aparente

Para determinar a massa específica aparente, os painéis foram retirados do ensaio de intemperismo em intervalos de 30 dias para ter aferidas: a massa, utilizando balança com precisão de 0,01g, e a espessura em quatro pontos, utilizando paquímetro com precisão de 0,01mm, tomando a média simples como valor final.

Dessa forma, foi possível acompanhar a variação apresentada por esta propriedade durante o ensaio de intemperismo, e comparar o desempenho entre os tratamentos, de modo a avaliar se houve ou não possível influência do tratamento termomecânico sobre a higroscopicidade e a estabilidade dimensional dos painéis OSB.

2.4.2. Ensaio de Absorção de água e Inchamento em espessura

O ensaio de Absorção de água (AA) e Inchamento em espessura (IE) foi realizado em conformidade com a norma ASTM D1037 (2012). Para cada período de exposição ao intemperismo, foram confeccionados 16 corpos-de-prova por tratamento, com dimensões de 5 x 5 cm, os quais foram submersos em recipientes de vidro com água destilada, e tiveram coletadas a massa, com auxílio de uma balança com precisão de 0,01g da marca MARCONI (Figura 6.A), e a espessura em cinco posições, com auxílio de relógio comparador digital com precisão de 0,001mm da marca STARRETT (Figura 6.B), nos períodos de 0, 2, 4, 8 e 24 horas de imersão em água.

Posteriormente, as amostras foram retiradas da água e colocadas em estufa com circulação forçada de ar da marca FANEM (Figura 6.C) com temperatura de 103 ± 2 °C.

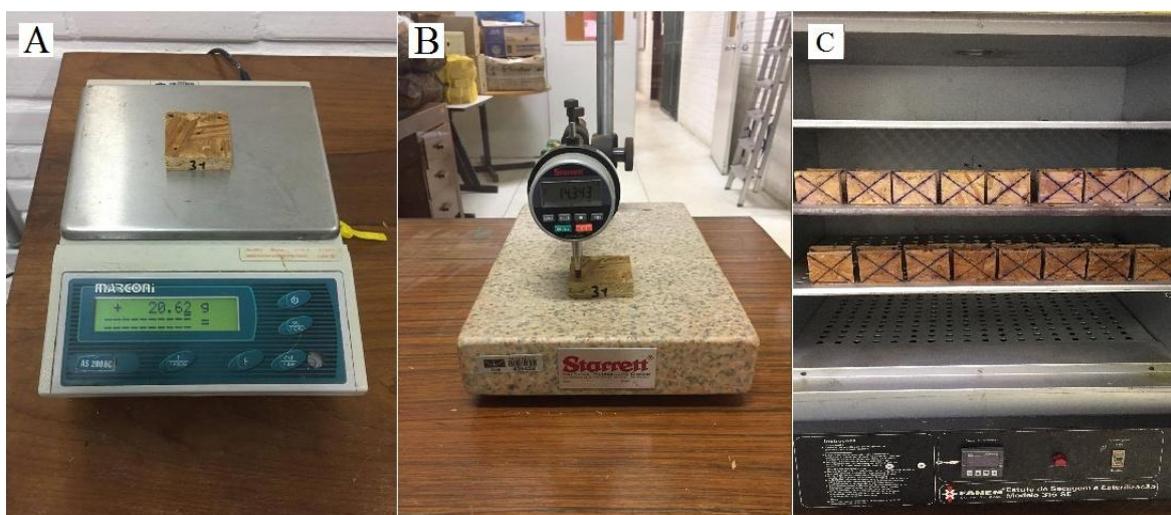


Figura 6. Balança digital (A), Relógio comparador (B), e Estufa com circulação forçada de ar (C).

Após atingir massa constante, coletou-se novamente a massa e a espessura para calcular o teor de umidade de equilíbrio (TUE), e a taxa de não retorno em espessura (TNRE).

Os valores de AA, IE, TUE e TNRE para cada período de imersão (p) foram obtidos a partir das Equações 5 a 8, respectivamente.

$$AA_p = \frac{(M_p - M_i)}{M_i} * 100 \quad (5)$$

$$IE_p = \frac{(\bar{E}_p - \bar{E}_i)}{\bar{E}_i} * 100 \quad (6)$$

$$TUE = \frac{(M_i - M_{0\%})}{M_{0\%}} * 100 \quad (7)$$

$$TNRE = \frac{(E_{0\%} - E_i)}{E_i} * 100 \quad (8)$$

Onde:

AA = Absorção de água (%);

M_p = massa no período imerso (g);

M_i = massa inicial (g);

IE = Inchamento em espessura (%);

\bar{E}_p = espessura média no período imerso (mm);

\bar{E}_i = espessura média inicial (mm).

TUE = teor de umidade de equilíbrio (%);

M_i = massa inicial prévia à imersão (g);

$M_{0\%}$ = massa final após a secagem (g);

TNRE = taxa de não retorno em espessura (%);

\bar{E}_i = espessura média inicial prévia à imersão (mm).

$\bar{E}_{0\%}$ = espessura média final após a secagem (mm);

A taxa de absorção (TxA) e a taxa de inchamento (TxI) foram acompanhadas ao longo do processo de imersão, sendo calculado para cada período de avaliação (2, 4, 8 e 24 horas), conforme as Equações 9 e 10, respectivamente.

$$TxA = \frac{(Mp - Mi)}{t} \quad (9)$$

$$TxI = \frac{(Ep - Ei)}{t} \quad (10)$$

Onde:

TxA = Taxa de Absorção (g/h);
 Mp = massa no período imerso (g);
 Mi = massa inicial (g);
 t = tempo de imersão (h);
 TxI = Taxa de Inchamento (mm/h);
 Ep = espessura média no período (mm);
 Ei = espessura média inicial (mm).

2.5. CARACTERIZAÇÃO DAS PROPRIEDADES MECÂNICAS

A determinação das propriedades mecânicas dos painéis OSB sem tratamento e com tratamento termomecânico foi realizada em conformidade com a norma ASTM D1037 (2012), utilizando Máquina Universal de Ensaios modelo DL-3000 da empresa EMIC, conforme ilustrado na Figura 7.



Figura 7. Máquina Universal de Ensaios para ensaios de compressão paralela (A), flexão estática (B) e Dureza Janka (C).

2.5.1. Compressão paralela

O ensaio para determinação da resistência à compressão paralela (f_{c0}^0) foi realizado através da confecção de 16 corpos-de-prova por tratamento, com dimensões de 5 cm de largura e comprimento equivalente à quatro vezes a espessura média do tratamento por período para avaliar os tratamentos em condições homogêneas, isto é, utilizando o mesmo coeficiente de esbeltez. O cálculo da resistência à compressão paralela foi obtido através da Equação 11.

$$f_{c0}^0 = \frac{F_{max}}{b * h} \quad (11)$$

Onde:

f_{c0}^0 = resistência à compressão paralela (N/mm^2);

F_{max} = carga máxima (N);

b = Largura (mm);

h = espessura (mm).

A Tabela 1 resume os parâmetros utilizados no ensaio de resistência à compressão paralela.

Tabela 1. Parâmetros utilizados no ensaio de resistência à compressão paralela em painéis OSB em função do tratamento e do período de exposição ao intemperismo natural.

Tratamento	Parâmetro	Período				
		Out/16	Dez/16	Mar/17	Jun/17	Set/17
Testemunha	h (mm)	15,0	16,7	17,5	16,2	16,3
	L (mm)	60,0	66,8	69,9	64,6	65,1
	Vc (mm/min.)	0,30	0,33	0,35	0,32	0,33
Densificado	h (mm)	13,5	14,6	14,9	14,7	14,7
	L (mm)	54,0	58,3	59,6	58,8	58,9
	Vc (mm/min.)	0,27	0,29	0,30	0,29	0,29

Onde: h: espessura; L: comprimento; Vc: velocidade de carregamento.

2.5.2. Dureza Janka

Para o ensaio de Dureza Janka (f_H), foram confeccionados 32 corpos-de-prova com dimensões de 5 x 5 cm por tratamento, os quais foram colados em dupla para poder atingir a espessura mínima exigida pela norma. A dureza do material é mensurada através da resistência que o material oferece à penetração de esfera metálica com raio de 1 cm, aplicada no ponto central da superfície da amostra.

2.5.3. Ondas de tensão

Para a determinação do módulo de elasticidade dinâmico (E_d) foi utilizado equipamento *stress wave timer* Metriguard 239A (Figura 8). O equipamento possui dois acelerômetros (emissor e receptor) montados em grampos, e console com visor de cristal líquido e ajuste de ganho do sinal.

Os acelerômetros foram fixados a uma distância de 30 cm, e a propagação da onda foi aplicada, por um pêndulo, no sentido paralelo às partículas que compõe as camadas externas do painel, com três repetições por amostra, sendo considerada a média simples como valor final para o tempo decorrido em microssegundos (μs).

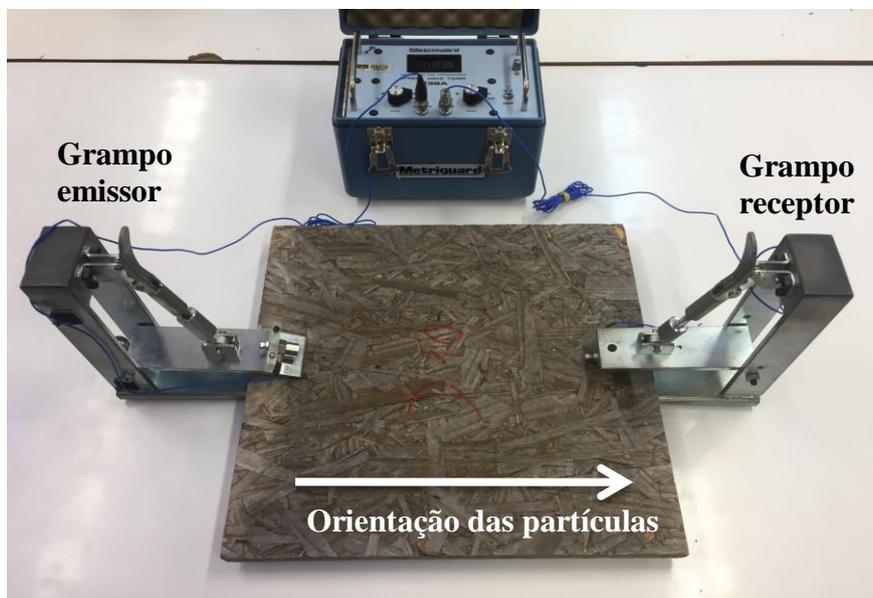


Figura 8. Determinação do Módulo de elasticidade dinâmico ($E_d//$) através do método de propagação de ondas longitudinais.

A Equação 12 apresenta o cálculo utilizado para determinação do E_d .

$$E_d// = \frac{(v^2 * \rho)}{g * 10^{-5}} \quad (12)$$

Onde:

$E_d//$ = módulo de elasticidade dinâmico paralelo (N/mm^2);
 V = velocidade de propagação da onda (m/s);
 ρ = densidade do painel (Kg/m^3);
 g = aceleração da gravidade (m/s^2).

2.5.4. Flexão Estática

Para o ensaio de resistência à flexão, foram confeccionados 8 corpos-de-prova com dimensões de 40 x 5 cm, totalizando 4 amostras por tratamento. As amostras foram ensaiadas nas mesmas condições, isto é, utilizando a razão comprimento/espessura como 20 vezes para definir a distância entre os apoios, e a velocidade de carregamento aplicada de 6,60 mm/min para todos os tratamentos e períodos.

A Tabela 2 resume os parâmetros utilizados no ensaio de resistência à flexão estática em função do tratamento e do período de exposição ao intemperismo.

Tabela 2. Parâmetros utilizados no ensaio de resistência à flexão estática em painéis OSB em função do tratamento e do período de exposição ao intemperismo natural.

Tratamento	Parâmetro	Período				
		Out/16	Dez/16	Mar/17	Jun/17	Set/17
Testemunha	h (mm)	15,0	17,5	17,8	16,5	17,1
	L (mm)	300,5	350,7	355,9	330,1	342,0
Densificado	h (mm)	13,7	14,8	15,8	14,9	15,0
	L (mm)	273,5	297,0	316,0	299,0	299,8

Onde: h: espessura; L: distância entre os apoios.

A partir da curva de força-deformação obtida pelo ensaio, foram calculados o módulo de elasticidade (E_m) e módulo de ruptura (f_m), de acordo com as Equações 13 e 14, respectivamente.

$$E_m = \frac{(P * L^3)}{4 * \Delta * b * h^3} \quad (13)$$

$$f_m = \frac{1,5 * P_{rup} * L}{b * h^2} \quad (14)$$

Onde:

- E_m = Módulo de elasticidade (N/mm²);
- P = carga no limite proporcional (N);
- L = distância entre os apoios do equipamento (mm);
- Δ = deformação (mm);
- b = largura do corpo-de-prova (mm);
- h = espessura média do corpo-de-prova (mm);

$$fm = \text{Módulo de ruptura (N/mm}^2\text{)};$$
$$P_{rup} = \text{carga de ruptura (N)}.$$

2.6. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os dados foram avaliados com auxílio do software IBM SPSS (*Statistical Package for Social Sciences*) versão 21.0.

O efeito do período de exposição ao intemperismo sobre massa específica aparente foi avaliado a partir de análise de variância (ANOVA), para cada tratamento, com posterior comparação de médias realizada pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

O efeito do tratamento termomecânico sobre as demais propriedades físicas, e as propriedades mecânicas foi avaliado a partir de análise de variância (ANOVA) ao nível de 5% de significância, para cada período de exposição ao intemperismo.

Os efeitos das condições climáticas sobre as propriedades físicas e mecânicas foram examinados a partir de testes de correlação de Pearson entre as variáveis, aos níveis de 1% e 5% de significância. Para o período de 0 meses, tanto a precipitação quanto a radiação global foram considerados como 0, visto que tais amostras não tiveram contato com precipitação, ou radiação solar. Já a temperatura e a umidade relativa do ar foram consideradas como 22°C e 65%, respectivamente, condições nas quais estava ajustada a sala de climatização do Laboratório de Produtos Florestais (LPF/SFB) durante o período de climatização. Para os períodos de 3 a 12 meses, considerou-se a precipitação e a radiação acumulada, e a média total de temperatura e umidade relativa do ar por período.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. TRATAMENTO TERMOMECÂNICO

A Figura 9 apresenta a curva de aquecimento e as variações de espessura apresentadas pelo painel OSB durante a aplicação do tratamento termomecânico.

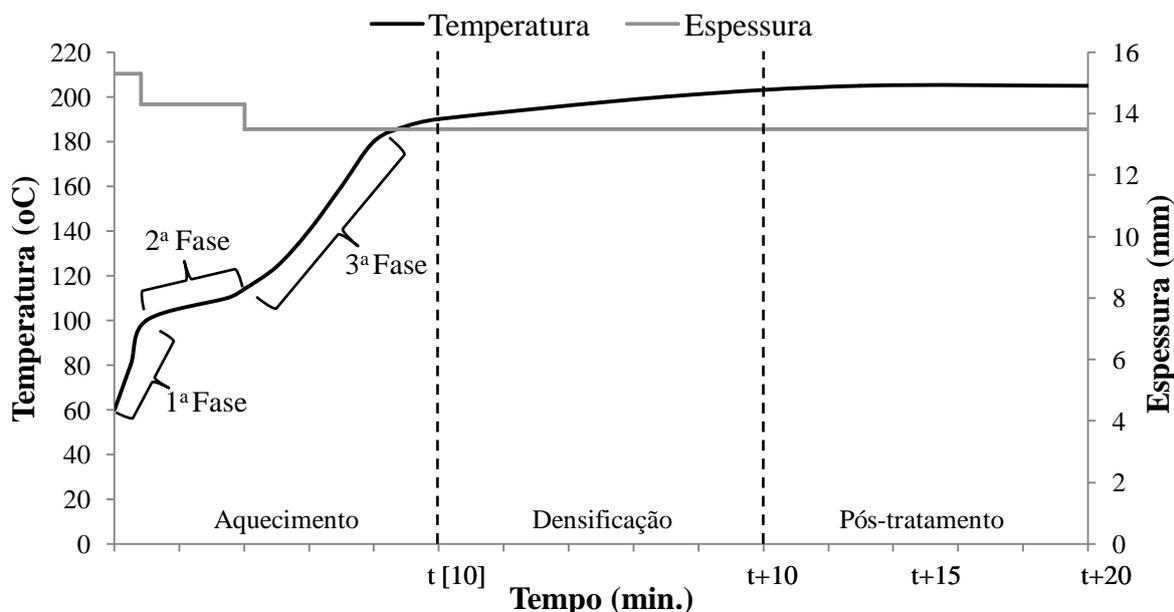


Figura 9. Temperatura interna do painel OSB e ajustes realizados pela prensa durante o tratamento termomecânico.

O tratamento termomecânico teve duração média de 30 minutos, sendo 10 minutos para cada etapa (Aquecimento, Densificação, e Pós-tratamento). Contudo, é possível constatar que a velocidade de aquecimento do painel OSB não foi homogênea, mas apresentou três fases distintas.

De acordo com Doat e Petrof (1975), citado por Brito (1990), a primeira fase do fenômeno da pirólise lenta da madeira (aquecimento até 200°C) se caracteriza pela desidratação de sua superfície, e consequente liberação de vapor d'água com compostos voláteis (dióxido de carbono, ácidos acético e fórmico, e glioxal). Nesse contexto, Del Menezzi (2004) afirma que as variações apresentadas pela curva de aquecimento são consequência da ação da água presente no painel, de modo que o rápido aquecimento apresentado (1ª Fase) é justificado pela sua boa condutividade térmica, enquanto que a queda na velocidade de aquecimento (2ª Fase) ocorre devido à saída do vapor d'água junto com os compostos voláteis. Finalmente, a madeira apresenta a retomada do aquecimento (3ª Fase) até a estabilização de sua temperatura.

Além disso, a redução da espessura do painel OSB, após a aplicação do tratamento termomecânico, ocorreu através de dois ajustes realizados pela prensa, os quais ocorreram após 1 e 4 minutos de aquecimento. Dessa forma, o painel passou de uma espessura inicial de 15,3 mm para 14,8 mm (1º ajuste), e de 14,8 mm para a espessura final de 13,5 mm (2º ajuste).

A Figura 10 apresenta a massa específica do painel OSB antes e após aplicação do tratamento termomecânico, e os valores médios das taxas de compressão, densificação, e perda de massa.

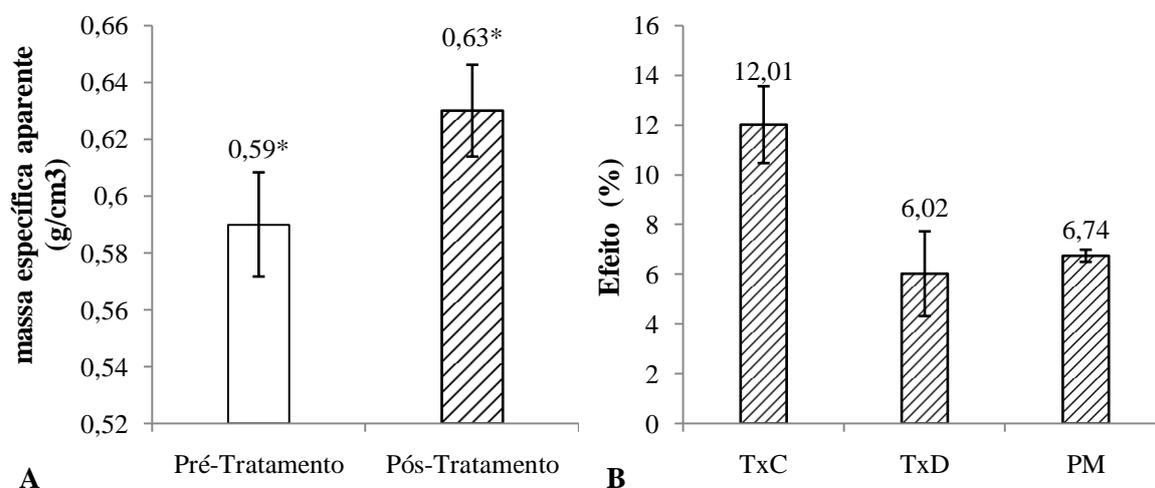


Figura 10. Comparativo entre a massa específica aparente antes e após aplicação do tratamento termomecânico (A), e valores médios das taxas de compressão, densificação, e perda de massa (B). Onde: TxC – Taxa de compressão; TxD – Taxa de densificação; PM – Perda de massa. * - diferença significativa para ANOVA ao nível de 5% de significância.

Dessa forma, observa-se que a combinação de temperatura (190 °C) e pressão (1,5 MPa) escolhidas para o tratamento termomecânico foi satisfatória para atender o objetivo de densificar o painel OSB, o qual passou de uma massa específica aparente inicial de 0,59 g/cm³ para 0,63 g/cm³. Todavia, tal aumento foi decorrente da redução da espessura dos painéis, cuja intensidade foi quantificada através da taxa de compressão (12,01%). Contudo, a taxa de densificação (6,02%) diferiu da taxa de compressão, pois os painéis apresentaram perda de massa (6,74%), como consequência da saída de vapor d'água e de compostos voláteis.

Além disso, é necessário destacar que, apesar de a madeira estar sujeita à degradação térmica quando exposta a altas temperaturas, os painéis OSB foram submetidos à 190 °C com o objetivo de atingir o ponto de fusão dos polímeros (transição vítrea), condição em que as cadeias poliméricas apresentam maior mobilidade (FIGUEROA; MORAES, 2009).

Segundo, Kultikova (1999) a compressão da madeira sem o colapso celular é o fator mais importante no aumento das propriedades mecânicas e físicas, pois quando a densificação ocorre através da deformação da parede celular, a madeira apresenta diminuição da resistência mecânica.

A Figura 11 apresenta um comparativo entre um painel OSB sem tratamento (Testemunha) e um com tratamento termomecânico (Densificado).

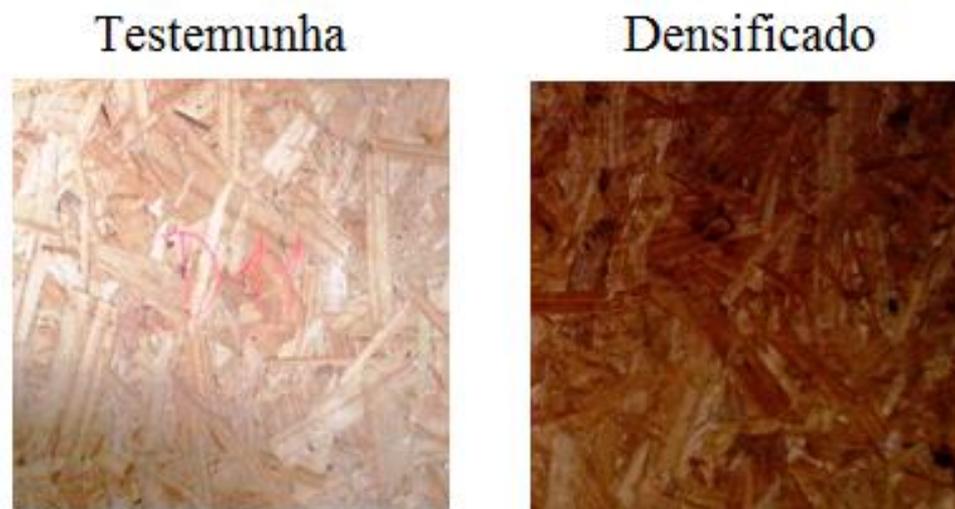


Figura 11. Painéis de OSB sem tratamento (Testemunha) e com tratamento termomecânico (Densificado).

Nota-se que apesar do tratamento termomecânico ser aplicado sobre os painéis OSB com o objetivo de aumentar a sua massa específica, este processo teve como consequência também a mudança na coloração de sua superfície, deixando-a com aspecto mais escurecido. Segundo De Groot et al. (1998) citado por Weiland e Guyonnet (2005), este fenômeno pode ser atribuído à ação da pirólise lenta, a qual provoca reações químicas que resultam no amolecimento e diminuição do teor de hemicelulose, além da alteração da estrutura natural e perda de peso da lignina.

Em contrapartida, cabe destacar que embora Moura e Brito (2011) afirmem que a cor é um importante critério de qualidade, o escurecimento da madeira não costuma ser qualificado como defeito, visto que madeiras tropicais possuem maior valor econômico, e a própria indústria moveleira costuma aplicar tratamentos térmicos com o objetivo de alterar a coloração das madeiras provenientes dos plantios de reflorestamento, aproximando-as das madeiras de maior valor de mercado (ZANUNCIO, 2014).

3.2. EXPOSIÇÃO AO INTEMPERISMO NATURAL

A Figura 12 mostra um resumo das condições climáticas fornecidas pela estação meteorológica automática “Brasília-A001”, com os valores de precipitação, radiação global, temperatura, e umidade relativa do ar, durante o período compreendido entre os meses de Outubro (2016) a Setembro (2017), totalizando 365 dias.

Verifica-se que a temperatura apresentou pouca variação ao longo do ano, se mantendo sempre próxima de 21,4 °C, registrando em Outubro o dia mais quente (27,1 °C), e em Junho o mais frio (14,7 °C), coincidindo com as estações de verão e inverno, respectivamente. Tal resultado já era esperado, pois de acordo com Fritztsons (2008), a variação deste fator esta condicionada, principalmente, às suas coordenadas geográficas (latitude, longitude e altitude), e por consequência à quantidade total de radiação solar recebida ao longo de um determinado período. Todavia, Grimm (2003) afirma que a incidência de raios verticais do sol ocorre entre as coordenadas 23°27’N e 23°27’S, de modo que a região de estudo se situa dentro desta faixa.

A radiação global diária no período foi de aproximadamente 19,99 MJ/m², sendo que o dia mais ensolarado (31,3MJ/m²) e o dia mais nublado (5,7 MJ/m²) foram registrados em Dezembro e Outubro, respectivamente. Segundo Piacentini et al. (2011) a variação deste fator está diretamente ligada à presença de nuvens, as quais atuam como barreira, e portanto, obstruem a chegada da radiação até a superfície terrestre.

A precipitação foi o fator climático que apresentou maior variação ao longo do ano, sendo distribuída entre os meses de Outubro e Maio, e tendo em Novembro o mês mais chuvoso (250,2 mm). Este resultado corrobora com Fernandes (2004), o qual afirma que a região apresenta regime de chuvas com duas estações bem definidas, o verão chuvoso e o inverno seco. Entretanto, é possível constatar que a precipitação registrada no período (1214 mm) esteve abaixo da média, pois estes resultados diferem de Baptista (1998), autor que registrou precipitação média anual na ordem de 1500 mm.

Por último, a umidade relativa do ar oscilou em valores próximos a 65%, e por ser um fator que está diretamente relacionada à precipitação, foram registrados os valores de máximo em Novembro (92,5%), auge da estação chuvosa, e o de mínimo em agosto (25,7%), período em que a estação seca se manifestou de forma mais severa.

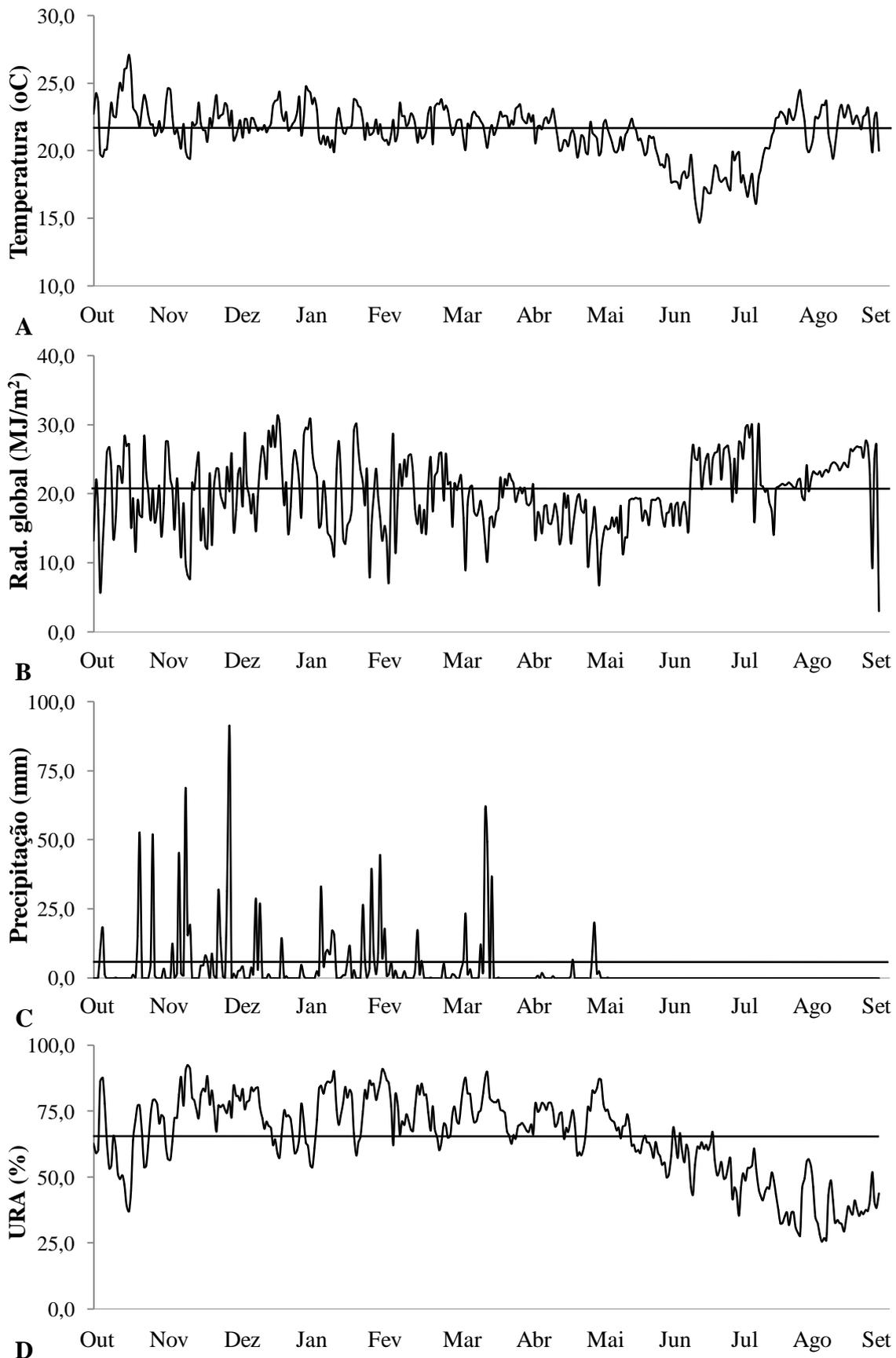


Figura 12. Condições climáticas de temperatura (A), radiação global (B), precipitação (C), e Umidade relativa do ar (D) durante o ensaio de intemperismo natural, no período entre Outubro/2016 e Setembro/2017.

A Figura 13 apresenta a superfície dos painéis OSB sem tratamento e com tratamento termomecânico para cada período de exposição ao intemperismo natural.

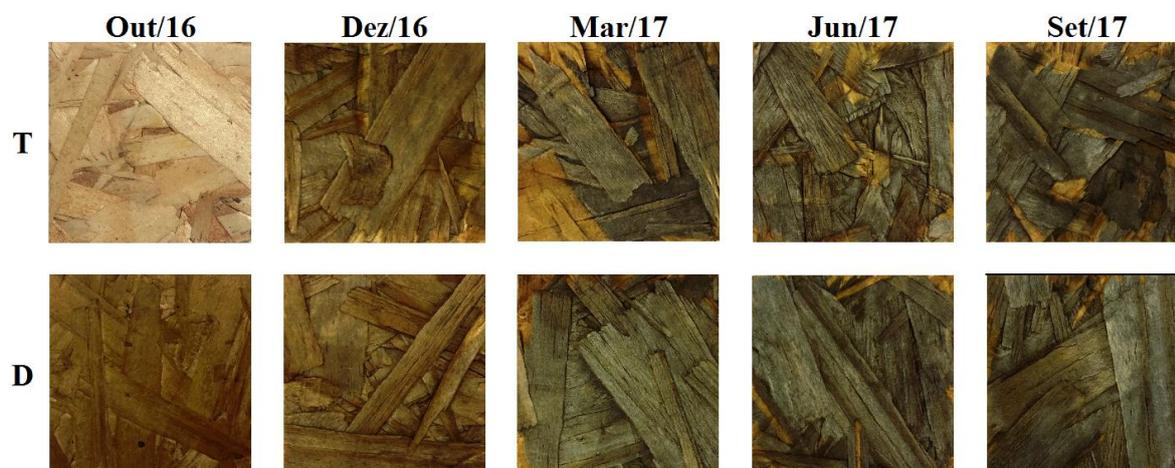


Figura 13. Superfície dos painéis OSB sem tratamento (T) e com tratamento termomecânico (D) para cada período de exposição ao intemperismo natural.

Dessa forma, observa-se que ambos os tratamentos apresentaram envelhecimento da superfície, fenômeno que ocorreu de maneira bastante acelerada, visto que já na terceira avaliação, após período de 6 meses de exposição ao intemperismo natural (Março/2017), ambos os tratamentos apresentaram coloração cinzenta. Estes resultados coincidem com Costa (2013) que afirma que a radiação provoca a decomposição química da madeira, levando a um escurecimento da mesma e a uma progressiva mudança para uma tonalidade cinzenta.

Tais diferenças apresentadas pelas superfícies dos painéis podem ser justificadas através de estudo realizado por Moore e Owen (2001), os quais constataram que a deterioração apresentada pela superfície da madeira e seus derivados, quando expostos ao intemperismo, pode estar relacionada à dissociação e modificação da lignina presente nos grupos cromóforos, a qual absorve a radiação de luz UV nos comprimentos de onda de 300 a 400 nm, e provoca a formação de radicais livres. Dessa forma, quando o material entra em contato com a água, este fica sujeito à lixiviação, de modo que o aumento do teor de celulose degradada, e a redução da concentração de lignina, resultam na alteração do aspecto de sua superfície, deixando-a com coloração cinza (HON, 2001).

Portanto, a partir do aspecto visual apresentado pelos painéis OSB, após o ensaio de exposição ao intemperismo, foi possível constatar que a aplicação do tratamento termomecânico não resultou em comportamento distinto aos painéis sem tratamento, visto que em ambos os casos a superfície dos painéis apresentou sinais de deterioração e coloração

cinzenta. Logo, é possível concluir que o tratamento aplicado não inibiu a ação da radiação sobre os polímeros presentes no painel.

3.3. CARACTERIZAÇÃO DAS PROPRIEDADES FÍSICAS

3.3.1. Massa específica aparente

A Figura 14 apresenta a massa específica aparente (g/cm^3) para os painéis OSB sem tratamento (Testemunha) e com tratamento termomecânico (Densificado). No APÊNDICE I estão disponíveis os resultados da análise descritiva (Tabela 5) desta propriedade de acordo com o tratamento e o período de exposição ao intemperismo, o resultado da análise de variância (Tabela 6), e os resultados para o teste de Tukey (Tabelas 7 e 8). A Tabela 3 apresenta os valores médios de massa e espessura para cada período de avaliação.

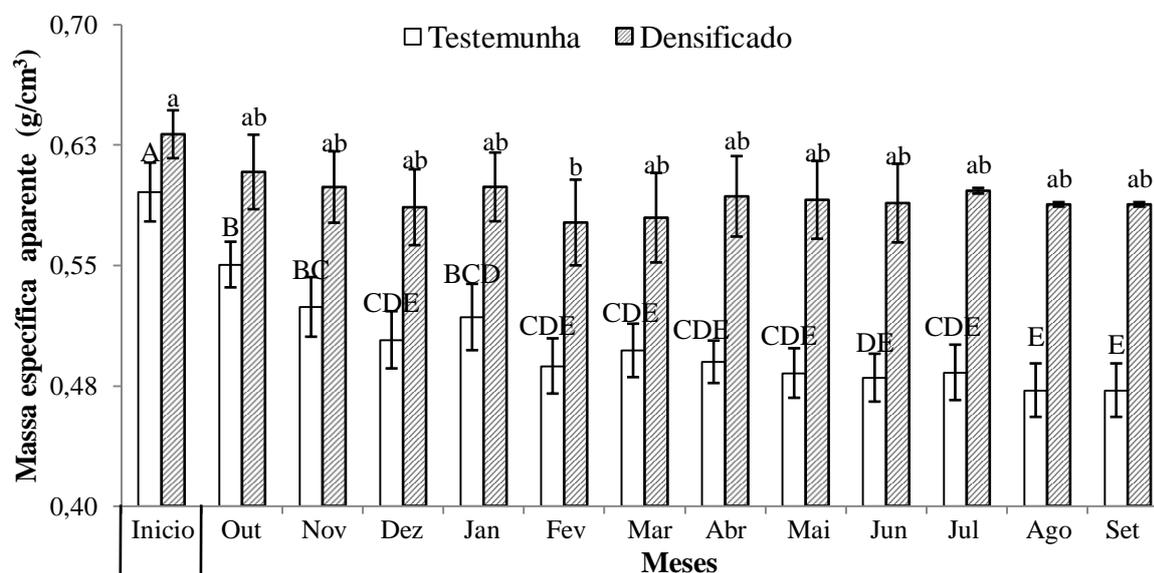


Figura 14. Valores médios da massa específica aparente dos painéis OSB sem tratamento (Testemunha) e com tratamento termomecânico (Densificados) para cada período de exposição ao intemperismo natural.

Onde: Colunas de mesma cor seguidas pela mesma letra não apresentam diferenças significativas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância.

Tabela 3. Valores médios de massa e espessura dos painéis OSB para cada período de avaliação.

	Massa (g)												
	Início	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
T	1441	1438	1436	1372	1504	1341	1409	1336	1319	1312	1311	1283	1289
D	1361	1436	1449	1392	1541	1381	1448	1438	1421	1414	1429	1402	1409
	Espessura (mm)												
	Início	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
T	14,91	16,32	17,12	17,02	18,15	17,19	17,71	17,04	17,08	17,09	16,96	16,99	17,12
D	13,46	14,77	15,13	14,85	16,10	14,98	15,63	15,16	15,04	15,02	14,98	14,90	14,99

Onde: T – Testemunha; D – Densificado.

Logo, é possível constatar que a aplicação do tratamento termomecânico permitiu reduzir a influência do intemperismo natural sobre esta característica, visto que o painel OSB com tratamento termomecânico se manteve mais estável, variando entre 0,59 e 0,63 g/cm³, enquanto que o painel sem tratamento apresentou variação entre 0,46 e 0,59 g/cm³.

Além disso, observou-se nos períodos de Janeiro e Abril um aumento da massa específica aparente, quando comparado às avaliações de Dezembro e Março, respectivamente. Segundo Teles (2014), essas alterações estão relacionadas à massa, a qual varia de acordo com a presença de água absorvida da precipitação e da adsorvida da umidade presente no ar, em função das condições climáticas do Distrito Federal. Todavia, Del Menezzi et al. (2008) afirmam que a presença de água provoca variações na espessura através do inchamento higroscópico, e da liberação das tensões de compressão (inchamento não recuperável) quando se trata de painéis reconstituídos.

Ayrilmis (2007), avaliando o efeito da massa específica na estabilidade dimensional de painéis de fibra de média densidade (MDF), constatou que há uma relação significativa entre estas propriedades, visto que os painéis de maior massa específica apresentaram maior expansão linear, e maior inchamento em espessura. Embora os resultados encontrados no presente estudo aparentem ser contraditórios, corroboram com os encontrados por Santos (2016), que constatou um aumento da estabilidade dimensional ao aplicar tratamento termomecânico em painéis OSB. Dessa forma, os resultados sugerem que o aumento da estabilidade dimensional é consequência da redução da higroscopicidade do material.

A Tabela 4 apresenta as correlações entre a massa, a espessura, e a massa específica aparente com as variáveis climáticas para o painel OSB sem tratamento e com tratamento termomecânico.

Tabela 4. Correlação de Pearson entre a massa, a espessura, e a massa específica aparente com as variáveis climáticas.

	Precipitação	Radiação Global	Temperatura	URA
Massa (T)	-0,461**	-0,508**	0,387**	-0,216
Massa (D)	0,196	0,127	0,247*	0,231
Espessura (T)	0,605**	0,473**	0,056	0,620**
Espessura (D)	0,603**	0,460**	0,162	0,608**
ρ (T)	-0,859**	-0,790**	0,246*	-0,672**
ρ (D)	-0,517**	-0,423**	0,045	-0,477**

Onde: ρ – massa específica aparente; (T) – painel OSB sem tratamento; (D) – painel OSB com tratamento termomecânico. *Correlação significativa ao nível de 5%; **Correlação significativa ao nível de 1%. URA – Umidade relativa do ar.

Observou-se que para os painéis OSB sem tratamento, a massa apresentou correlação significativa negativa para o efeito da precipitação, da radiação global, e positiva para o efeito da temperatura. Este resultado pode estar relacionado à natureza de construção do painel, o qual consiste em partículas longas (strands), compactadas através de pressão e adesivos. Dessa forma, observou-se que tais partículas foram se despreendendo da superfície durante o ensaio de intemperismo, o que resultou na perda de massa apresentada pelos painéis.

A espessura apresentou correlação significativa positiva para o efeito da precipitação e da umidade relativa do ar, em ambos os tratamentos. Estes resultados corroboram com Del Menezzi et al. (2008), os quais constataram que o painel OSB tem a sua estabilidade dimensional afetada quando imerso em água e através da adsorção da umidade presente no ar, fenômenos que resultam no inchamento do material. A massa específica aparente apresentou correlação significativa negativa para o efeito da precipitação e da umidade relativa do ar, em ambos os tratamentos. Estes resultados corroboram com Navi e Girardet (2000), os quais afirmam que a materiais densificados por meio de tratamentos termomecânicos tendem a voltar a sua condição original quando entram em contato com a água.

3.3.2. Absorção de Água e Inchamento em Espessura

A Tabela 5 apresenta os valores médios de massa e espessura do painel OSB sem tratamento (Testemunha) e com tratamento termomecânico (Densificado) para cada período de exposição ao intemperismo.

Tabela 5. Valores médios de massa e espessura do painel OSB sem tratamento e com tratamento termomecânico, para cada período de exposição ao intemperismo.

Propriedade	Tratamento	Período				
		Out/16	Dez/16	Mar/17	Jun/17	Set/17
Massa (g)	Testemunha	21,18	23,26	23,00	21,97	20,58
	Densificado	23,01	22,66	22,04	22,79	22,30
Espessura (mm)	Testemunha	14,54	16,81	17,25	16,30	15,73
	Densificado	14,33	14,71	15,03	15,09	14,59

As Figuras 15 e 16 apresentam as taxas de absorção (TxA) e de inchamento (TxI) dos painéis OSB sem tratamento (T) e com tratamento termomecânico (D) para os períodos de exposição ao intemperismo natural, após 2, 4, 8 e 24 horas de imersão em água. No APÊNDICE I estão disponíveis os resultados da análise descritiva (Tabelas 9 e 12), de acordo com o tratamento e período de exposição ao intemperismo natural.

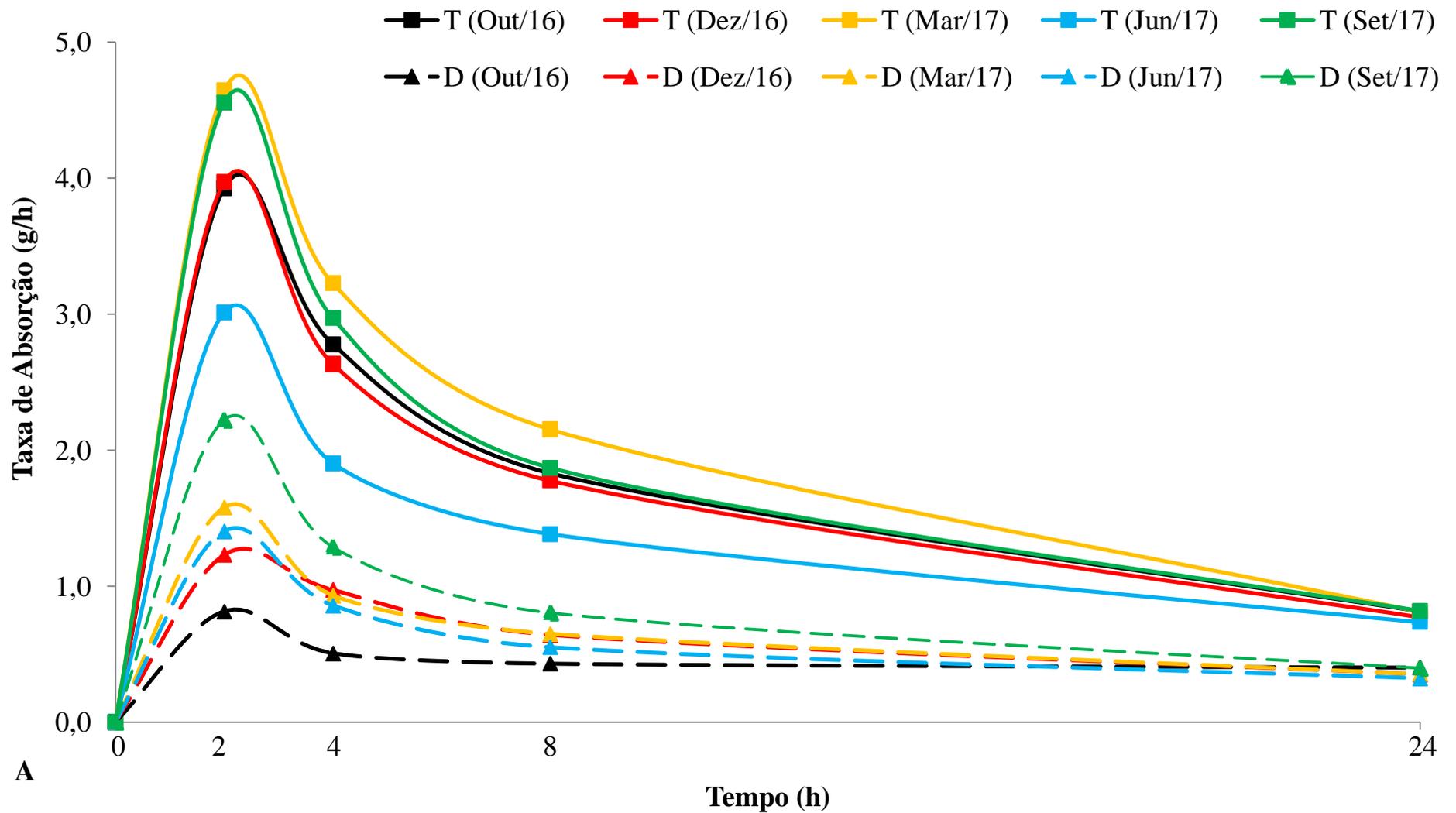


Figura 15. Taxa de absorção de água dos painéis OSB sem tratamento (T) e com tratamento termomecânico (D) para cada intervalo de exposição ao intemperismo natural, durante o período de imersão.

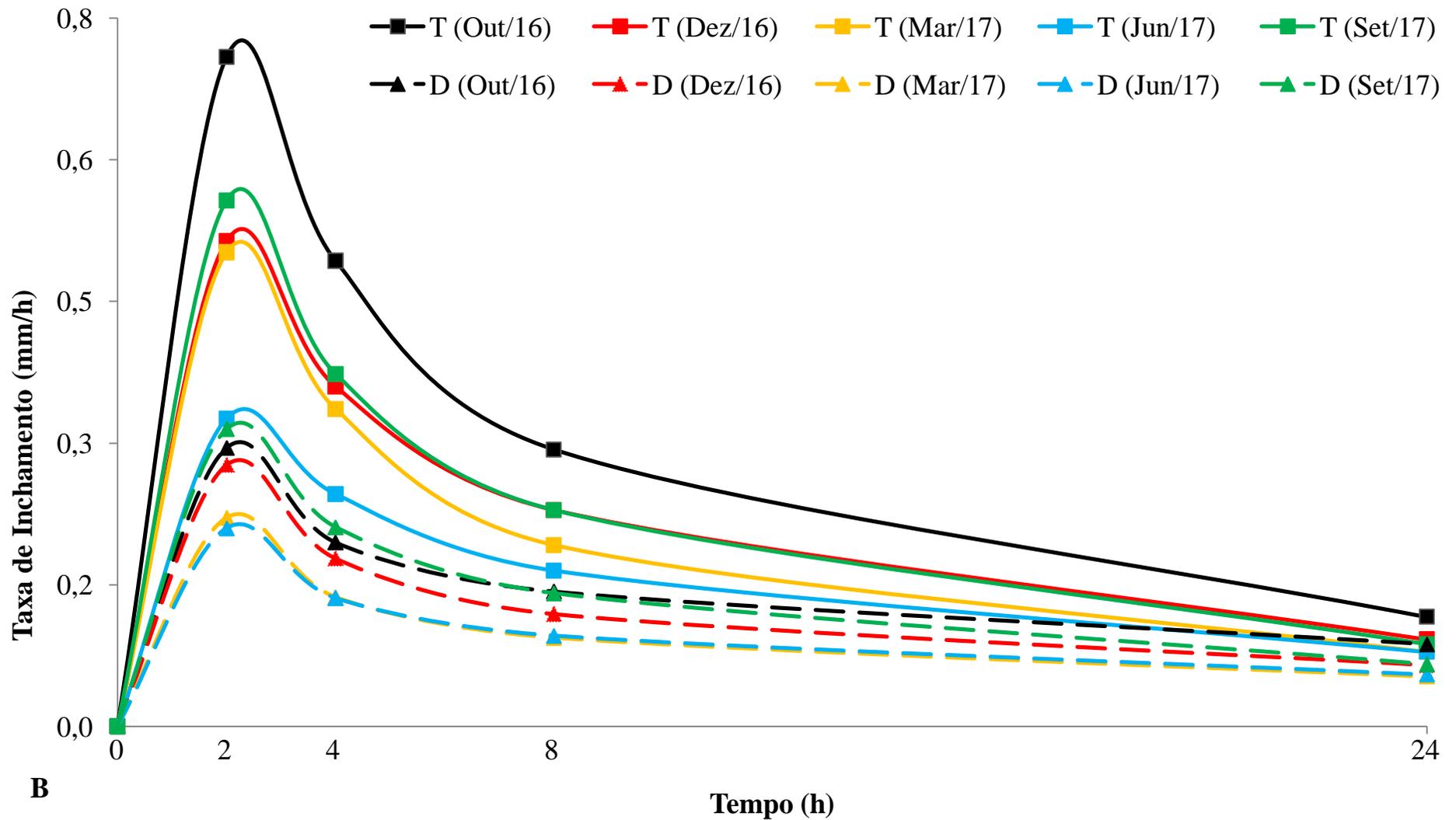


Figura 16. Taxa de inchamento em espessura dos painéis OSB sem tratamento (T) e com tratamento termomecânico (D) para cada intervalo de exposição ao intemperismo natural, durante o período de imersão.

As curvas de TxA e TxI apresentaram comportamento semelhante, onde houve uma rápida absorção de água, cujo ápice foi após 2 horas de imersão. Posteriormente, houve uma redução gradual da velocidade da entrada de água, conforme observado nas avaliações após 4 e 8 horas de imersão, até atingir a estabilização, a qual ocorreu após 24 horas, quando o material entrou na fase de saturação.

Segundo Kumar e Flynn (2006), este comportamento é típico de processos de imersão de materiais em água, sendo registrado na literatura como “*comportamento padrão de absorção*”. Além disso, Khazaei (2008) observou que a diferença de desempenho está relacionada à forma como a água se desloca pelo material, sendo que a saturação da superfície ocorre de maneira instantânea, através da porosidade e capilaridade das partículas de madeira que compõem o painel, enquanto que no interior o seu deslocamento apresenta maior dificuldade, devido a fatores como o grau de compactação, e a presença de ar.

Quanto ao efeito do tratamento termomecânico, os painéis OSB tratados apresentaram menor TxA quando comparados aos painéis sem tratamento, para o mesmo período de exposição ao intemperismo natural, resultando em uma redução de 50% a 80% da velocidade de absorção para cada período de imersão. Estes resultados corroboram com Missio et al. (2016), os quais constataram uma redução da TxA de tábuas de *Helvenia dulcis* através da aplicação de tratamentos térmicos. Por outro lado, a menor (0,81 g/h) e maior (4,65 g/h) TxA, após 2 horas de imersão, foram registradas pelos painéis D (Out/16), e T (Mar/17), respectivamente. Estes resultados corroboram estudo realizado por Albuquerque (2002), o qual constatou que painéis mais densos apresentam difusão mais lenta.

Logo, os resultados encontrados no presente estudo sugerem que esta propriedade apresenta correlação inversa à massa específica aparente, visto que foram estes painéis os que apresentaram a maior (0,64 g/cm³) e a menor (0,46 g/cm³) massa específica aparente durante o ensaio de intemperismo.

Em relação à TxI, os painéis OSB com tratamento termomecânico também apresentaram melhor desempenho, com redução na velocidade de inchamento variando entre 25% a 60%, quando comparados aos painéis sem tratamento para o mesmo período de exposição ao intemperismo natural. Contudo, nota-se que esta propriedade se manifestou de maneira menos intensa ao longo do ensaio de exposição, visto que a maior (0,71 mm/h) e a menor (0,21 mm/h) TxI, após 2 horas de imersão, foram registradas pelos painéis T (Out/16) e D (Jun/17), respectivamente. Segundo Cai e Ross (2010), esta diferença de comportamento pode estar associada às tensões de compressão, as quais são geradas durante a prensagem e liberadas quando os painéis são expostos a elevados teores de umidade. Logo, o

intemperismo permitiu a liberação destas tensões através da precipitação, diferentemente dos painéis T (Out/16) e D (Out/16), cujas tensões só foram liberadas após a imersão dos corpos-de-prova em água.

A Figura 17 apresenta os resultados de absorção de água após 2 e 24 horas de imersão, e o teor de umidade de equilíbrio do painel OSB sem tratamento e com tratamento termomecânico para cada período de exposição ao intemperismo natural. No APÊNDICE I estão disponíveis os resultados da análise descritiva (Tabelas 13 e 14) para estas propriedades de acordo com o tratamento e o período de exposição ao intemperismo, e os resultados para as análises de variância (Tabelas 15 a 17).

O painel OSB sem tratamento apresentou absorção de água (AA) média de 36,84% e de 86,54%, após 2 e 24 horas de imersão. Já os painéis tratados apresentaram uma menor AA média, sendo 12,96% e 39,07% após 2 e 24 horas de imersão, respectivamente. Dessa forma, o tratamento termomecânico apresentou resultados satisfatórios, pois causou uma redução na AA de 64,81% e 54,84% após 2 e 24 horas, respectivamente. Além disso, os painéis tratados apresentaram melhor desempenho em todos os períodos de exposição ao intemperismo, com diferença estatística significativa em relação ao efeito do tratamento.

Estes resultados coincidem com Mendes et al. (2002) e Saldanha e Iwakiri (2009), autores que estudaram a influência da espécie e da densidade nas propriedades tecnológicas de painéis OSB, e observaram menores valores de absorção de água, em painéis de maior densidade. Segundo, Khazaei (2008) esta diferença de comportamento pode estar relacionada ao grau de compactação, sendo que em painéis de maior densidade, a compactação de suas partículas dificulta a difusão da água no material.

Quanto ao teor de umidade de equilíbrio (TUE), o painel OSB sem tratamento apresentou um TUE médio de 9,16%, enquanto que o painel tratado apresentou TUE médio de 6,97%. Logo, verifica-se que a aplicação do tratamento termomecânico resultou em uma redução média desta propriedade (23,98%), com diferença estatística significativa para todos os períodos de avaliação, corroborando com os resultados obtidos por Ayrilmis et al. (2011), os quais constataram uma redução da higroscopicidade de compósitos madeira-plástico (WPC), os quais tiveram as suas fibras tratadas termicamente. Segundo Weiland e Guyonnet (2003), este comportamento pode estar relacionado à degradação térmica da hemicelulose, fator que resulta em uma diminuição na capacidade de adsorção de água da madeira.

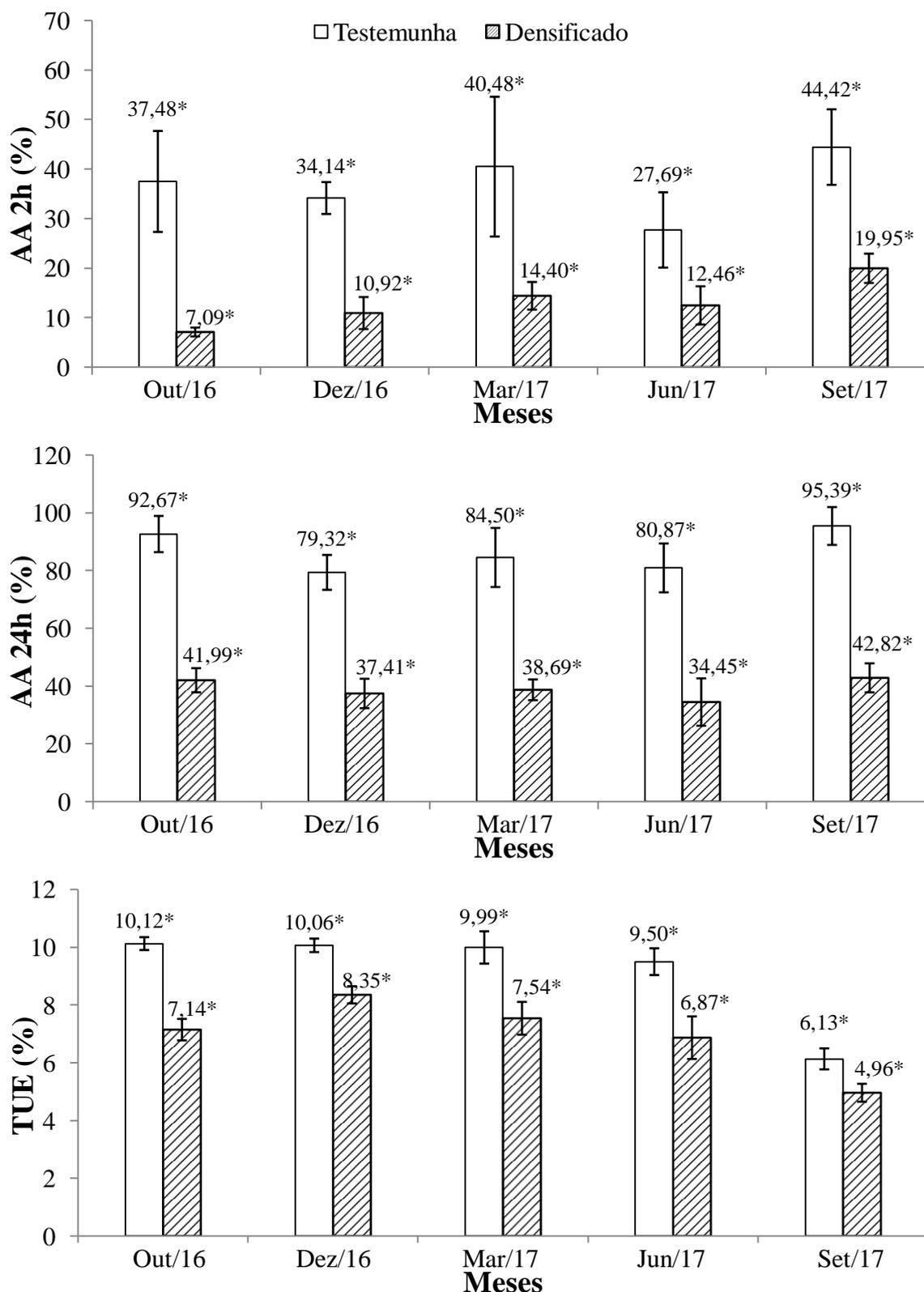


Figura 17. Absorção de água após 2 e 24 horas de imersão, e teor de umidade de equilíbrio do painel OSB sem tratamento (Testemunha) e com tratamento termomecânico (Densificado) para cada período de exposição ao intemperismo natural.

Onde: AA_{2h} – Absorção de água após 2 horas de imersão; AA_{24h} – Absorção de água após 24 horas de imersão; TUE – Teor de umidade de equilíbrio. Colunas do mesmo período com * apresentam diferença estatística para ANOVA ao nível de 5% de significância.

Além disso, a redução apresentada pelo TUE ao longo do período pode ser explicada pelo fato de que, previamente à exposição ao intemperismo, os painéis foram armazenados em sala de climatização, com umidade relativa do ar (URA) definida em 65%, enquanto que na avaliação final (12 meses), os painéis estiveram expostos à URA variando de 10% a 20%.

A Figura 18 apresenta os resultados de inchamento em espessura após 2 e 24 horas de imersão em água, e a taxa de não-retorno em espessura do painel OSB sem tratamento (Testemunha) e com tratamento termomecânico (Densificado) para cada período de exposição ao intemperismo natural. No APÊNDICE I estão disponíveis os resultados da análise descritiva (Tabelas 18 e 19) para estas propriedades de acordo com o tratamento e o período de exposição ao intemperismo, e os resultados para as análises de variância (Tabelas 20 a 22).

O painel OSB sem tratamento apresentou inchamento em espessura (IE) médio de 6,55% e de 13,66%, após 2 e 24 horas de imersão em água. Já os painéis tratados apresentaram um menor IE médio, sendo 3,58% e 10,63% após 2 e 24 horas de imersão, respectivamente. Dessa forma, o tratamento termomecânico apresentou resultados satisfatórios, pois causou uma redução no IE de 45,31% e 22,22% após 2 e 24 horas, respectivamente. Além disso, os painéis tratados apresentaram melhor desempenho em todos os períodos de exposição ao intemperismo, com diferença estatística significativa em relação ao efeito do tratamento.

Estes resultados diferem dos encontrados por Dacosta et al. (2005) e Ayrilmis (2007), os quais constataram uma redução na estabilidade dimensional após aplicação de tratamento termomecânico em painéis aglomerados, e em painéis de média e alta densidade, respectivamente. Embora os resultados encontrados no presente estudo aparentem ser contraditórios, corroboram com os encontrados por Santos (2016), que constatou um aumento da estabilidade dimensional ao aplicar tratamento termomecânico em painéis OSB. Portanto, o menor IE pode estar associado à liberação das tensões de compressão durante a aplicação do tratamento termomecânico, resultando assim em um material mais estável ao entrar em contato com a água.

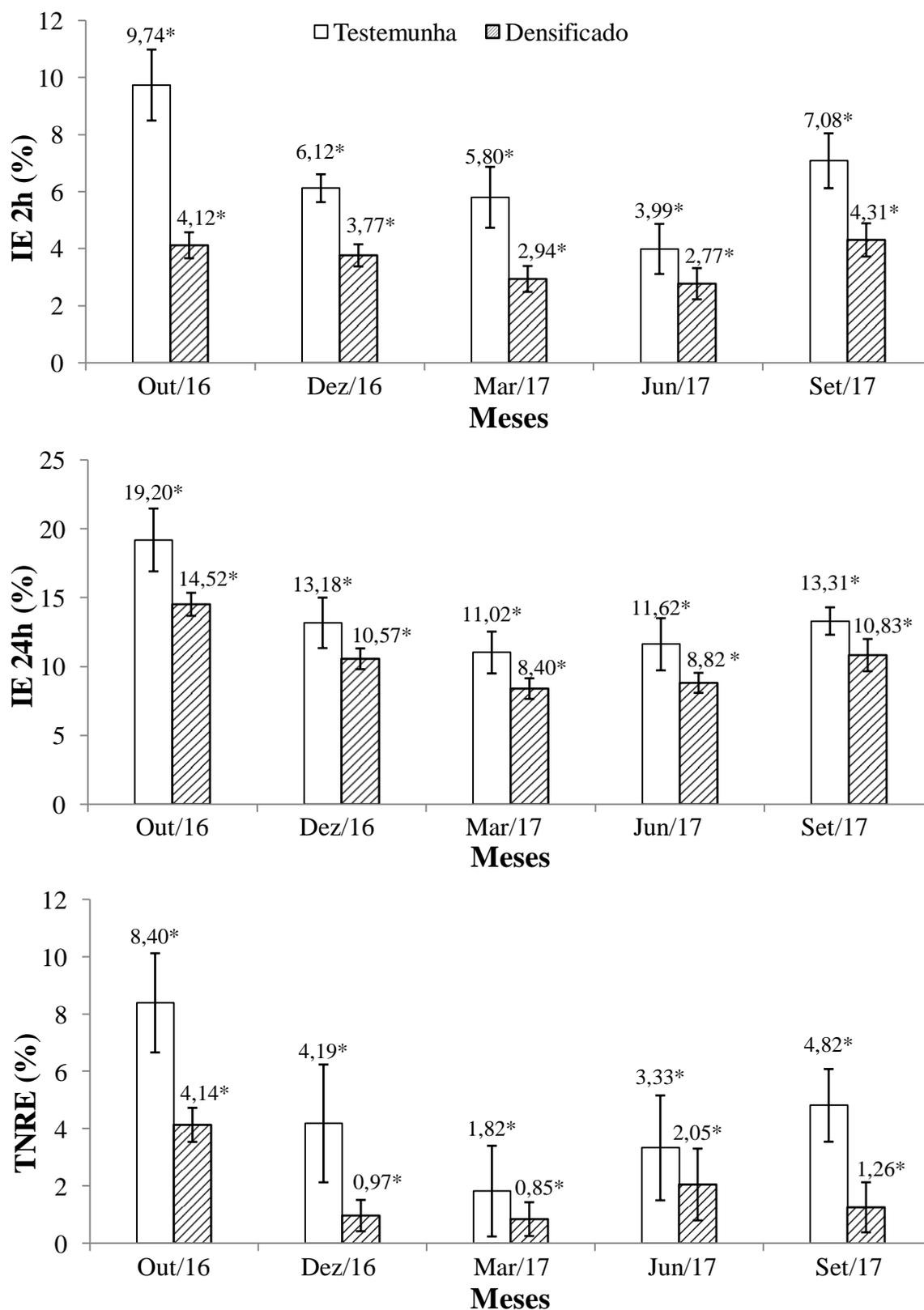


Figura 18. Inchamento em espessura após 2 e 24 horas de imersão em água, e a taxa de não-retorno em espessura do painel OSB sem tratamento (Testemunha) e com tratamento termomecânico (Densificado) para cada período de exposição ao intemperismo natural.

Onde: IE_{2h} – Inchamento em espessura após 2 horas de imersão; IE_{24h} – Inchamento em espessura após 24 horas de imersão; TNRE – Taxa de não-retorno em espessura. Colunas do mesmo período com * apresentam diferença estatística para ANOVA ao nível de 5% de significância; NS – não significativo.

Já em relação à taxa de não-retorno em espessura (TNRE), verificou-se que a aplicação do tratamento termomecânico nos painéis OSB também permitiu reduzir esta propriedade em todos os períodos de avaliação. Este resultado coincide com Arruda e Del Menezzi (2016), autores que melhoraram a estabilidade dimensional de painel compensado através de aplicação de tratamento termomecânico em suas lâminas. Ainda de acordo com os autores, o tratamento permitiu a liberação das tensões de compressão que foram formadas durante a prensagem, resultando em um material com maior estabilidade dimensional.

A Tabela 6 apresenta o resultado da correlação de Pearson entre as propriedades físicas e as condições climáticas para os painéis OSB sem tratamento, e com tratamento termomecânico.

Tabela 6. Correlação de Pearson entre a absorção de água após 2 e 24 horas de imersão, e o teor de umidade de equilíbrio com as variáveis climáticas.

	Precipitação	Radiação Global	Temperatura	URA
AA _{2h} (T)	0,021	0,115	-0,137	-0,260*
AA _{2h} (D)	0,682**	0,768**	-0,500**	-0,060
AA _{24h} (T)	-0,129	0,109	-0,425**	-0,580**
AA _{24h} (D)	-0,176	-0,019	-0,175	-0,414**
TUE (T)	-0,475**	-0,778**	0,812**	0,542**
TUE (D)	-0,372**	-0,682**	0,890**	0,594**

Onde: AA_{2h} – Absorção de água após 2 horas de imersão; AA_{24h} – Absorção de água após 24 horas de imersão; TUE – Teor de umidade de equilíbrio; (T) - OSB sem tratamento; (D) - OSB com tratamento termomecânico; URA – Umidade Relativa do Ar; *Correlação significativa ao nível de 5%; **Correlação significativa ao nível de 1%.

A absorção de água após duas horas de imersão (AA_{2h}) apresentou correlação significativa positiva para o efeito da precipitação e radiação, e negativa para o efeito da temperatura em painéis OSB com tratamento termomecânico. Este resultado coincide com Costa (2013), autor que estudou o efeito do tratamento térmico em madeiras utilizadas em fachadas, e afirmou que a madeira é suscetível à deterioração quando exposta à incidência da chuva e radiações solares. Segundo Khazaei (2008), a velocidade de deslocamento da água na madeira varia de acordo com o tamanho dos espaços vazios presentes nesta. Dessa forma, o inchamento provocado pelo intemperismo pode ter facilitado o deslocamento da água, resultando em uma maior AA_{2h} para os painéis com tratamento termomecânico.

A correlação significativa negativa entre a AA_{2h} para as os painéis com tratamento termomecânico, e AA_{24h} para os painéis sem tratamento com a temperatura pode ser justificada pelo clima da região, o qual segundo IBGE (2002), se caracteriza por ter duas estações bem definidas, o verão chuvoso e o inverno seco. Logo, os painéis apresentaram maior compactação e menor absorção de água durante o inverno. Todavia, a correlação significativa negativa entre a AA_{24h} para ambos os tratamentos e a umidade relativa do ar (URA) pode ser explicada pela higroscopicidade, a qual é definida por Borges e Quirino (2004) como a capacidade de absorver ou perder água para o meio que se encontra. Dessa forma, a adsorção do vapor d'água pelos painéis aumentou o teor de umidade, resultando em uma menor AA_{24h} .

O teor de umidade de equilíbrio (TUE) apresentou correlação significativa negativa com a precipitação e a radiação, e positiva com a temperatura e a URA, para ambos os tratamentos. A tendência negativa apresentada pelo efeito da precipitação difere dos resultados obtidos por Marcondes et al. (2013), os quais constataram que o teor de umidade da madeira aumenta quando exposta à precipitação. Todavia, tal discrepância de resultado pode estar relacionada à distribuição da pluviosidade, a qual esteve concentrada nos seis primeiros meses de ensaio, gerando assim inconsistências nas relações entre estes fatores.

A correlação negativa apresentada pelo efeito da radiação com o TUE corrobora com estudo realizado por George et al. (2005), os quais constataram que a radiação ultravioleta presente na luz do sol possui a capacidade deteriorar polímeros naturais como os presentes na madeira. Dessa maneira, embora o presente estudo não tenha realizado a análise química para cada período de exposição ao intemperismo, os resultados sugerem que a radiação pode ter deteriorado a hemicelulose, reduzindo assim a higroscopicidade dos painéis.

Por último, o TUE apresentou correlação positiva com a temperatura, e a URA, resultado que já era esperado, pois segundo Severo et al. (2001), são estes os principais fatores que condicionam a umidade de equilíbrio da madeira.

A Tabela 7 apresenta o resultado da correlação de Pearson entre as propriedades físicas e as condições climáticas para os painéis OSB sem tratamento, e com tratamento termomecânico.

Tabela 7. Correlação de Pearson entre o inchamento em espessura após 2 e 24 horas de imersão, e a taxa de não-retorno em espessura com as variáveis climáticas.

	Precipitação	Radiação Global	Temperatura	URA
IE _{2h} (T)	-0,717**	-0,489**	-0,017	-0,693**
IE _{2h} (D)	-0,386**	-0,097	-0,219	-0,696**
IE _{24h} (T)	-0,781**	-0,561**	-0,021	-0,642**
IE _{24h} (D)	-0,822**	-0,553**	-0,056	-0,747**
TNRE (T)	-0,663**	-0,414**	-0,136	-0,657**
TNRE (D)	-0,632**	-0,468**	-0,12	-0,478**

Onde: IE_{2h} – Inchamento em espessura após 2 horas de imersão; IE_{24h} – Inchamento em espessura após 24 horas de imersão; TNRE – Taxa de não-retorno em espessura; (T) - OSB sem tratamento; (D) - OSB com tratamento termomecânico; URA – Umidade Relativa do Ar; *Correlação significativa ao nível de 5%; **Correlação significativa ao nível de 1%.

Nota-se que o inchamento em espessura (IE) após 2 e 24 horas de imersão e a taxa de não-retorno em espessura (TNRE) apresentaram correlação significativa negativa para o efeito da precipitação, da radiação global e da umidade relativa do ar (URA) para ambos tratamentos, exceto para o efeito da radiação sobre o IE_{2h} do painel OSB com tratamento termomecânico.

Segundo Del Menezzi et al. (2009), o efeito negativo das condições climáticas sobre a IE e a TNRE ao longo do período de exposição pode estar relacionada às tensões de compressão, as quais são aplicadas durante a fabricação de painéis reconstituídos, e são liberadas quando o painel entra em contato com a água, resultando em inchamento não-recuperável. Logo, os painéis apresentaram uma tendência de redução do IE e TNRE em função do período de exposição ao intemperismo, visto que o inchamento apresentado durante o ensaio de determinação das propriedades físicas esteve relacionado à ação da água (inchamento higroscópico), e não às tensões de compressão (inchamento por tensões de compressão).

3.4. CARACTERIZAÇÃO DAS PROPRIEDADES MECÂNICAS

As Figuras 19 e 20 apresentam os resultados de resistência à compressão paralela, dureza Janka, módulo de elasticidade dinâmico, módulo de elasticidade, e o módulo de ruptura do painel OSB sem tratamento (Testemunha) e com tratamento termomecânico (Densificado) para cada período de exposição ao intemperismo natural. No APÊNDICE I estão disponíveis os resultados da análise descritiva (Tabelas 23 e 24) para estas propriedades

de acordo com o tratamento e o período de exposição ao intemperismo, e os resultados para as análises de variância (Tabelas 25 a 29).

A Tabela 8 apresenta a propriedade residual do painel OSB sem tratamento e com tratamento termomecânico, após 12 meses de exposição ao intemperismo natural.

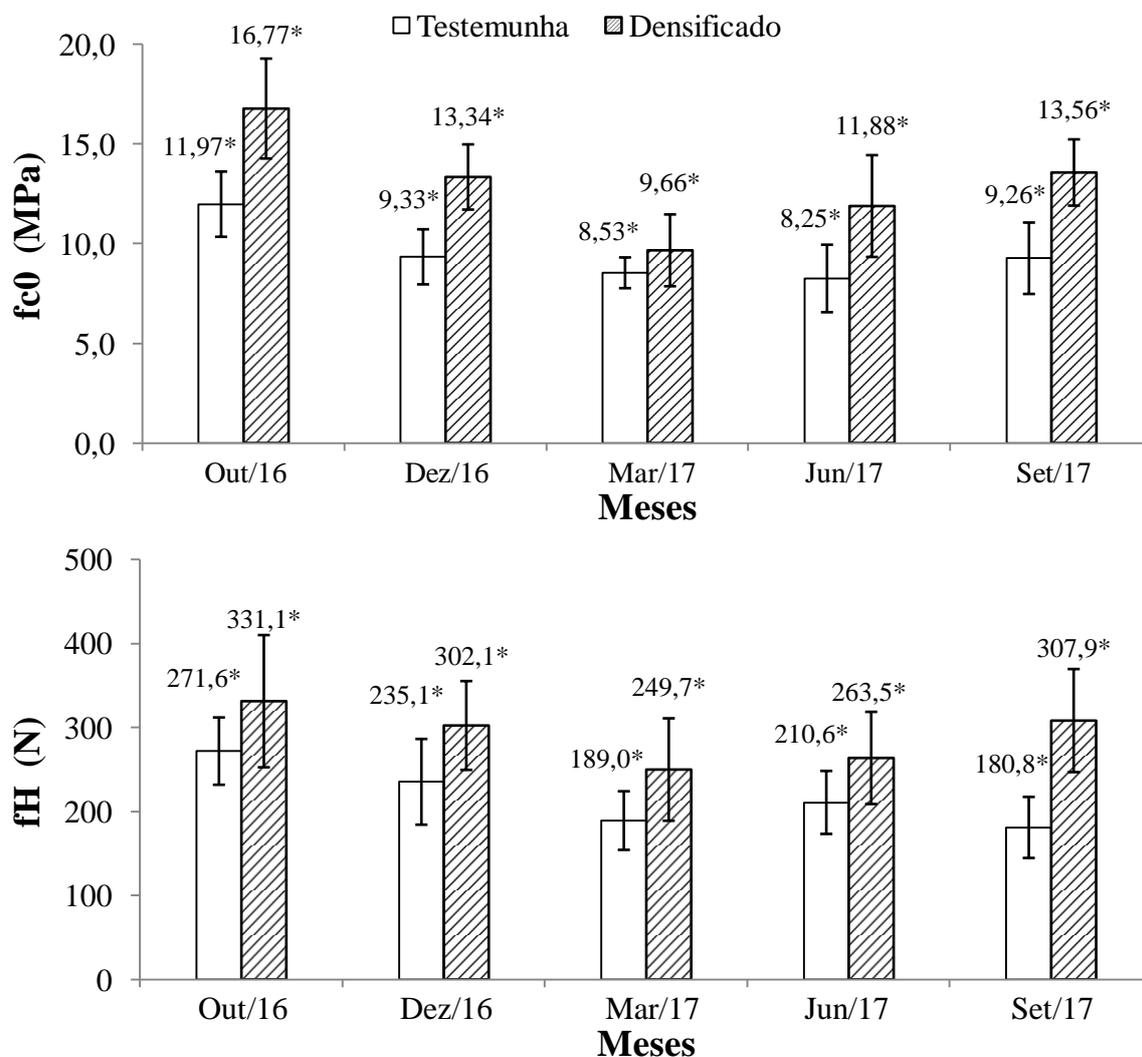


Figura 19. Resistência à compressão paralela e Dureza Janka do painel OSB sem tratamento (Testemunha) e com tratamento termomecânico (Densificado) para cada período de exposição ao intemperismo natural.

Onde: fc0 – Resistência à compressão paralela às fibras; fH– Dureza Janka; * - diferença estatística para ANOVA ao nível de 5% de significância.

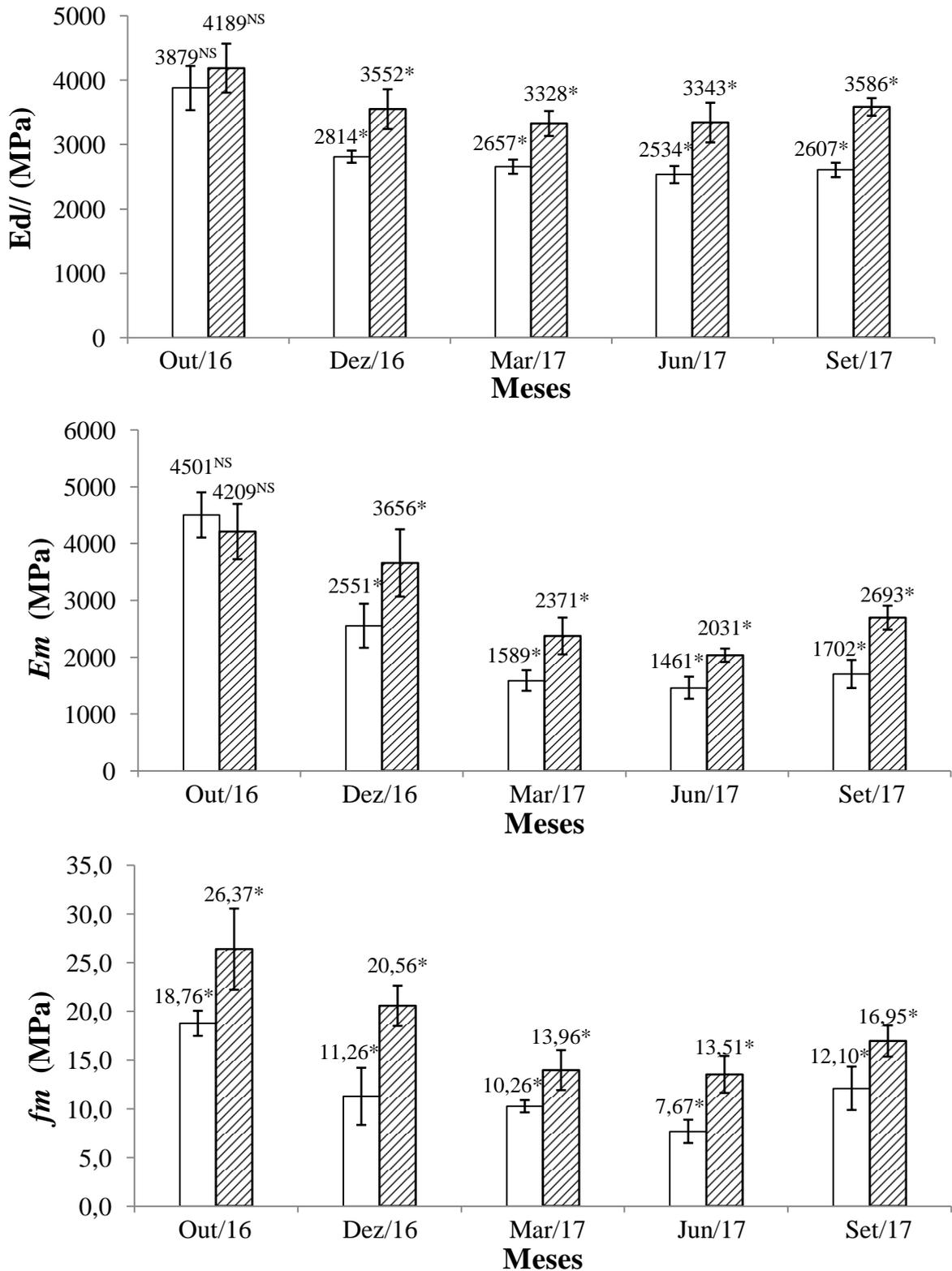


Figura 20. Módulo de elasticidade, e Módulo de Ruptura do painel OSB sem tratamento (Testemunha) e com tratamento termomecânico (Densificado) para cada período de exposição ao intemperismo natural.

Onde: Ed// - Módulo de elasticidade dinâmico; Em - Módulo de elasticidade; fm - Módulo de ruptura; * - Diferença estatística para ANOVA ao nível de 5% de significância; NS - Não significativa.

Tabela 8. Propriedade residual do painel OSB sem tratamento, e com tratamento termomecânico, após 12 meses de exposição ao intemperismo natural.

Tratamento	Propriedade (%)				
	fc0	fH	Ed//	Em	Fm
Testemunha	77,36	66,56	67,20	41,71	64,03
Densificado	80,88	93,02	85,61	66,17	64,10

Quanto a resistência à compressão paralela (fc0), o tratamento termomecânico afetou de maneira positiva na resistência do painel OSB, que foi de 11,97 MPa para 16,77 MPa, representando um aumento de 40,03% no período prévio ao ensaio de exposição ao intemperismo. Resultado semelhante foi obtido por Freitas et al. (2016) após a densificação de tábuas de *Simarouba amara*. Além disso, o painel tratado apresentou desempenho superior de aproximadamente 37,31% em comparação ao painel sem tratamento, com diferença estatística significativa para todos os períodos de exposição ao intemperismo.

A dureza janka (fH) do painel OSB aumentou de 271,60 MPa (testemunha) para 331,11 MPa após aplicação do tratamento termomecânico, resultando em um aumento de 21,88% no período prévio ao ensaio de exposição ao intemperismo, coincidindo com resultado obtido por Fang et al. (2011), os quais constataram um aumento significativo da dureza de lâminas de *Populus tremuloides*, após aplicação de tratamento termomecânico. Além disso, o painel tratado apresentou desempenho superior de aproximadamente 35,60% em comparação ao painel sem tratamento, com diferença estatística significativa para todos os períodos de exposição ao intemperismo.

De acordo com Kamke (2006), o aumento das propriedades de resistência após a densificação pode estar relacionado à redução dos espaços vazios entre as células e do lume das células, pois segundo o autor, o tratamento termomecânico não permite o aumento da densidade da parede celular. Contudo, Kutnar et al. (2009) destaca que para que haja um aumento das propriedades mecânicas como consequência da densificação, é necessário que ocorra o mínimo possível de colapsos das paredes celulares. Dessa forma, os resultados indicam que a temperatura e pressão escolhidas foram satisfatórias para o aumento das propriedades de resistência.

O módulo de elasticidade dinâmico (*Ed//*) e o módulo de elasticidade (*Em*) não apresentaram diferença estatística para o efeito do tratamento termomecânico. Segundo Esteves et al. (2007), a exposição da madeira a altas temperaturas traz como consequência a degradação térmica dos polímeros, e conseqüentemente, a redução da resistência à flexão, sendo esta proporcional à perda de massa. Contudo, os resultados encontrados sugerem que a

pressão aplicada permitiu a manutenção desta propriedade, visto que a perda de massa foi compensada pela redução de espaços vazios, resultando em um material de maior massa específica. Todavia, houve diferença estatística para o efeito do tratamento termomecânico nas avaliações de dezembro a setembro, resultado que pode estar associado à menor massa específica aparente dos painéis sem tratamento.

O módulo de ruptura (f_m) do painel OSB aumentou de 18,82 MPa (testemunha) para 26,53, MPa após aplicação do tratamento termomecânico, resultando em um aumento de 40,98% no período prévio ao ensaio de exposição ao intemperismo, coincidindo com resultados obtidos Pertuzzatti (2015) e Costa e Del Menezzi (2017), os quais aplicaram tratamento termomecânico em tábuas de *Pinus elliottii*, e compensados de *Schizolobium amazonicum*, respectivamente. Além disso, o painel tratado apresentou desempenho superior de aproximadamente 55,49% em comparação ao painel sem tratamento, com diferença estatística significativa para todos os períodos de exposição ao intemperismo.

Quanto às propriedades residuais, é possível constatar que com exceção do módulo de ruptura (f_m), o tratamento termomecânico proposto permitiu não apenas melhorar as propriedades mecânicas como também aumentar a resistência destas à ação do intemperismo, resultado que coincide com Del Menezzi et al. (2008), os quais avaliaram o efeito do intemperismo sobre as propriedades de painéis OSB com tratamento térmico. Por outro lado, os painéis OSB sem tratamento apresentaram um elevado grau de deterioração tendo em vista que foram avaliados durante o período de apenas 1 ano, tempo considerado curto para uma peça empregada com fins estruturais. Além disso, cabe destacar que o aumento das propriedades mecânicas nas avaliações de 9 e 12 meses de exposição ao intemperismo está relacionado à diminuição do teor de umidade, pois as foram realizados durante o período de estiagem.

A Tabela 9 apresenta o resultado da correlação de Pearson entre as propriedades físicas e as condições climáticas para os painéis OSB sem tratamento, e com tratamento termomecânico.

Tabela 9. Correlação de Pearson entre as propriedades mecânicas e as variáveis climáticas para o painel OSB sem tratamento e com tratamento termomecânico.

	Precipitação	Radiação Global	Temperatura	URA
fc0 (T)	-0,621**	-0,467**	0,039	-0,478**
fc0 (D)	-0,609**	-0,363**	-0,126	-0,621**
fH (T)	-0,611**	-0,576**	0,265*	-0,18
fH (D)	-0,324**	-0,173	-0,068	-0,376**
Ed// (T)	-0,896**	-0,795**	-0,085	-0,777**
Ed// (D)	-0,744**	-0,618**	-0,134	-0,709**
<i>Em</i> (T)	-0,900**	-0,768**	0,263	-0,477*
<i>Em</i> (D)	-0,850**	-0,721**	0,359	-0,448*
<i>fm</i> (T)	-0,819**	-0,603**	0,039	-0,682**
<i>fm</i> (D)	-0,876**	-0,695**	0,202	-0,568**

Onde: fc0 - Resistência à compressão paralela; fH - Dureza Janka; Ed// - Módulo de elasticidade dinâmica; *Em* - Módulo de elasticidade; *fm* - Módulo de ruptura. (T) - OSB sem tratamento; (D) - OSB com tratamento termomecânico; URA – Umidade Relativa do ar; *Correlação significativa ao nível de 5%; **Correlação significativa ao nível de 1%.

As propriedades mecânicas apresentaram correlações significativas inversas com a precipitação e a radiação global diária, e a umidade relativa do ar (URA). Segundo Logsdon e Calil Jr (2002), este resultado pode ser explicado pela alteração do teor de umidade do material, cujo aumento implica na diminuição das propriedades mecânicas.

Por outro lado, não houve correlação entre as propriedades mecânicas e as variáveis climáticas de temperatura, resultado que pode ser explicado pelo clima da região, que apresenta temperatura média de 21,4 °C, com baixa variabilidade ao longo do ano. Este resultado coincidiu com Creemers et al. (2002), os quais constataram que embora todos os elementos do clima influenciam mutuamente, intensamente e de forma complexa, os dados sobre a madeira, a radiação solar e a precipitação são dominantes em relação aos outros mecanismos do intemperismo.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A combinação de temperatura (190 °C) e pressão (1,5 MPa) escolhidas para o tratamento termomecânico provocou um efeito positivo sobre as propriedades físicas, visto que os painéis tratados apresentaram menor absorção de água, inchamento em espessura e teor de umidade de equilíbrio, e menor taxa de não-retorno em espessura, resultados que indicam uma menor higroscopicidade e uma maior estabilidade dimensional por parte dos painéis tratados.

Já em relação às propriedades mecânicas, foi possível constatar melhora em todas as propriedades de resistência (compressão paralela, dureza Janka, módulo de ruptura), enquanto que as propriedades elásticas (módulo de elasticidade) não apresentaram diferença significativa na avaliação prévia à realização do ensaio de intemperismo. Além disso, foi possível constatar um aumento da resistência do painel OSB em relação à ação do intemperismo, visto que com exceção do módulo de ruptura (f_m), todas as propriedades apresentaram propriedade residual superior em comparação aos painéis sem tratamento.

Quanto ao aspecto visual, o tratamento termomecânico provocou o escurecimento da superfície. Todavia, ambos os tratamentos apresentaram coloração cinzenta após o ensaio de exposição ao intemperismo, de modo que o tratamento termomecânico não surtiu efeito positivo sobre a resistência à fotodegradação.

As matrizes de correlação entre as propriedades físicas e mecânicas e as condições climáticas indicaram que os principais elementos que causaram a deterioração dos painéis OSB foram a precipitação, e a radiação. Em contrapartida, o tratamento termomecânico proposto permitiu reduzir o efeito de ambos os fatores sobre as propriedades físicas e mecânicas do painel OSB.

II EFEITO DO TRATAMENTO TERMOMECÂNICO NA RESISTÊNCIA BIOLÓGICA DE PAINÉIS OSB AO ATAQUE DE FUNGOS APODRECEDORES

1. INTRODUÇÃO

O painel de partículas orientadas (OSB) é um produto formado por partículas longas de madeira com formato retangular (strands), as quais são depositadas em camadas, sendo que na camada superior as partículas são dispostas paralelamente ao comprimento da chapa, enquanto que a camada interior possui orientação perpendicular às camadas da face (TOMASELLI; TUOTO, 1998). No sentido de viabilizar o uso deste material para atender fins estruturais, é fundamental que este apresente não apenas pequena variação em relação as suas propriedades físicas e mecânicas, como também apresente elevada resistência biológica, mesmo quando utilizado em ambientes externos.

Para tal, a aplicação de tratamento termomecânico, isto é, uso combinado de calor e pressão, se apresenta como uma técnica que permite melhorar os produtos lignocelulósicos com a finalidade de atender tais exigências, pois de acordo com Currier (1962), citado por Haygreen e Daniels (1969), quando a madeira é aquecida sob condições controladas de temperatura, tempo e umidade, fica sujeita a sofrer alterações, tornando-se menos higroscópica, mais hidrofóbica e mais resistente ao ataque biológico.

Diversos estudos têm sido conduzidos com o intuito de melhorar a resistência biológica da madeira, dentre os quais, por exemplo: efeito do tratamento térmico sobre a resistência biológica de painéis OSB (DEL MENEZZI et al., 2008) efeito do tratamento termomecânico na resistência biológica da madeira do híbrido *Populus deltoides* x *Populus trichocarpa* (KUTNAR et al., 2011); efeito do tratamento termo-hidro-mecânico na resistência da madeira de *Picea abies* (SCHARZE; SPYCHER, 2005). Segundo Weiland e Guyonnet (2003), tal aumento da resistência biológica é justificado pela alteração da disponibilidade de hemiceluloses, pela produção de novas moléculas tóxicas, e pela dificuldade de reconhecimento do substrato por parte dos fungos.

Todavia, Hill (2006) afirma que a modificação termomecânica pode ser considerada uma técnica de preservação ecologicamente correta, pois o aumento da densidade resultante

da aplicação da pressão ocorre através da compressão dos espaços vazios, e não da inserção de substâncias químicas tóxicas que tornem o material um perigo ambiental ao final do ciclo de vida.

Para avaliar a resistência da madeira ao ataque de microorganismos, foram desenvolvidos ensaios de apodrecimento acelerado em laboratório, os quais permitem que o material tenha contato direto com fungos apodrecedores, e tenha a sua resistência biológica classificada de acordo com a perda de massa apresentada após o período de exposição. Os principais fungos utilizados em laboratório são os de podridão branca (*Trametes versicolor*) e os de podridão parda (*Gloeophyllum trabeum*), cuja escolha é justificada pelo fato de estes apresentam mecanismos de deterioração diferenciados, onde, de modo geral, o fungo de podridão parda ataca prioritariamente a celulose e a hemicelulose, enquanto os fungos de podridão branca atacam todos os componentes da madeira (OLIVEIRA et al., 1986). Além disso, Martinez et al. (2005) constataram que os fungos de podridão branca se desenvolvem com mais facilidade em madeiras folhosas, enquanto que os fungos de podridão parda apresentam maior crescimento quando se encontram em contato com madeiras coníferas.

Diante do exposto, o presente capítulo teve como objetivo avaliar o efeito do tratamento termomecânico sobre a resistência biológica de painéis OSB ao ataque de fungos apodrecedores.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. COMPÓSITO DE MADEIRA

Para o estudo foi adquirido um painel OSB (multiuso) no mercado madeireiro do Distrito Federal, fabricado com madeira de *Pinus* spp., composição em três camadas, com adesivo isocianato (40%) na camada interior e fenol-formaldeído (60%) nas camadas externas, dimensões comerciais (244 x 122 x 1,5 cm), e densidade nominal de 0,59g/cm³.

O delineamento experimental consistiu em dois tratamentos (Testemunha e Densificado), sendo que para cada tratamento foi obtida uma amostra com dimensões de 40 x 40 x 1,5 cm, a partir do painel adquirido no mercado madeireiro. Dessa forma, avaliou-se o efeito do tratamento termomecânico na resistência ao ataque de fungos apodrecedores.

2.2. TRATAMENTO TÉRMICO

A aplicação do tratamento termomecânico (densificação) foi realizada através de prensa hidráulica INDUMEC com área de prensagem de 60 x 60 cm, e capacidade de carga de 1000 kN, no Laboratório de Tecnologia e Utilização de Produtos Florestais, localizado na Fazenda Água Limpa da Universidade de Brasília (FAL/UnB). A temperatura e pressão foram definidas em 190 °C e 1,5 MPa, conforme resultado obtido por Santos (2016) como melhor configuração para termodensificação de painéis OSB.

O tratamento termomecânico foi dividido em três etapas:

- **Aquecimento** - período compreendido de 0 até 10 minutos até a amostra atingir a temperatura de 190 °C, com aplicação de pressão total (1,5 MPa);
- **Densificação** - período de t até t + 10 minutos com aplicação de pressão total (1,5 MPa), e temperatura de 190 °C;
- **Pós-tratamento** - período de t + 10 até t + 15 minutos onde a pressão foi reduzida a metade (0,75 MPa), e t + 15 até t + 20 com liberação total da pressão.

O pós-tratamento teve a finalidade de permitir a liberação de tensões internas de compressão de forma mais lenta e gradativa, reduzindo assim a tendência do material voltar à sua condição original de espessura, fenômeno conhecido como “*Shape Memory*” (NAVI; SANDBERG, 2012).

2.3. PREPARAÇÃO DOS CORPOS-DE-PROVA

Foi realizado o ensaio acelerado para avaliação da resistência biológica ao ataque de fungos, na Área de Biodegradação e Preservação da Madeira do Laboratório de Produtos Florestais (LPF) / Serviço Florestal Brasileiro, em Brasília, DF, utilizando metodologia proposta pela norma ASTM D2017 (2005).

Os corpos-de-prova (Figura 1) foram confeccionados nas dimensões de 2,5 x 2,5 cm x espessura do tratamento (comprimento x largura x espessura), totalizando 30 amostras por tratamento para cada fungo, as quais foram acondicionadas em estufa com circulação forçada de ar, da marca MARCONI, a 50°C até atingir massa constante. Posteriormente, foram pesados em balança digital, da marca SHIMADZU, com precisão de 0,0001g, sendo estes valores registrados como massa inicial (Mi).



Figura 1. Corpos-de-prova de painel OSB sem tratamento (Testemunha) e com tratamento termomecânico (Densificado) utilizados para o ensaio acelerado de ataque de fungos.

2.4. FUNGOS APODRECEDORES

Como fungo de podridão branca foi utilizado o *Trametes versicolor* (Linnaeus ex Fries) Pilat, e de podridão parda foi utilizado o fungo *Gloeophyllum trabeum* (Persoon. Ex Fries.), ambos oriundos da micoteca do LPF.

2.5. AMOSTRAS CONTROLE

Além dos corpos-de-prova confeccionados a partir do painel OSB, foram confeccionadas também 16 corpos-de-prova das espécies de madeira de *Cecropia* spp., e 16 de *Pinus* spp. com dimensões de 2,5 x 2,5 x 0,9 cm (comprimento x largura x espessura), os quais serviram de parâmetro para determinar o encerramento do ensaio, quando a perda de massa média dos corpos-de-prova dessas espécies fosse superior a 50%.

As amostras controle (Figura 2) são também indicadoras do vigor vegetativo da cultura fúngica inoculada, e das condições de incubação, de maneira que, de acordo com a norma ASTM D2017 (2005), o fungo só apresenta vigor satisfatório quando provoca perda de massa de, pelo menos, 50% sobre a amostra controle, após o período de 16 semanas.

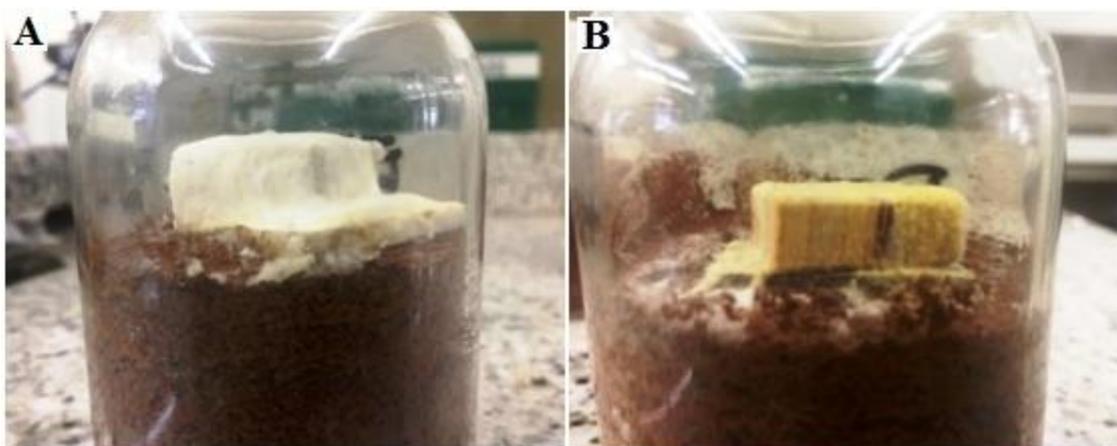


Figura 2. Amostra controle de *Cecropia* spp. (A) atacada por *T. versicolor*, e *Pinus* spp. (B) atacada por *G. trabeum*, após período de nove semanas.

2.6. ENSAIO DE APODRECIMENTO ACELERADO

O meio de cultura para ambos os fungos foi devidamente preparado utilizando frascos de vidro transparente com capacidade para 250 mL, boca larga, e tampa plástica rosqueável, os quais foram preenchidos com 130g de latossolo vermelho, 65 mL de água destilada, e uma placa suporte de *Cecropia* spp. (podridão branca) e *Pinus* spp. (podridão parda) com dimensões de 3,5 x 2,9 x 0,3 cm (comprimento x largura x espessura), cuja função foi servir de substrato para o desenvolvimento inicial dos fungos de podridão branca e parda, respectivamente.

Em seguida, os frascos foram esterilizados em autoclave à 120 °C e 1 atm de pressão, durante 45 minutos, e dispostos em câmara incubadora (Figura 3) à 26 ± 1 °C e 70 ± 5 % de

umidade relativa do ar durante 7 dias, para observar a possível existência de contaminação dos meios de cultura, de modo que eventuais meios contaminados fossem descartados.



Figura 3. Câmara incubadora (A) com painel de controle (B) para ajustes de temperatura e umidade relativa do ar.

A inoculação dos fungos nos frascos de vidro foi realizada em capela de fluxo laminar, utilizando um pipetador dosador, aplicando 3 mL de meio de cultura líquida sobre a placa suporte de cada frasco, e posteriormente retornando os mesmos à câmara incubadora onde permaneceram por um período de 30 dias a 45 dias, tempo mínimo recomendado para o desenvolvimento dos fungos.

Após o período de desenvolvimento dos fungos, os corpos de prova foram colocados sobre as placas suporte, permitindo assim o contato direto com o fungo, com os frascos retornando para a câmara incubadora, onde permaneceram por um período de oito semanas.

A partir da nona semana, foram retiradas duas amostras controle de *Cecropia* spp. (podridão branca) e *Pinus* spp. (podridão parda) para limpeza e remoção do fungo, e levadas à estufa com circulação forçada de ar com temperatura de 50 °C pelo período de 48 horas para obter a massa final (Mf) e avaliar a perda de massa, calculada através da Equação 1.

$$PM = \frac{(Mi - Mf)}{Mi} * 100 \quad (1)$$

Onde:

PM = Perda de massa (%);

M_f = massa final (g);

M_i = massa inicial (g).

Quando a perda de massa das amostras controle atingiu valor igual ou superior a 50%, os ensaios foram encerrados, e as amostras do painel OSB foram retiradas do contato com os fungos passando pelo processo de limpeza, onde foram removidos os micélios dos fungos que se desenvolveram sobre a superfície dos corpos-de-prova. Posteriormente, estes foram acondicionados em estufa à 50 °C, até atingirem massa constante e ter a sua massa final (M_f) mensurada, permitindo assim calcular a perda de massa (PM) e classificar as amostras de acordo com a sua resistência aos fungos apodrecedores (Tabela 1).

Tabela 1. Classes de resistência da madeira submetida a fungos apodrecedores em relação à perda de massa

Classes de Resistência	Perda de massa (%)	Massa residual (%)
Muito resistente	0 – 10	90 – 100
Resistente	11 – 24	76 – 89
Resistência moderada	25 – 44	56 – 75
Não resistente	> 45	< 55

(ASTM D2017, 2005).

2.7. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os dados foram avaliados com auxílio do software SPSS (*Statistical Package for Social Sciences*) versão 21.0.

A classificação da resistência do painel OSB foi realizada através de análise descritiva, considerando os valores médios da perda de massa dos painéis sem tratamento (Testemunha) e com tratamento termomecânico (Densificado), para cada fungo apodrecedor utilizado.

O efeito do tratamento termomecânico, e do fungo utilizado sobre a perda de massa foi avaliado através de análise de variância (ANOVA), ao nível de significância de 5%.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. PERDA DE MASSA E CLASSE DE RESISTÊNCIA

A Tabela 2 apresenta a média de perda de massa das amostras controle (*Cecropia* spp. e *Pinus* spp.).

Tabela 2. Média de perda de massa das amostras controle utilizadas no ensaio acelerado de apodrecimento.

Espécies	Fungos	Perda de Massa (%)
<i>Cecropia</i> spp.	<i>T. versicolor</i>	68,34
<i>Pinus</i> spp.	<i>G. trabeum</i>	58,99

As amostras de *Cecropia* spp. e *Pinus* spp. atingiram perda de massa superior à 50% na décima quarta e na nona semanas, respectivamente, comprovando que os fungos inoculados apresentaram vigor satisfatório, e portanto o teste apresentou validade científica de acordo com o critério estabelecido pela norma ASTM D2017 (2005).

As Figuras 4 e 5 apresentam a perda de massa e a classe de resistência dos corpos-de-prova de OSB sem tratamento (Testemunha) e com tratamento termomecânico (Densificado) para os fungos de podridão branca (*Trametes versicolor*) e podridão parda (*Gloeophyllum trabeum*). A Tabela 3 apresenta o incremento (ou redução) da resistência biológica em função do tratamento, e do fungo utilizado. A análise descritiva da massa inicial, final, e perda de massa, e as análises de variância para perda de massa em função do tratamento estão disponíveis nas Tabelas 1 a 6 do APENDICE II.

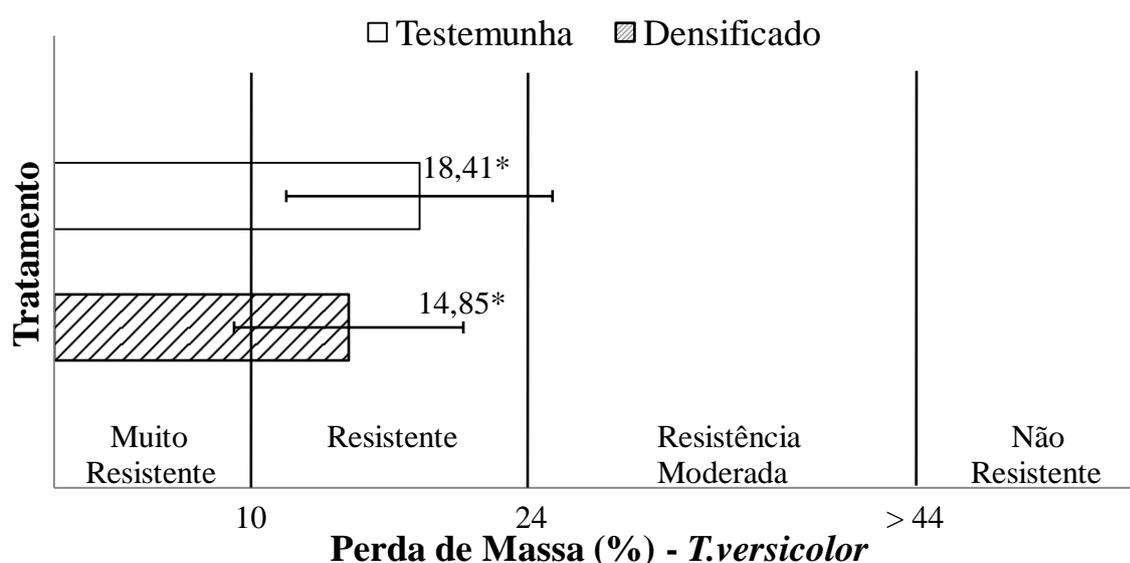


Figura 4. Classe de resistência do painel OSB sem tratamento (Testemunha) e com tratamento termomecânico (Densificado), após exposição ao ataque de *T. versicolor*. Onde: * - diferença estatística para ANOVA ao nível de 5% de significância.

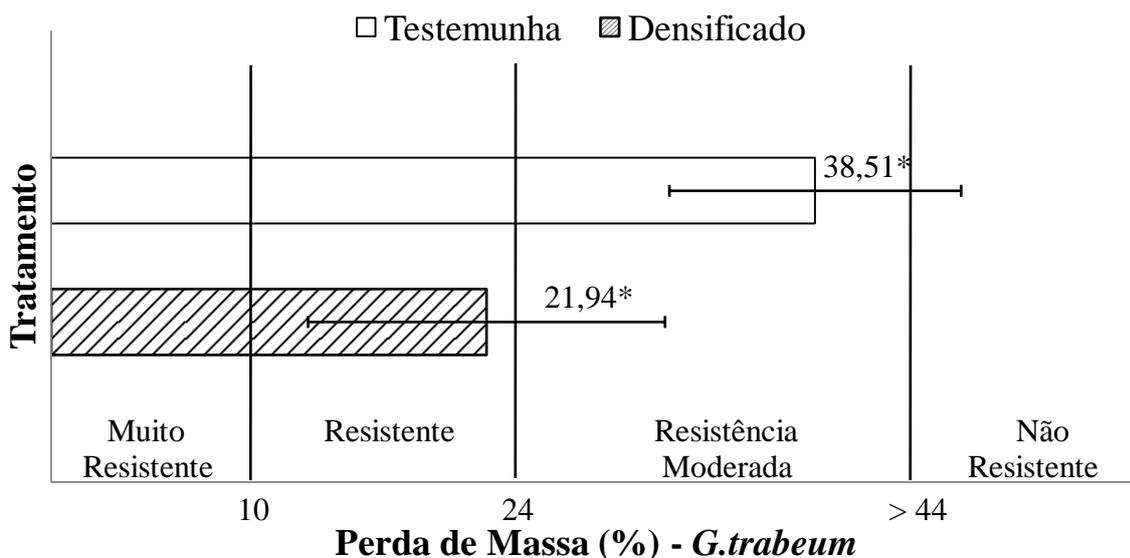


Figura 5. Classe de resistência do painel OSB sem tratamento (Testemunha), e com tratamento termomecânico (Densificado), após exposição ao ataque de *G. trabeum*. Onde: * - diferença estatística para ANOVA ao nível de 5% de significância.

Tabela 3. Incremento da resistência biológica do painel OSB ao ataque de *T. versicolor* e *G. trabeum* em função da aplicação do tratamento termomecânico.

Tratamento	Incremento da Resistência Biológica (%)	
	<i>T. versicolor</i>	<i>G. trabeum</i>
Testemunha	-	-
Densificado	19,34	43,03

Em média, os corpos-de-prova do painel OSB expostos a *Trametes versicolor* e *Gloeophyllum trabeum* foram susceptíveis à presença de podridão branca e parda, as quais acarretaram em perda de massa de 18,41% e 38,51%, respectivamente.

Houve incremento na perda de massa do OSB em função do tipo de fungo utilizado, sendo este mais suscetível ao ataque de *Gloeophyllum trabeum* (Podridão parda), em comparação ao ataque de *Trametes versicolor* (Podridão branca). Este resultado coincide com Martinez et al. (2005), autores que afirmam que a podridão parda se desenvolve melhor principalmente em madeiras coníferas, diferente da podridão branca que possui preferência por madeiras folhosas, e o painel OSB avaliado neste estudo foi fabricado com madeira de *Pinus* spp., espécie conífera.

No mesmo período, as amostras de painel OSB com tratamento termomecânico apresentaram resistência superior a ambos os fungos, apresentando perda de massa de 14,85% e 21,94%, após o ataque de podridão branca e parda, respectivamente. Estes resultados coincidem com estudo feito por Homan et al. (2000), os quais afirmam que o

tratamento térmico melhora a resistência das madeiras ao ataque dos fungos apodrecedores.

De acordo com Weiland e Guyonnet (2003), o aumento da resistência biológica decorrente da aplicação do tratamento termomecânico pode estar vinculado à ação do calor sobre a madeira, a qual é responsável pela eliminação das pentosanas, reduzindo a fonte primária de nutrientes; a formação de furfural e a reticulação deste com a lignina remanescente, afetando o mecanismo de identificação do substrato; e a formação de produtos tóxicos cujas substâncias podem atuar como fungicidas.

Quanto à classificação da resistência biológica ao ataque de microorganismos após o ensaio acelerado de apodrecimento, conforme a norma ASTM D2017 (2005), o painel OSB sem tratamento foi classificado como resistente ao ataque de *Trametes versicolor*, e moderadamente resistente ao ataque de *Gloeophyllum trabeum*.

Souza (2005), Okino (2007), e Choi (2004) classificaram o painel OSB como resistente ao ataque de *Trametes versicolor*, e moderadamente resistente ao ataque de *Gloeophyllum trabeum*, corroborando com os resultados encontrados no presente estudo.

Já o painel OSB com tratamento termomecânico foi classificado como resistente ao ataque de *Trametes versicolor* e de *Gloeophyllum trabeum*, de maneira que o tratamento termomecânico proposto apresentou resultados satisfatórios, melhorando a resistência ao ataque de ambos os fungos analisados, com diferença estatística significativa ao nível de 5% para a ANOVA.

Além disso, houve uma mudança na classe de resistência ao ataque de *Gloeophyllum trabeum*, onde o painel OSB passou de moderadamente resistente para resistente, mas não foi o suficiente para alterar a classe de resistência ao ataque de *Trametes versicolor*, onde este se manteve como resistente.

Estes resultados corroboram com Del Menezzi et al. (2008), e Mendes et al. (2013), os quais constataram um aumento da resistência biológica após aplicação de tratamentos térmicos em painéis OSB. DESENVOLVER O PARÁGRAFO.

3.2. ASPECTO VISUAL

As Figuras 6 e 7 apresentam o aspecto visual do painel OSB sem tratamento (Testemunha) e com tratamento termomecânico (Densificado).



Figura 6. Aspecto visual de painel OSB sem tratamento (Testemunha) antes e após ataque de *T. versicolor* (Podridão Branca).



Figura 7. Aspecto visual de painel OSB com tratamento termomecânico (Densificado) antes e após ataque de *G. trabeum* (Podridão Parda).

Observa-se que apesar do objetivo do tratamento aplicado ser aumentar a densidade do painel, o processo teve como consequência também a mudança na coloração de sua superfície, deixando-a com aspecto mais escurecido. Tal escurecimento apresentado pela madeira quando exposta a tratamentos térmicos é consequência da degradação térmica da hemicelulose (Sehlstedt-Persson, 2003) e dos extrativos (Sundqvist and Morén, 2002).

De acordo com Moura e Brito (2011), a cor é um critério importante de qualidade, pois sua descrição facilita a classificação e valoração dos produtos finais da madeira. Contudo, o escurecimento da madeira não costuma ser qualificado como defeito no mercado madeireiro, pois madeiras tropicais possuem maior valor econômico, e a própria indústria

moveleira costuma aplicar o processo de retificação térmica com o objetivo de alterar a coloração das madeiras provenientes dos plantios de reflorestamento, aproximando-as das madeiras de maior valor de mercado (ZANUNCIO, 2014).

Em relação aos corpos-de-prova de OSB sem tratamento (Testemunha) e com tratamento termomecânico (Densificado) após exposição ao ataque de *Trametes versicolor*, ficou evidente que em ambos os tratamentos a superfície ficou mais clara ou esbranquiçada, corroborando com resultado obtido por Stangerlin et al. (2013), autores que estudaram variações colorimétricas da madeira em função do ataque de fungos apodrecedores, e afirmam que tal resultado pode estar associado à um caráter de seletividade de deterioração da lignina por parte dos fungos de podridão branca.

Já em relação ao ataque de *Gloeophyllum trabeum*, ambos os tratamentos apresentaram tendência ao escurecimento superficial, comportamento que ficou ainda mais evidente nos corpos-de-prova do painel OSB sem tratamento (Testemunha). Segundo Martinez et al. (2005), está relacionado também ao mecanismo de degradação dos fungos de podridão parda, os quais provocam a degradação da celulose e da hemicelulose, resultando em um material de coloração marrom que é composto por lignina oxidada.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A combinação de temperatura (190 °C) e pressão (1,5 MPa) escolhidas para o tratamento termomecânico provocou um efeito positivo sobre a resistência biológica, a qual apresentou ganhos expressivos quando comparada à resistência do material sem tratamento (Testemunhas), visto que os painéis tratados (Densificados) apresentaram redução da perda de massa de 19,34 e 43,03% ao ataque dos fungos de podridão branca (*Trametes versicolor*), e parda (*Gloeophyllum trabeum*), respectivamente.

Houve mudança na classe de resistência do OSB ao ataque de *Gloeophyllum trabeum*, a qual passou de moderadamente resistente para resistente. Por outro lado, apesar do tratamento ter reduzido a perda de massa provocada pelo *Trametes versicolor*, tal redução não foi suficiente para alterar a sua classe para este fungo, se mantendo por tanto como resistente.

Quanto ao aspecto visual, o tratamento termomecânico permitiu uma menor variação da coloração da superfície dos painéis OSB, resultado que foi observado principalmente em relação ao ataque do fungo de podridão parda (*G. trabeum*), o qual deixou a superfície dos corpos-de-prova do painel OSB sem tratamento com coloração mais escurecida.

CONCLUSÕES GERAIS E RECOMENDAÇÕES

CONCLUSÕES GERAIS

- O tratamento termomecânico aplicado para o painel OSB apresentou uma melhoria significativa nas suas propriedades físicas e mecânicas. Além disso, o tratamento permitiu que os painéis apresentassem maior resistência à deterioração causada pelo intemperismo natural.
- A aplicação do tratamento termomecânico reduziu a higroscopicidade nas faces do painel OSB. Entretanto, o painel apresentou instabilidade dimensional principalmente nas suas bordas.
- Quanto aos fatores bióticos, o painel OSB apresentou uma melhoria significativa da sua resistência biológica para o ataque de ambos os fungos, melhorando inclusive a classe de resistência ao ataque de *Gloeophyllum trabeum*.

RECOMENDAÇÕES

- Tendo em vista que a instabilidade dimensional dos painéis OSB se manifestou principalmente através do inchaço nas bordas, recomenda-se o estudo de técnicas que tenham como objetivo diminuir a permeabilidade destas.
- Além disso, recomenda-se o estudo de técnicas que aumentem a resistência à fotodegradação, pois em ambos os tratamentos a superfície dos painéis apresentou coloração cinzenta após 12 meses de exposição ao intemperismo natural.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, C. E. C. **Intervenções de variáveis no ciclo de prensagem de aglomerados**. Tese (Doutorado). Universidade Federal do Paraná, 2002.

ALEXOPOULUS, C. J.; MIMS, C. W.; BLACKWELL, M. **Introductory Mycology**, New York: John Wiley & Sons, 1996. 869p.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS (ASTM). Standard test methods for evaluating properties of wood-base fiber and particle panel materials. ASTM D1037-12. **Annual book of ASTM standards**. West Conshohocken: ASTM International, 2005. 5p.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS (ASTM). Standard test method of accelerated laboratory test of natural decay resistance of woods. ASTM D2017-05. **Annual book of ASTM standards**. West Conshohocken: ASTM International, 2005. 5p.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS (ASTM) Standard specification for adhesives for bonded structural wood products for use under exterior exposure conditions. ASTM D2559-12. **Annual book of ASTM standards**. West Conshohocken: ASTM International, 2012. 15p.

ARANDES, J. M. et al. Thermal recycling of polystyrene and polystyrene butadiene dissolved in a light cycle oil. **Journal of Analytic Applied Pyrolysis**, v. 20, n. 02, p. 747-760, 2003.

ARRUDA, L. M.; DEL MENEZZI, C. H. S. Properties of a laminated wood composite produced with thermo-mechanically treated veneers. **Advances in Materials Science and Engineering (Print)**, v. 2016, p. 1-9, 2016.

ATLAS, **Atlas Solarimétrico do Brasil: Banco de dados solatimétricos**, Recife: UFPE, 2000.

AYRILMIS, N. Effect of panel density on dimensional stability of medium and high density fiberboards. **Journal of Materials Science**, n. 42, p. 8551-8557, 2007.

BAPTISTA, G. M. M. Caracterização climatológica do Distrito Federal. IEMA/SEMATEC/UnB, **Inventário Hidrogeológico e dos Recursos Hídricos Superficiais do Distrito Federal**. Brasília. v.1, p. 187-208, 1998.

BARILLARI, C. T. **Durabilidade da madeira do gênero *Pinus* tratada com preservantes: avaliação em campo de apodrecimento**. Dissertação (Mestrado). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 2002.

BERTOLINI, M. S.; **Emprego de resíduos de *Pinus* sp. tratado com preservante CCD na produção de chapas de partículas homogêneas utilizando resina poliuretana à base de mamona**. Dissertação (Mestrado). Universidade de São Carlos, 2011.

BOONSTRA, M. J., TJEERDSMA, B. F. Chemical analysis of heat-treated softwoods. **Holz Roh-Werkst**, v. 64, n. 1, p. 203-212, 2006.

- BORGES, L. M.; QUIRINO, W. F. Higroscopicidade da madeira de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* tratado termicamente. **Biomassa & Energia**, v. 1, n. 2, p. 173-182, 2004.
- BORTOLETTO, J. G.; GARCIA, J. N. Propriedades de resistência e rigidez à flexão estática de painéis compensados. **Revista Árvore**, v. 28, n. 4, p. 563-570, 2004.
- BOWYER, J. L.; SHMULSKY, R.; HAYGREEN, J. G. **Forest Products and Wood Science – an introduction**. 5 ed. Ames: Blackwell Publishing, 2007. 558p.
- BRITO, J. O. Princípios de Produção e Utilização de Carvão Vegetal de Madeira. **Documentos Florestais**, v. 9, p. 1-19, 1990.
- BURGER, L. M.; RICHTER H. G. **Anatomia da Madeira**. São Paulo: Nobel, 1991. 154p.
- CAI, Z.; ROSS, J. R. Mechanical properties of wood-based composite materials. **General Technical Report FPL-GTR-190**, n. 12, p. 1-12, 2010.
- CALONEGO, F. W.; SEVERO, E. T. D.; FURTADO, E. L. Decay resistance of thermally-modified *Eucalyptus grandis* wood at 140 °C, 160 °C, 180 °C, 200 °C and 220 °C. **Bioresource technology**, v. 101, p. 9391-9394, 2010.
- CANADIAN STANDARDS ASSOCIATION (CSA). **OSB and waferboard: 0437-93**. Ontario: CSA Group, 1993. 18p.
- CARNEIRO, J. S. et al. Decay susceptibility of Amazon wood species from Brazil against white rot and brown rot decay fungi. **Holzforschung**, v. 63, p. 767-772, 2009.
- CARVALHO, A. **Madeiras Portuguesas: estrutura anatômica, propriedades e utilizações**. Lisboa: Instituto Florestal. 415p. 1996.
- CHOI, B. Y. **Using fungicides or combinations of fungicides to provide mold and decay fungal protection to OSB**. Dissertação (Mestrado). University of British Columbia, 2004.
- CLOUTIER, A. Oriented strandboard (OSB): raw material, manufacturing process, properties of wood-base fiber and particle materials. In: INTERNATIONAL SEMINAR ON SOLID WOOD PRODUCTS OF HIGH TECHNOLOGY. **Anais...** n. 1, p. 173-185. 1998.
- COSTA, A. F. et al. Durabilidade de madeiras tratadas e não tratadas em campo de apodrecimento. **Floresta e Ambiente**, v. 12, n. 01, p. 07-14, 2005.
- COSTA, F. A. C. R. **Efeito do tratamento térmico em fachadas de madeira de Acácia, Eucalipto e Pinho**. Dissertação (Mestrado). Universidade do Minho, 2013.
- COSTA, M. A.; DEL MENEZZI, C. H. S. Effect of thermo-mechanical treatment on properties of Paricá plywoods (*Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke). **Revista Árvore**. v. 41, p. 1-8., 2017.
- CREMERS, J; MEIJER, M. ZIMMERMANN, T.; SELL, J. Influence of Climatic Factor on the Weathering of Coated. **Holz als Roh und Werkstoff**. v. 60, n. 6, p. 411-420, 2002.

CURRIER, R. A. Compression of Douglas fir plywood in various hot-pressing cycles. **Forest Research Laboratory - Information Circular**, Corvallis: Oregon State University, n. 17, 1962. 35p.

DACOSTA, et al. Propriedades físicas de chapas de partículas aglomeradas fabricadas com resíduos do processamento mecânico da madeira de *Pinus elliottii* Engelm. **Ciência Florestal**. v. 15, n. 4, p. 421-429, 2005.

DE GROOT, W. F. First chemical events in pyrolysis of wood. **Journal of Analytical and Applied Pyrolysis**, v. 13, p. 221-231, 1998.

DEL MENEZZI, C. H. S. **Estabilização dimensional por meio do tratamento térmico e seus efeitos sobre as propriedades de painéis de partículas orientadas (OSB)**. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba – PR. 226p. 2004.

DEL MENEZZI, C. H. S. et al. Avaliação não-destrutiva de painéis OSB modificados termicamente: parte 1 – efeito do tratamento térmico sobre a velocidade de propagação de ondas de tensão. **Scientia Forestalis**, n. 76, p. 67-75, 2007.

DEL MENEZZI, C. H. S. et al. Properties after weathering and decay resistance of a thermally modified wood structural board. **International Biodeterioration & Biodegradation**, v. 62, n. 2008, p. 448-454, 2008.

DEL MENEZZI, C. H. S. et al. Thermal modification of consolidated oriented strandboards: effects on dimensional stability, mechanical properties, chemical composition and surface color. **European Journal of Wood and Wood Products**, v. 67, p. 383-396, 2009.

DOAT, J.; PETROF, G. La Carbonization des Bois Tropicaux. **Bois et Forêts des Tropiques, Nogent sur Marne**, v. 159, n. 55-64, 1975.

ESTEVEZ, B. et al. Influence of steam heating on the properties of pine (*Pinus pinaster*) and eucalypt (*Eucalyptus globulus*) wood. **Wood Science and Technology**, v. 41, n. 3, p. 193-207, 2007.

FANG, C. et al. Densification of wood veneers by compression combined with heat and steam. **European Journal of Wood Products**. v. 70, n. 1, p. 155-163, 2011.

FEIST, W. C.; HON, D. N. S. Chemistry of weathering e protection. **The Chemistry of Solid Wood**. Washington: Am. Chem. Soc, 1984. 614p.

FERNANDES, R. A.; LOUREIRO, C.O. Avaliação hidrogeológica da região entre os ribeirões do Torto e Sobradinho, às margens da BR-020, nordeste da cidade de Brasília. DF. IN: XIII CONGRESSO NACIONAL DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS. ABAS – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS. **Anais...**, 2004.

FIGUEROA, M. J. M., MORAES, P. D. Comportamento da madeira a temperaturas elevadas. **Ambiente Construído**. v. 9, n. 04, p. 157-174, 2009.

FREITAS, A. C. S.; GONÇALEZ, J. C.; DEL MENEZZI, C. H. S. Tratamento termomecânico e seus efeitos nas propriedades de *Simarouba amara* (Aubl.) **FLORAM – Revista Floresta e Ambiente**, v. 23, p. 1, 2016.

- FRITZSONS, E. Relação entre altitude e temperatura: uma contribuição ao zoneamento climático do Estado do Paraná. **Revista de Estudos Ambientais**, v. 10, p.40-48, 2008.
- GARCIA, R. et al. Variation of the viscoelastic properties of wood as a surface finishes substrate. **Wood Science and Technology**, v. 34, n. 2000, p. 99-107, 2000.
- GEORGE, B. et al. Photodegradation and photostabilisation of wood – the state of the art. **Polymer Degradation and Stability**. v. 88, p. 268-274, 2005.
- GRIMM, A. M. **Meteorologia Básica – Notas de Aula**. 2003. (Desenvolvimento de material didático ou instrucional – Material didático). Disponível em: <<http://www.fisica.ufpr.br/grimm/aposmeteo/>>. 2017. Acessado em: 07 de setembro de 2017.
- GONG, M.; LAMASON, C.; Li, L. Interactive effect of surface densification and post-heat-treatment on aspen wood. **Journal of Materials Processing Technology**, v. 210, n. 2010, p. 293-296, 2009.
- GORING, D. A. I. Thermal softening of lignin, hemicellulose and cellulose. **Pulp and Paper Magazine of Canada**. v. 64, n. 12, p. 517-527, 1963.
- HALLIGAN, A.F.; SCHENIEWIND, A.P. Effect of moisture on physical and creep properties of particle board. **Forest Products Journal**. v. 22, n. 04, p. 41-48, 1972.
- HAYGREEN, J. G.; DANIELS, D. H. The simultaneous drying and densification of sapwood. **Wood and Fiber Science**, v. 01, n. 01, p. 16, 1969.
- HERÄJÄRVI, H. Variation on basic density and Brinell hardness within mature *Betula pendula* and *Betula pubescens* Stems. **Wood and Fiber Science**, v. 36, n. 02, p. 216-227, 2004.
- HILL, C. **Wood modification: chemical, thermal and other processes**. West sussex: John Wiley & Sons, 2006. 233p.
- HOMAN, W. et al. Structural and other properties of modified wood. In: WORLD CONFERENCE ON TIMBER ENGINEERING, 2000. British Columbia. **Anais...** British Columbia, Canada: 2000. p. 1-8.
- HON, D. N. S. Weathering and photochemistry of wood. In: HON, D.N.S.; SHIRAISHI, N. **Wood and Cellulosic chemistry**. New York: Marcel Dekker. 928 p. 2001.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Mapas de Clima do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 2002.
Disponível em: <https://atlascolar.ibge.gov.br/images/atlas/mapas_brasil/brasil_clima.pdf>. Acesso em: 22 de Janeiro de 2018.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura – PEVS**. Brasília: IBGE, 2016.
Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5930#resultado>>. Acesso em: 22 de Janeiro de 2018.
- INOUE, M. et al. Steam or heat fixation of compressed wood. **Wood and Fiber Science**, v. 25, p. 224-235, 1993.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS (IPT). **Madeira: Uso Sustentável na Construção Civil**. São Paulo: IPT, 2009. 99p.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS – (IPT). **Informações sobre madeiras**. 2017.

Disponível em: < http://www.ipt.br/informacoes_madeiras3.php?madeira=7>. Acesso em: 12 de Novembro de 2017.

ISHIGURI, F. et al. Extractive relating to heartwood color changes in sugi (*Cryptomeria japonica*) by a combination of smoke-heating and UV radiation exposure. **Journal of Wood Science**, v. 49, n. 02, p.135-139, 2003.

IWAKIRI, S. et al. Produção de chapas de partículas orientadas “OSB” de *Eucalyptus grandis* com diferentes teores de resina, parafina e composição em camadas. **Ciência Florestal**, v. 13, n. 01, p. 89-94, 2003.

IWAKIRI, S. et al. Painéis de madeira aglomerada. **Painéis de Madeira Reconstituída**. Curitiba: FUPEF, 2005. p. 123-166.

IWAKIRI, S. et al. Utilização de Madeiras de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus dunnii* para produção de painéis de partículas orientadas – OSB. **Ciência Florestal**, v. 18, n. 02, p. 265-270, 2008.

JANKOWSKY, I. P. Variação sazonal da umidade de equilíbrio para madeira de *Pinus*. **IPEF**. n.31, p.41-46, 1985.

KAMKE, F. Densified radiate pine for structural composites. **Maderas. Ciência y Tecnología**, v. 08, n. 02, p. 83-92, 2006.

KELLY, M.R. **Critical literature review of relationships between processing parameters and physical properties of particleboard**. Madison: USDA/FS, 1977.70p.

KHAZAEI, J. Water absorption in three wood varieties, **Cercetari Agronomice in Moldova**. v. 41, n.2, p. 5-16, 2008.

KLOCK, U. et al. **Química da madeira**. 3 ed. Curitiba: FUPEF, 2005. 86p.

KOLLMANN, F. F. P.; CÔTÊ, A. C. **Principles of Wood Science and Technology**. Vol I. Solid Wood. New York: Springer-Verlag, 1968, 592p.

KULTIKOVA, E. V. **Structure and Properties Relationships of Densified Wood**. 1999. 133p. Dissertação (Mestrado). Virginia Tech, 1999.

KUMAR, A. FLYNN, P.C. Uptake fluids by boreal wood chips: Implications for bioenergy. **Fuel Processing Technology**. v. 87, p. 605-608, 2006.

KUTNAR, A; KAMKE, F. A.; SERNEK, M. Density profile and morphology of viscoelastic thermal compressed wood. **Wood Science and Technology**, v. 43, n. 1-2, p. 57-68, 2009.

KUTNAR, A. et al. Fungal decay of viscoelastic thermal compressed (VTC) wood. **European Journal of Wood Products**, v. 2011, n. 69, p. 325-328, 2011.

- LEPAGE, E. S. (Coord.) **Manual de preservação de madeiras**. São Paulo: IPT, 1986. 708p.
- LP BRASIL. LP OSB HOME PLUS. Disponível em: <<http://www.lpbrasil.com.br/produtos/lp-osb-home-plus/>>. 2017. Acessado em: 07 de agosto de 2017.
- LOGSDON, N. B.; CALIL JR, C. Influência da umidade nas propriedades de resistência e rigidez da madeira. **Cadernos de Engenharia de Estruturas (USP)**, v. 18, p. 77-108, 2002.
- LOPES, C. S. D. et al. Estudo da Massa Específica Básica e da Variação Dimensional de três espécies de Eucalipto para a Indústria Moveleira. **Ciência Florestal** v. 21, n. 2, p. 315-322, 2011.
- MAINIERI, C. **Fichas de Características de Madeiras Brasileiras**. São Paulo: IPT, 1978. 966p.
- MALONEY, T. M. The family of wood composites materials. **Forest Products Journal**, v. 46, n. 02, p. 19-26, 1996.
- MARCONDES, E. et al. Resistência natural da madeira de duas espécies amazônicas em ensaios de deterioração de campo. **Scientia plena**. v. 9, p. 1-9, 2013.
- MARTINEZ, A. T. et al. Biodegradation of lignocellulosics: microbial, chemical and enzymatic aspects of the fungal attack of lignin. **International Microbiology**, v. 08, n. 03, p. 195-204, 2005.
- MATEO, C. et al. Improvement of enzyme activity, stability and selectivity via immobilization techniques. **Enzyme Microb. Technol**, v. 40, p. 1451-1463, 2007.
- MATTOS, R. L. G.; GONÇALVES, R. M.; CHAGAS, F. B. Painéis de madeira no Brasil: panorama e perspectivas. **BNDES Setorial**. Rio de Janeiro: BNDES, n. 27, p. 121-156, 2008.
- MELO, R. R. et al. Propriedades físico-mecânicas de painéis aglomerados produzidos com diferentes proporções de madeira e casca de arroz. **Ciência Florestal**, v. 19, p. 449-460, 2010.
- MELO, R. R. Estabilidade dimensional de compostos de madeira. **Ciência da Madeira**, v. 4, n. 2, p. 152-175, 2013.
- MENDES, A. S. **A Degradação da Madeira e sua Preservação**. Brasília: IBDF/DPq-LPF. 1988, 56p.
- MENDES, L. M. et al. Pinus spp. na produção de painéis de partículas orientadas (OSB). **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 12, n. 2, p. 135-145, 2002.
- MENDES, R. F. et al. Resistência ao ataque de fungos apodrecedores em painéis OSB termicamente tratados. **CERNE**, v. 19, p. 551-557, 2013.
- MERLIN, A. et al. **Traité de Mécanique et Ingénierie des Matériaux. Durabilité des Ouvrages en Bois**. Paris: Hermes, 2000.

- MISSIO, A. L. et al. Effects of two-step freezing-heat treatments on Japanese raisintree (*Hovenia dulcis* Tunb.) wood properties. **Journal of Wood Chemistry and Technology**, v. 36, n. 01, p. 16-26, 2016.
- MOORE, A. K.; OWEN, N. L. Infrared spectroscopic studies of solid wood. **Appl. Spectroscopy Reviews**, v. 36, p. 65-68, 2001.
- MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e Bioquímica do Solo**. 2 ed. Lavras: UFLA, 2002. 729p.
- MOURA, L. F.; BRITO, J. O. Efeito da termorreificação sobre as propriedades colorimétricas das madeiras de *Eucalyptus grandis* e *Pinus caribaea* var. hondurensis. **Scientia Forestalis**, v. 39, p. 69-76, 2011.
- NAVI, P.; GIRARDET, F. Effects of thermo-hydro-mechanical treatment on the structure and properties of wood. **Houzforschung**, v. 54, n. 03, p. 287-293.
- NAVI, P.; SANDBERG, D. **Thermo-hydro-mechanical Processing of Wood**. Lausanne: EPFL Press, 2012. 280p.
- NOGUEIRA, M. **Determinação de módulos de elasticidade à compressão da madeira de *Pinus taeda* L. com o uso de ultra-som**. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual de São Paulo, 2003.
- OLIVEIRA, A. M. F.; LELIS, A. T.; LEPAGE, E. S. Agentes destruidores da madeira. **Manual de Preservação de Madeiras**. São Paulo: ITP, v. 01, p. 99-278, 1986.
- OLIVEIRA, J. T. C.; TOMASELLO, M.; SILVA, J. C. Resistência natural da madeira de sete espécies de eucalipto ao apodrecimento. **Revista Árvore**. v.29, n.06, p. 993-998, 2005.
- OLIVEIRA, J. T. S.; SILVA, J. C. Variação radial da retratibilidade e densidade básica da madeira de *Eucalyptus saligna* Sm. **Revista árvore** v. 27, n. 03, p. 381-385, 2003.
- OKINO, E. Y. A. Biodegradação de chapas de partículas orientadas de pinus, eucalipto e cipreste expostas a quatro fungos apodrecedores. **Scientia Forestalis**, n. 74, p. 67-74, 2007.
- PAES, J. B. Resistência natural da madeira de *Corymbia maculata* (Hook.) K. D. Hill e L.A.S. Johnson a fungos e cupins xilófagos, em condições de laboratório. **Revista Árvore**, v. 26, n. 6, p. 761-767, 2002.
- PAES, J. B.; MORAIS, V. M.; LIMA, C. R. Resistência natural de nove espécies de madeiras do semi-árido brasileiro a fungos xilófagos em condições de laboratório. **Revista Árvore**, v. 28, n.2, p. 275-282, 2004.
- PALA, H. Constituição e mecanismos de degradação biológica de um material orgânico: a madeira. **Construção Magazine**. n.20, p.54-62, 2007.
- PAINTER, G.; BUDMAN, H; PRITZKER, M. Prediction of oriented strand board properties from mat formation and compression operating conditions. Part 1. Horizontal density distribution and vertical density profile. **Wood Science and Technology**, v. 40, n. 2006, p. 139-158, 2006.

- PAULA, M. O. et al. Análise termomecânica da Madeira de *Corymbia citriodora* submetida a Gradientes Térmicos. **Floresta e Ambiente**. v. 21, n. 3, p. 358-368, 2014.
- PERTUZZATTI, A. **Influência dos tratamentos termomecânicos na madeira**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Santa Maria, 2015.
- PIACENTINI, R; SALUM, G. M.; FRAIDENRAICH, N.; TIBA, C. *Extreme total irradiance due to cloud enhancement at sea level of the NE Atlantic coast of Brazil*. **Renewable Energy**, v. 36, p. 409-412, 2011.
- PONCSÁK, S. Effect of high temperature treatment on the mechanical properties of birch (*Betula papyrifera*). **Wood Science and Technology**. v. 40, p. 647-663, 2006.
- ROWELL, R. M.; BANKS, W. B. Water repellency and dimensional stability of wood. **General Technical report – 50**, Madison: FS - USDA, 1985. 24p.
- SALDANHA, L. K.; IWAKIRI, S. Influência da densidade e do tipo de resina nas propriedades tecnológicas de painéis OSB de *Pinus taeda* L. **FLORESTA**. v. 39, n. 3, p. 571-576, 2009.
- SALMEN, L. **The cell wall as a composite structure: temperature and water induced softening behavior of wood fiber based materials**. Tese (Doutorado). The Royal Institute of Technology. 1982.
- SANDBERG, D.; NAVI, P. Introduction to thermo-hydro-mechanical (THM) wood processing. **School of Technologic and Desing Reports**. n. 30. Växjö: Växjö University, 2007. 167p.
- SANTOS, P. C. **Termodensificação de Painéis comerciais de OSB**, Monografia (Graduação). Universidade de Brasília, 2016.
- SANTOS, Z. M. **Avaliação da durabilidade natural da madeira de *Eucalyptus grandis* W. Hill: Maiden em ensaios de laboratório**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Viçosa, 1992.
- SCHWARZE, F. W. M. R.; SPYCHER, M. Resistance of thermo-hydro-mechanically densified wood to colonization and degradation by brown-rot fungi. **Holzforschung**, v. 59, p. 358-363, 2005.
- SEHLSTEDT-PERSSON, M. Colour responses to heat treatment of extractives and SAP from pine and spruce. In: 8th IUFRO WOOD DRYING CONFERENCE EUROPEAN, 2003, Brasov. **Anais...** Brasov: Romênia, 2003. p. 459-464.
- SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO (SFB) **Boletim SNIF 2016**, v. 1, n.2, Brasília: SFB, 2016. 7p.
- SEVERO E. T. D. et al. Efeito da vaporização na umidade de equilíbrio e sua implicação nas propriedades mecânicas da madeira de *Eucalyptus dunnii* Maid. **Floresta (FUPEF)**, v. 31, n. 1 e 2, p. 114-118, 2001.

SHIMOYAMA, V. R. S. **Variações da densidade básica e características anatômicas e químicas da madeira em *Eucalyptus* spp.** Dissertação (Mestrado). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – Universidade de São Paulo, 1990.

SHMULSKY, R.; JONES, P.D. **Forest products and Wood science, an introduction.** Mississippi: Wiley-Blackwell, 2001. 496p.

SILVA, C. A. **Análise da composição da madeira de *Caesalpinia echinata* Lam. (Pau-Brasil): substídios para o entendimento de sua estrutura e resistência a organismos xilófagos.** Tese (Doutorado). Universidade Estadual de Campinas, 2007.

SINGH, B., SHARMA, M. Mechanistic implications of plastic degradation. **Polymer Degradation and Stability** v. 93, p. 561-584, 2008.

SOARES, C. H. L. **Estudos mecanísticos de degradação de efluentes de indústria de papel e celulose por fungos basidiomicetes degradadores de madeira.** Tese (Doutorado). Universidade Estadual de Campinas, 1998.

SOUZA, R. Q.; DEL MENEZZI, C. H. S. Resistência biológica de painéis de partículas orientadas (OSB) tratados termicamente. In: II SEMINÁRIO DO PROGRAMA INSTITUCIONAL DE BOLSAS DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA – PIBIC/CNPq-IBAMA, 2005, Brasília **Anais...** Brasília: IBAMA, 2005. p. 1.

STAMM, A. J.; SEABORG, R. M. Resin-treated, compressed wood. **Transaction of the American Institute of Chemical Engineers**, v. 37, p. 385-397, 1941.

STANGERLIN et al. Monitoramento da biodeterioração da Madeira de três espécies amazônicas pela técnica da colorimetria. **Acta Amazônica**, v. 43, n. 04, p. 429-438, 2013.

STEIDL, C. M. et al. Tensile and compression properties through the thickness of oriented strandboard. **Forest Products Journal**. v. 53, n.6, p.72-80, 2003.

STELTE, W. et al. Fuel pellets from biomass: The importance of the pelletizing pressure and its dependency on the processing conditions. **Fuel**, v. 90, n. 2011, p. 3285-3290, 2011.

SUNDQVIST, B.; MOREN, T. The influence of wood polymers and extractives on wood colour induced by hydrothermal treatment. **Holz Roh Werkst**, v. 60, p. 375-376, 2002.

SUZUKI, S.; TAKEDA, K. Production and properties of Japanese oriented strand board I: effect of strand and orientation on strength properties of sugi oriented strand board. **Japan Wood Science**, v. 46, p. 289-295, 2000.

TANAHASHI, M. Characterization and degradation mechanisms of wood components by steam explosion and utilization of exploded wood. **Wood Research**, v. 77, p. 49-117, 1990.

TELES, R. F. **Ensaios não destrutivos para avaliar o desempenho de madeiras amazônicas tratadas quimicamente.** Tese (Doutorado). Universidade de Brasília, 2014.

TJEERSDMA, B. F.; MILITZ, H. Chemical changes in hydrothermal treated wood: FTIR analysis of combined hydrothermal and dry heat-treated wood. **Holz als Roh- und Werkstoff**, v. 2005, n. 63, p. 102-11, 2005.

TOMASELLI, I.; TUOTO, M. A. M. Qual o Futuro para Chapas OSB no Brasil. **Informativo STCP**. v. 02, n. 02, p. 9-12, 1998.

TSOUMIS, G. **Science and technology of wood: structure, properties, utilization**. New York: Chapman & Hall. p. 309-339. 1991.

UNSAI, O. et al. Decay and termite resistance, water absorption and swelling of thermally compressed wood panels. **International Biodeterioration & Biodegradation**, v. 63, n. 2009, p. 548-552, 2009.

VIDAL, A. C. F.; HORA, A. B. Panorama de mercado: painéis de madeira. **BNDES Setorial**. Rio de Janeiro: BNDES, n. 40, p. 323-383, 2014.

WEILAND, J.J.; GUYONNET, R. Study of chemical modifications and fungi degradation of thermally modified wood using DRIFT spectroscopy. **European Journal of Wood and Wood Products**, v. 61, n. 2003, p. 216-220, 2003.

WILLIAMS, R. S. Weathering of wood. **Handbook of wood chemistry and wood composites**. Boca Raton: CRC Press, 2005. p. 139-185.

WU, Q; REN, Y. Characterization of sorption behavior of oriented strandboard under long-term cyclic humidity exposure condition. **Wood and Fiber Science**. v.32, n.04, p. 404-418. 2000.

YILDIZ, S.; GEZER, E. D.; YILDIZ, U. C. Mechanical and chemical behavior of spruce wood modified by heat. **Building and Environment**, v. 41, n. 2006, p. 1762-1766, 2006.

ZABEL, R. A.; MORRELL, F. L. **Wood microbiology**. Decay and its prevention. California: Academic Press, 1992. 476p.

ZANUNCIO, A. J. V.; FARIAS, E. S.; SILVEIRA, T. A. Termorreificação e Colorimetria da Madeira de *Eucalyptus grandis*. **Floresta e Ambiente**, v. 21, p. 85-90, 2014.

APENDICE I

Tabela 1. Valores médios para as variáveis climáticas fornecidas pelo INMET para o período de avaliação do ensaio de intemperismo.

Ano	Mês	Precip. (mm)	Rad. Global (MJ/m ²)	Vento (m/s)	Dir. Vento (grau)	Temp. Méd. (°C)	Temp. Máx. (°C)	Temp. Mín. (°C)	URA Méd. (%)	URA Máx. (%)	URA Mín. (%)
2016	Out	158,4	611,19	2,0	123,7	23,0	34,1	10,2	63,2	96,0	16,0
	Nov	250,2	549,09	2,0	148,5	22,0	31,2	15,4	76,8	95,0	28,0
	Dez	214,4	702,35	2,0	136,6	22,2	31,9	15,1	74,2	96,0	25,0
2017	Jan	130,2	663,27	1,7	127,4	22,3	33,3	13,6	73,0	96,0	22,0
	Fev	206,8	530,46	1,8	127,9	21,7	31,3	14,4	78,9	96,0	32,0
	Mar	172,0	596,21	1,5	120,1	22,1	32,6	12,6	74,9	96,0	26,0
	Abr	40,6	562,05	1,9	102,2	22,3	31,2	13,5	72,6	95,0	30,0
	Mai	41,6	479,59	1,8	119,1	20,7	30,8	10,6	72,0	95,0	24,0
	Jun	0,0	526,40	2,5	121,3	19,7	28,3	11,1	61,2	94,0	21,0
	Jul	0,0	773,67	3,3	103,2	17,6	26,6	10	53,5	88,0	22,0
	Ago	0,0	663,77	2,4	112,2	21,8	31,6	9,2	39,8	82,0	11,0
Set	0,0	590,55	3,4	94,4	22,0	29,9	13,7	37,8	72,0	17,0	

Tabela 2. Análise descritiva da Massa específica aparente (g/cm³) do painel OSB antes e após a aplicação do tratamento termomecânico.

Tratamento	N	Média	D. Padrão	CV (%)	Mínimo	Máximo
Pré-densificação	12	0,59 ^b	0,02	3,10	0,57	0,62
Pós-densificação	12	0,63 ^a	0,02	2,56	0,61	0,65

Tabela 3. Análise de variância do efeito do tratamento termomecânico na massa específica aparente.

Fonte de variação	SQ	Gl	QM	F	Sig.
Entre grupos	0,0076	1	0,0076	25,39	0,00*
Dentro dos grupos	0,0066	22	0,0003		
Total	0,0141	23			

Tabela 4. Análise descritiva das Taxas de compressão (TxC), Densificação (TxD) e Perda de massa (PM).

Propriedade	N	Média	D. Padrão	CV (%)	Mínimo	Máximo
TxC	12	12,01	1,54	12,86	10,17	15,89
TxD	12	6,02	1,70	28,26	3,85	10,51
PM	12	6,74	0,24	3,63	6,21	7,09

Tabela 5. Análise descritiva para massa específica aparente dos painéis OSB sem tratamento, e com tratamento termomecânico de acordo com os períodos de exposição ao intemperismo.

Tratamento	Período	N	Média	D. Padrão	CV	Mínimo	Máximo
Testemunha	P0	10	0,60	0,02	0,03	0,57	0,62
	P1	8	0,55	0,01	0,03	0,53	0,56
	P2	8	0,52	0,02	0,04	0,50	0,55
	P3	8	0,50	0,02	0,04	0,48	0,53
	P4	6	0,52	0,02	0,04	0,49	0,54
	P5	6	0,49	0,02	0,04	0,46	0,50
	P6	6	0,50	0,02	0,03	0,48	0,52
	P7	4	0,49	0,01	0,03	0,47	0,50
	P8	4	0,48	0,02	0,03	0,47	0,50
	P9	4	0,48	0,01	0,03	0,46	0,50
	P10	2	0,48	0,02	0,04	0,47	0,50
	P11	2	0,47	0,02	3,53	0,46	0,48
P12	2	0,47	0,02	3,53	0,46	0,48	
Densificado	P0	10	0,63	0,01	0,02	0,61	0,65
	P1	8	0,61	0,02	0,04	0,58	0,63
	P2	8	0,60	0,02	0,04	0,57	0,63
	P3	8	0,59	0,02	0,04	0,55	0,62
	P4	6	0,60	0,02	0,04	0,57	0,63
	P5	6	0,58	0,03	0,05	0,55	0,60
	P6	6	0,58	0,03	0,05	0,55	0,61
	P7	4	0,59	0,03	0,04	0,56	0,62
	P8	4	0,59	0,02	0,04	0,55	0,61
	P9	4	0,59	0,02	0,04	0,55	0,61
	P10	2	0,60	0,00	0,00	0,60	0,60
	P11	2	0,59	0,00	0,24	0,59	0,59
P12	2	0,59	0,00	0,24	0,58	0,59	

Tabela 6. Análise de variância para a o efeito do período de exposição ao intemperismo na massa específica aparente (g/cm^3) dos painéis OSB sem tratamento e com tratamento termomecânico.

Tratamento	Fonte de variação	SQ	gl	QM	F	Sig.
Testemunha	Entre Grupos	0,117	12	0,010	31,63	0,00*
	Nos grupos	0,018	57	0,000		
	Total	0,134	69			
Densificado	Entre Grupos	0,019	12	0,002	3,20	0,00*
	Nos grupos	0,028	57	0,000		
	Total	0,047	69			

Tabela 7. Teste de Tukey para a massa específica aparente (g/cm^3) dos painéis OSB sem tratamento para os períodos de 12 meses de exposição ao intemperismo, com 5% de significância.

Período	N	Nível de significância ($\alpha = 0,05$)				
		Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5
P12	2	0,47				
P11	2	0,47				
P9	4	0,48	0,48			
P8	4	0,48	0,48	0,48		
P10	2	0,48	0,48	0,48		
P5	6	0,49	0,49	0,49		
P7	4	0,49	0,49	0,49		
P6	6	0,50	0,50	0,50		
P3	8	0,50	0,50	0,50		
P4	6		0,52	0,52	0,52	
P2	8			0,52	0,52	
P1	8				0,55	
P0	10					0,60
Sig.		0,32	0,13	0,07	0,31	1,00

Tabela 8. Teste de Tukey para a densidade aparente (g/cm^3) dos painéis OSB com tratamento termomecânico para os períodos de 12 meses de exposição ao intemperismo, com 5% de significância.

Período	N	Nível de significância ($\alpha = 0,05$)	
		Grupo 1	Grupo 2
P5	6	0,58	
P6	6	0,58	0,58
P3	8	0,59	0,59
P12	2	0,59	0,59
P11	2	0,59	0,59
P9	4	0,59	0,59
P8	4	0,59	0,59
P7	4	0,59	0,59
P10	2	0,60	0,60
P2	8	0,60	0,60
P4	6	0,60	0,60
P1	8	0,61	0,61
P0	10		0,63
Sig.		0,73	0,07

Tabela 9. Análise descritiva para Taxa de absorção (TxA) dos painéis OSB sem tratamento de acordo com os períodos de exposição ao intemperismo.

Período	Avaliação	N	Média	D. Padrão	CV (%)	Mínimo	Máximo
0 Meses	TxA 2h	16	3,93	0,88	22,53	2,54	5,75
	TxA 4h	16	2,78	0,40	14,34	2,00	3,53
	TxA 8h	16	1,83	0,15	8,13	1,60	2,10
	TxA 24h	16	0,81	0,03	3,11	0,78	0,86
3 Meses	TxA 2h	16	3,97	0,41	10,45	3,11	5,19
	TxA 4h	16	2,63	0,46	17,54	1,90	3,41
	TxA 8h	16	1,78	0,24	13,79	1,35	2,21
	TxA 24h	16	0,77	0,07	8,92	0,64	0,86
6 Meses	TxA 2h	16	4,65	1,62	34,91	2,82	7,64
	TxA 4h	16	3,23	0,95	29,48	2,15	4,75
	TxA 8h	16	2,15	0,54	24,89	1,56	3,01
	TxA 24h	16	0,81	0,10	12,92	0,68	0,98
9 Meses	TxA 2h	16	3,01	0,77	25,48	1,92	4,59
	TxA 4h	16	1,90	0,43	22,40	1,29	2,73
	TxA 8h	16	1,38	0,21	14,99	1,09	1,84
	TxA 24h	16	0,74	0,04	5,97	0,65	0,85
12 Meses	TxA 2h	16	4,56	0,69	15,18	3,65	6,21
	TxA 4h	16	2,97	0,42	13,99	2,32	3,94
	TxA 8h	16	1,87	0,19	10,13	1,63	2,28
	TxA 24h	16	0,82	0,05	5,53	0,76	0,91

Tabela 10. Análise descritiva para Taxa de absorção (TxA) dos painéis OSB com tratamento termomecânico de acordo com os períodos de exposição ao intemperismo.

Período	Avaliação	N	Média	D. Padrão	CV (%)	Mínimo	Máximo
0 Meses	TxA 2h	16	0,81	0,09	10,59	0,69	0,95
	TxA 4h	16	0,51	0,06	11,99	0,41	0,64
	TxA 8h	16	0,43	0,09	21,76	0,34	0,74
	TxA 24h	16	0,40	0,03	8,14	0,36	0,47
3 Meses	TxA 2h	16	1,23	0,35	28,12	0,88	1,80
	TxA 4h	16	0,97	0,18	18,83	0,81	1,59
	TxA 8h	16	0,64	0,11	16,74	0,54	0,96
	TxA 24h	16	0,35	0,04	11,62	0,31	0,48
6 Meses	TxA 2h	16	1,58	0,26	16,28	1,18	2,19
	TxA 4h	16	0,93	0,13	13,95	0,76	1,25
	TxA 8h	16	0,65	0,06	9,69	0,56	0,81
	TxA 24h	16	0,35	0,02	6,42	0,32	0,40
9 Meses	TxA 2h	16	1,40	0,39	27,64	1,00	2,21
	TxA 4h	16	0,86	0,21	24,73	0,62	1,32
	TxA 8h	16	0,55	0,12	21,32	0,42	0,83
	TxA 24h	16	0,32	0,06	18,51	0,26	0,47
12 Meses	TxA 2h	16	2,22	0,33	14,91	1,48	3,02
	TxA 4h	16	1,29	0,18	13,69	0,95	1,70
	TxA 8h	16	0,80	0,11	13,16	0,61	1,03
	TxA 24h	16	0,40	0,04	10,38	0,33	0,48

Tabela 11. Análise descritiva para a Taxa de Inchamento (TxI) dos painéis OSB sem tratamento de acordo com os períodos de exposição ao intemperismo.

Período	Avaliação	N	Média	D. Padrão	CV (%)	Mínimo	Máximo
0 Meses	TxI 2h	16	0,71	0,10	14,16	0,60	0,90
	TxI 4h	16	0,49	0,06	12,98	0,40	0,70
	TxI 8h	16	0,29	0,04	12,59	0,20	0,40
	TxI 24h	16	0,12	0,02	13,36	0,10	0,20
3 Meses	TxI 2h	16	0,51	0,04	7,74	0,40	0,60
	TxI 4h	16	0,36	0,06	17,69	0,30	0,50
	TxI 8h	16	0,23	0,03	14,89	0,20	0,30
	TxI 24h	16	0,09	0,01	12,28	0,10	0,10
6 Meses	TxI 2h	16	0,50	0,10	20,36	0,40	0,70
	TxI 4h	16	0,34	0,05	13,75	0,30	0,40
	TxI 8h	16	0,19	0,03	14,06	0,10	0,20
	TxI 24h	16	0,08	0,01	11,27	0,10	0,10
9 Meses	TxI 2h	16	0,33	0,08	23,22	0,20	0,40
	TxI 4h	16	0,25	0,05	19,59	0,20	0,30
	TxI 8h	16	0,17	0,03	16,85	0,10	0,20
	TxI 24h	16	0,08	0,01	15,95	0,10	0,10
12 Meses	TxI 2h	16	0,56	0,08	14,38	0,50	0,70
	TxI 4h	16	0,37	0,04	10,80	0,30	0,50
	TxI 8h	16	0,23	0,01	6,29	0,20	0,30
	TxI 24h	16	0,09	0,01	6,78	0,10	0,10

Tabela 12. Análise descritiva para a Taxa de Inchamento (TxI) dos painéis OSB com tratamento termomecânico de acordo com os períodos de exposição ao intemperismo.

Período	Avaliação	N	Média	D. Padrão	CV (%)	Mínimo	Máximo
0 Meses	TxI 2h	16	0,30	0,03	11,32	0,20	0,40
	TxI 4h	16	0,20	0,02	8,97	0,20	0,20
	TxI 8h	16	0,14	0,01	6,85	0,10	0,20
	TxI 24h	16	0,09	0,01	5,98	0,10	0,10
3 Meses	TxI 2h	16	0,28	0,03	9,46	0,20	0,30
	TxI 4h	16	0,18	0,02	8,82	0,10	0,20
	TxI 8h	16	0,12	0,01	7,06	0,10	0,10
	TxI 24h	16	0,07	0,00	7,23	0,10	0,10
6 Meses	TxI 2h	16	0,22	0,03	15,75	0,20	0,30
	TxI 4h	16	0,14	0,02	14,67	0,10	0,20
	TxI 8h	16	0,09	0,01	13,09	0,10	0,10
	TxI 24h	16	0,05	0,00	9,06	0,00	0,10
9 Meses	TxI 2h	16	0,21	0,05	21,86	0,20	0,30
	TxI 4h	16	0,14	0,02	18,01	0,10	0,20
	TxI 8h	16	0,10	0,01	13,54	0,10	0,10
	TxI 24h	16	0,06	0,00	8,18	0,00	0,10
12 Meses	TxI 2h	16	0,32	0,05	14,98	0,20	0,40
	TxI 4h	16	0,21	0,03	12,84	0,20	0,30
	TxI 8h	16	0,14	0,02	11,77	0,10	0,20
	TxI 24h	16	0,07	0,01	10,91	0,10	0,10

Tabela 13. Análise descritiva para as propriedades de Absorção de água (AA) e Teor de Umidade de Equilíbrio (TUE) dos painéis OSB sem tratamento de acordo com os períodos de exposição ao intemperismo.

Período	Tratamento	N	Média	D. Padrão	CV (%)	Mínimo	Máximo
0 Meses	AA 2h	16	37,48	10,19	27,18	22,74	64,10
	AA 4h	16	52,88	9,74	18,43	35,87	78,76
	AA 8h	16	69,52	8,27	11,90	59,46	93,81
	AA 24h	16	92,60	6,27	6,77	82,75	106,41
	TUE	16	10,12	0,22	2,20	9,67	10,50
3 Meses	AA 2h	16	34,14	3,22	9,43	27,50	42,00
	AA 4h	16	45,16	7,06	15,64	33,19	55,66
	AA 8h	16	60,99	7,30	11,98	47,07	72,99
	AA 24h	16	79,32	6,04	7,61	67,07	88,80
	TUE	16	10,06	0,23	2,33	9,81	10,59
6 Meses	AA 2h	16	40,48	14,10	34,84	23,09	68,59
	AA 4h	16	56,13	16,07	28,62	36,49	81,59
	AA 8h	16	74,87	18,00	24,04	52,87	103,38
	AA 24h	16	84,50	10,22	12,09	70,57	100,27
	TUE	16	9,99	0,56	5,60	9,09	11,02
9 Meses	AA 2h	16	27,69	7,60	27,45	16,73	38,66
	AA 4h	16	34,91	8,40	24,06	22,62	47,66
	AA 8h	16	50,71	8,92	17,59	38,23	65,60
	AA 24h	16	80,87	8,47	10,47	68,70	94,23
	TUE	16	9,50	0,46	4,88	8,73	10,76
12 Meses	AA 2h	16	44,42	7,62	17,15	34,24	62,74
	AA 4h	16	57,91	9,14	15,79	43,43	79,63
	AA 8h	16	72,82	8,72	11,98	61,30	92,16
	AA 24h	16	95,39	6,54	6,86	88,54	110,06
	TUE	16	1,96	0,29	14,63	1,63	2,83

Tabela 14. Análise descritiva para as propriedades de Absorção de água (AA) e Teor de Umidade de Equilíbrio (TUE) dos painéis OSB com tratamento termomecânico de acordo com os períodos de exposição ao intemperismo.

Período	Propriedade	N	Média	D. Padrão	CV (%)	Mínimo	Máximo
0 Meses	AA 2h	16	7,09	0,90	12,64	5,90	9,05
	AA 4h	16	8,81	1,27	14,39	7,26	12,20
	AA 8h	16	15,08	3,92	25,99	11,03	28,06
	AA 24h	16	41,99	4,18	9,95	36,79	52,79
	TUE	16	7,14	0,37	5,21	6,19	7,72
3 Meses	AA 2h	16	10,92	3,24	29,67	7,76	15,89
	AA 4h	16	17,24	3,47	20,11	13,52	28,63
	AA 8h	16	22,72	4,12	18,15	17,62	34,72
	AA 24h	16	37,41	5,08	13,59	31,81	51,49
	TUE	16	8,35	0,30	3,58	7,90	9,05
6 Meses	AA 2h	16	14,40	2,79	19,39	9,95	21,54
	AA 4h	16	16,98	2,87	16,91	12,82	24,59
	AA 8h	16	23,63	2,98	12,62	18,85	32,08
	AA 24h	16	38,69	3,59	9,28	33,40	47,02
	TUE	16	7,54	0,57	7,52	7,03	9,28
9 Meses	AA 2h	16	12,46	3,85	30,93	8,17	20,63
	AA 4h	16	15,24	4,36	28,60	10,18	24,65
	AA 8h	16	19,58	5,00	25,53	13,57	30,96
	AA 24h	16	34,45	8,20	23,81	25,34	52,90
	TUE	16	6,87	0,74	10,71	5,88	8,37
12 Meses	AA 2h	16	19,95	2,96	14,84	12,87	25,79
	AA 4h	16	23,11	3,30	14,29	16,57	29,04
	AA 8h	16	28,92	3,98	13,75	21,15	35,29
	AA 24h	16	42,82	5,01	11,71	34,37	50,58
	TUE	16	1,64	0,23	13,92	1,25	2,06

Tabela 15. Análise de variância para o efeito do tratamento termomecânico na propriedade de Absorção de água em 2 horas (AA 2h) de acordo com os períodos de exposição ao intemperismo.

Período	Propriedade	Fonte de Variação	SQ	gl	QM	F	Sig.
0 Meses	AA 2h	Entre Grupos	7389,0	1	7389,0	141,25	0,00*
		Dentro dos Grupos	1569,4	30	52,3		
		Total	8958,4	31			
3 Meses	AA 2h	Entre Grupos	4313,5	1	4313,5	413,55	0,00*
		Dentro dos Grupos	312,9	30	10,4		
		Total	4626,4	31			
6 Meses	AA 2h	Entre Grupos	5440,9	1	5440,9	52,66	0,00*
		Dentro dos Grupos	3099,6	30	103,3		
		Total	8540,5	31			
9 Meses	AA 2h	Entre Grupos	1856,2	1	1856,2	51,11	0,00*
		Dentro dos Grupos	1089,6	30	36,3		
		Total	2945,8	31			
12 Meses	AA 2h	Entre Grupos	4790,9	1	4790,9	143,46	0,00*
		Dentro dos Grupos	1001,9	30	33,4		
		Total	5792,8	31			

Tabela 16. Análise de variância para o efeito do tratamento termomecânico na propriedade de Absorção de água em 24 horas (AA 24h) de acordo com os períodos de exposição ao intemperismo.

Período	Propriedade	Fonte de Variação	SQ	gl	QM	F	Sig.
0 Meses	AA 24h	Entre Grupos	20488,3	1	20488,3	722,36	0,00*
		Dentro dos Grupos	850,9	30	28,4		
		Total	21339,1	31			
3 Meses	AA 24h	Entre Grupos	14049,1	1	14049,1	450,89	0,00*
		Dentro dos Grupos	934,8	30	31,2		
		Total	14983,9	31			
6 Meses	AA 24h	Entre Grupos	16790,1	1	16790,1	286,28	0,00*
		Dentro dos Grupos	1759,5	30	58,6		
		Total	18549,6	31			
9 Meses	AA 24h	Entre Grupos	17240,1	1	17240,1	248,16	0,00*
		Dentro dos Grupos	2084,2	30	69,5		
		Total	19324,3	31			
12 Meses	AA 24h	Entre Grupos	22108,3	1	22108,30	650,57	0,00*
		Dentro dos Grupos	1019,5	30	33,98		
		Total	23127,8	31			

Tabela 17. Análise de variância para o efeito do tratamento termomecânico na propriedade de Teor de Umidade de Equilíbrio (TUE) de acordo com os períodos de exposição ao intemperismo.

Período	Propriedade	Fonte de Variação	SQ	gl	QM	F	Sig.
0 Meses	TUE	Entre Grupos	71,0	1	71,0	756,00	0,00*
		Dentro dos Grupos	2,8	30	0,1		
		Total	73,8	31			
3 Meses	TUE	Entre Grupos	23,5	1	23,5	325,28	0,00*
		Dentro dos Grupos	2,2	30	0,1		
		Total	25,6	31			
6 Meses	TUE	Entre Grupos	48,1	1	48,1	151,78	0,00*
		Dentro dos Grupos	9,5	30	0,3		
		Total	57,6	31			
9 Meses	TUE	Entre Grupos	55,3	1	55,3	146,66	0,00*
		Dentro dos Grupos	11,3	30	0,4		
		Total	66,7	31			
12 Meses	TUE	Entre Grupos	0,8	1	0,8	11,92	0,00*
		Dentro dos Grupos	2,0	30	0,1		
		Total	2,8	31			

Tabela 18. Análise descritiva para as propriedades de Inchamento em Espessura (IE) e Taxa de não-retorno em espessura (TNRE) dos painéis OSB sem tratamento de acordo com os períodos de exposição ao intemperismo.

Período	Avaliação	N	Média	D. Padrão	CV (%)	Mínimo	Máximo
0 Meses	IE 2h	16	9,74	1,24	12,78	7,67	12,09
	IE 4h	16	13,55	1,55	11,48	11,06	17,71
	IE 8h	16	16,09	1,79	11,09	13,51	20,76
	IE 24h	16	19,20	2,28	11,88	16,18	24,57
	TNRE	16	8,40	1,73	20,61	6,10	12,72
3 Meses	IE 2h	16	6,12	0,49	7,99	4,84	6,82
	IE 4h	16	8,60	1,64	19,11	5,92	12,08
	IE 8h	16	10,94	1,80	16,48	7,76	14,33
	IE 24h	16	13,18	1,83	13,90	9,36	16,45
	TNRE	16	4,19	2,06	49,13	0,41	7,33
6 Meses	IE 2h	16	5,80	1,07	18,43	4,26	7,58
	IE 4h	16	7,77	0,93	12,01	6,34	9,91
	IE 8h	16	8,91	1,14	12,78	6,73	10,71
	IE 24h	16	11,02	1,52	13,76	8,46	13,69
	TNRE	16	1,82	1,58	86,89	0,11	5,33
9 Meses	IE 2h	16	3,99	0,88	22,03	2,72	5,40
	IE 4h	16	6,03	1,14	18,83	4,53	8,12
	IE 8h	16	8,13	1,38	16,96	5,92	10,70
	IE 24h	16	11,62	1,90	16,33	8,79	14,80
	TNRE	16	3,33	1,83	54,92	0,10	6,37
12 Meses	IE 2h	16	7,08	0,96	13,58	6,00	9,46
	IE 4h	16	9,49	1,00	10,53	7,65	12,17
	IE 8h	16	11,66	0,81	6,96	10,53	13,10
	IE 24h	16	13,31	1,00	7,48	11,67	15,09
	TNRE	16	6,27	1,32	21,00	3,94	8,22

Tabela 19. Análise descritiva para as propriedades de Inchamento em Espessura (IE) e Taxa de não-retorno em espessura (TNRE) dos painéis OSB com tratamento termomecânico de acordo com os períodos de exposição ao intemperismo.

Período	Avaliação	N	Média	D. Padrão	CV (%)	Mínimo	Máximo
0 Meses	IE 2h	16	4,12	0,46	11,05	3,32	5,11
	IE 4h	16	5,44	0,46	8,53	4,44	6,08
	IE 8h	16	7,96	0,52	6,53	6,82	8,82
	IE 24h	16	14,52	0,83	5,74	13,08	16,22
	TNRE	16	4,14	0,59	14,37	3,03	5,15
3 Meses	IE 2h	16	3,77	0,39	10,30	3,06	4,22
	IE 4h	16	4,83	0,39	8,04	4,12	5,58
	IE 8h	16	6,48	0,44	6,77	5,91	7,38
	IE 24h	16	10,57	0,75	7,12	9,64	12,10
	TNRE	16	0,97	0,55	56,23	0,00	1,77
6 Meses	IE 2h	16	2,94	0,45	15,48	2,22	3,69
	IE 4h	16	3,64	0,53	14,48	2,64	4,45
	IE 8h	16	5,00	0,64	12,82	4,23	6,79
	IE 24h	16	8,40	0,75	8,89	6,69	9,55
	TNRE	16	0,85	0,59	69,56	0,03	1,69
9 Meses	IE 2h	16	2,77	0,55	19,73	2,06	4,20
	IE 4h	16	3,59	0,59	16,33	2,92	4,93
	IE 8h	16	5,10	0,64	12,60	3,96	6,03
	IE 24h	16	8,82	0,73	8,23	7,20	10,03
	TNRE	16	2,05	1,25	61,02	0,14	4,36
12 Meses	IE 2h	16	4,31	0,58	13,53	3,28	5,56
	IE 4h	16	5,78	0,65	11,23	4,91	7,69
	IE 8h	16	7,75	0,84	10,81	6,52	9,86
	IE 24h	16	10,83	1,17	10,82	8,96	13,68
	TNRE	16	2,66	0,96	36,03	0,76	4,08

Tabela 20. Análise de variância para o efeito do tratamento termomecânico na propriedade de Inchamento em Espessura após 2 horas de imersão, de acordo com os períodos de exposição ao intemperismo.

Período	Propriedade	Fonte de Variação	SQ	gl	QM	F	Sig.
0 Meses	IE 2h	Entre Grupos	252,5	1	252,5	287,45	0,00*
		Dentro dos Grupos	26,4	30	0,9		
		Total	278,9	31			
3 Meses	IE 2h	Entre Grupos	44,4	1	44,4	227,79	0,00*
		Dentro dos Grupos	5,8	30	0,2		
		Total	50,2	31			
6 Meses	IE 2h	Entre Grupos	65,7	1	65,7	97,29	0,00*
		Dentro dos Grupos	20,2	30	0,7		
		Total	85,9	31			
9 Meses	IE 2h	Entre Grupos	11,9	1	11,9	22,22	0,00*
		Dentro dos Grupos	16,1	30	0,5		
		Total	28,0	31			
12 Meses	IE 2h	Entre Grupos	61,6	1	61,61	97,46	0,00*
		Dentro dos Grupos	19,0	30	0,63		
		Total	80,6	31			

Tabela 21. Análise de variância para o efeito do tratamento termomecânico na propriedade de Inchamento em Espessura após 24 horas de imersão, de acordo com os períodos de exposição ao intemperismo.

Período	Propriedade	Fonte de Variação	SQ	gl	QM	F	Sig.
0 Meses	IE 24h	Entre Grupos	175,0	1	175,0	59,31	0,00*
		Dentro dos Grupos	88,5	30	3,0		
		Total	263,5	31			
3 Meses	IE 24h	Entre Grupos	54,5	1	54,5	27,83	0,00*
		Dentro dos Grupos	58,8	30	2,0		
		Total	113,3	31			
6 Meses	IE 24h	Entre Grupos	54,9	1	54,9	38,42	0,00*
		Dentro dos Grupos	42,9	30	1,4		
		Total	97,8	31			
9 Meses	IE 24h	Entre Grupos	62,8	1	62,8	30,46	0,00*
		Dentro dos Grupos	61,9	30	2,1		
		Total	124,7	31			
12 Meses	IE 24h	Entre Grupos	49,0	1	49,02	41,47	0,00*
		Dentro dos Grupos	35,5	30	1,18		
		Total	84,5	31			

Tabela 22. Análise de variância para o efeito do tratamento termomecânico na propriedade de Taxa não-retorno em espessura (TNRE) de acordo com os períodos de exposição ao intemperismo.

Período	Propriedade	Fonte de Variação	SQ	gl	QM	F	Sig.
0 Meses	TNRE	Entre Grupos	145,1	1	145,08	86,67	0,00*
		Dentro dos Grupos	50,2	30	1,67		
		Total	195,3	31			
3 Meses	TNRE	Entre Grupos	82,8	1	82,75	36,56	0,00*
		Dentro dos Grupos	67,9	30	2,26		
		Total	150,7	31			
6 Meses	TNRE	Entre Grupos	7,6	1	7,63	5,34	0,03*
		Dentro dos Grupos	42,9	30	1,43		
		Total	50,5	31			
9 Meses	TNRE	Entre Grupos	13,1	1	13,09	5,32	0,03*
		Dentro dos Grupos	73,9	30	2,46		
		Total	87,0	31			
12 Meses	TNRE	Entre Grupos	104,5	1	104,50	78,84	0,00*
		Dentro dos Grupos	39,8	30	1,33		
		Total	144,3	31			

Tabela 23. Análise descritiva para as Propriedades Mecânicas dos painéis OSB sem tratamento.

Período	Avaliação	N	Média	D. Padrão	CV (%)	Mínimo	Máximo
0 Meses	fc0	16	11,97	1,64	13,66	8,66	15,15
	fH	16	271,6	40,05	14,75	217	351
	Ed//	10	3879,4	344,14	8,87	3378,7	4473,5
	Em	4	4500,9	397,8	8,8	4212,0	5055,1
	fm	4	18,76	1,28	6,81	17,29	20,02
3 Meses	fc0	16	9,33	1,38	14,79	6,75	11,92
	fH	16	235,1	51,02	21,70	159	340
	Ed//	8	2813,6	94,72	3,37	2683,9	2944,0
	Em	4	2550,8	388,3	15,2	2266,4	3122,9
	fm	4	11,26	2,93	26,03	8,80	15,40
6 Meses	fc0	16	8,53	0,77	9,03	7,14	10,18
	fH	16	189,0	34,83	18,43	140	249
	Ed//	6	2657,0	110,03	4,14	2521,5	2790,8
	Em	4	1588,7	181,5	11,4	1367,7	1737,4
	fm	4	10,26	0,64	6,20	9,69	11,05
9 Meses	fc0	16	8,25	1,69	20,51	5,07	11,42
	fH	16	210,6	37,489	17,8046	159	281
	Ed//	4	2534,0	133,75	5,28	2370,4	2694,4
	Em	4	1461,2	194,1	13,3	1199,8	1647,1
	fm	4	7,67	1,19	15,56	6,21	9,13
12 Meses	fc0	16	9,26	1,79	19,32	5,97	11,84
	fH	16	180,8	36,315	20,0857	124	241
	Ed//	2	2607,0	111,77	4,29	2527,9	2686,0
	Em	4	1701,8	245,5	14,4	1349,7	1885,3
	fm	4	12,10	2,23	18,42	9,40	14,21

Tabela 24. Análise Descritiva para as Propriedades Mecânicas dos painéis OSB com tratamento termomecânico.

Período	Avaliação	N	Média	D. Padrão	CV (%)	Mínimo	Máximo
0 Meses	fc0	16	16,77	2,50	14,94	12,36	21,11
	fH	16	331,1	78,68	23,77	197,0	491,0
	Ed//	10	4188,9	380,76	9,09	3633,6	4779,7
	<i>Em</i>	4	4209,0	486,2	11,6	3782,7	4812,4
	<i>fm</i>	4	26,37	4,16	15,79	21,40	31,57
3 Meses	fc0	16	13,34	1,64	12,26	10,14	16,95
	fH	16	302,1	52,84	17,49	205,0	377,0
	Ed//	8	3552,4	308,21	8,68	3281,8	4227,3
	<i>Em</i>	4	3656,4	592,0	16,2	2960,2	4349,6
	<i>fm</i>	4	20,56	2,05	9,99	17,83	22,63
6 Meses	fc0	16	9,66	1,80	18,63	7,61	12,52
	fH	16	249,7	60,941	24,4064	139,0	354,0
	Ed//	6	3328,4	192,97	5,80	3046,8	3613,4
	<i>Em</i>	4	2370,9	324,0	13,7	2113,6	2788,5
	<i>fm</i>	4	13,96	2,05	14,70	11,83	16,71
9 Meses	fc0	16	11,88	2,55	21,48	7,05	16,64
	fH	16	263,5	54,862	20,82	190,0	419,0
	Ed//	4	3343,2	307,76	9,21	2926,0	3646,2
	<i>Em</i>	4	2031,0	117,6	5,8	1924,0	2135,3
	<i>fm</i>	4	13,51	1,90	14,09	11,29	15,91
12 Meses	fc0	16	13,56	1,66	12,25	11,31	17,07
	fH	16	307,9	61,4	20,9	210,0	392,0
	Ed//	2	3586,0	136,79	3,81	3489,2	3682,7
	<i>Em</i>	4	2693,5	210,4	7,8	2411,0	2880,7
	<i>fm</i>	4	16,95	1,61	9,49	14,55	17,94

Tabela 25. Análise de variância para o efeito do tratamento termomecânico na propriedade de Resistência à Compressão Paralela (fc0) de acordo com os períodos de exposição ao intemperismo.

Período	Propriedade	Fonte de Variação	SQ	gl	QM	F	Sig.
0 Meses	fc0	Entre Grupos	183,8	1	183,8	41,08	0,00*
		Dentro dos Grupos	134,2	30	4,5		
		Total	318,1	31			
3 Meses	fc0	Entre Grupos	128,2	1	128,2	55,99	0,00*
		Dentro dos Grupos	68,7	30	2,3		
		Total	196,9	31			
6 Meses	fc0	Entre Grupos	10,2	1	10,2	5,30	0,03*
		Dentro dos Grupos	57,5	30	1,9		
		Total	67,7	31			
9 Meses	fc0	Entre Grupos	105,5	1	105,5	22,50	0,00*
		Dentro dos Grupos	140,6	30	4,7		
		Total	246,1	31			
12 Meses	fc0	Entre Grupos	147,9	1	147,87	49,60	0,00*
		Dentro dos Grupos	89,4	30	2,98		
		Total	237,3	31			

Tabela 26. Análise de variância para o efeito do tratamento termomecânico na propriedade de Dureza Janka (fH).

Período	Propriedade	Fonte de Variação	SQ	gl	QM	F	Sig.
0 Meses	fH	Entre Grupos	28260,2	1	28260,2	7,25	0,01*
		Dentro dos Grupos	116918,7	30	3897,3		
		Total	145178,9	31			
3 Meses	fH	Entre Grupos	35981,0	1	35981,043	13,34	0,00*
		Dentro dos Grupos	80927,2	30	2697,574		
		Total	116908,3	31			
6 Meses	fH	Entre Grupos	29483,2	1	29483,2	11,97	0,00*
		Dentro dos Grupos	73903,9	30	2463,5		
		Total	103387,1	31			
9 Meses	fH	Entre Grupos	22433,9	1	22433,9	10,16	0,00*
		Dentro dos Grupos	66229,5	30	2207,7		
		Total	88663,4	31			
12 Meses	fH	Entre Grupos	119526,3	1	119526,3	47,30	0,00*
		Dentro dos Grupos	76256,2	30	2541,9		
		Total	195782,5	31			

Tabela 27. Análise de variância para o efeito do tratamento termomecânico na propriedade de Módulo de Elasticidade Dinâmico (Ed).

Período	Propriedade	Fonte de Variação	SQ	gl	QM	F	Sig.
0 Meses	Ed//	Entre Grupos	479002,8	1	479002,8	3,64	0,07 ^{NS}
		Dentro dos Grupos	2370738,8	18	131707,7		
		Total	2849741,5	19			
3 Meses	Ed//	Entre Grupos	2183380,8	1	2183380,8	42,00	0,00*
		Dentro dos Grupos	727766,0	14	51983,3		
		Total	2911146,8	15			
6 Meses	Ed//	Entre Grupos	1352409,4	1	1352409,4	54,82	0,00*
		Dentro dos Grupos	246718,0	10	24671,8		
		Total	1599127,4	11			
9 Meses	Ed//	Entre Grupos	1309624,5	1	1309624,5	23,26	0,00*
		Dentro dos Grupos	337811,7	6	56302,0		
		Total	1647436,2	7			
12 Meses	Ed//	Entre Grupos	958403,3	1	958403,3	61,43	0,02*
		Dentro dos Grupos	31203,8	2	15601,9		
		Total	989607,1	3			

Tabela 28. Análise de variância para o efeito do tratamento termomecânico na propriedade de Módulo de Elasticidade (Em).

Período	Propriedade	Fonte de Variação	SQ	gl	QM	F	Sig.
0 Meses	Em	Entre Grupos	170450,1	1	170450,1	0,86	0,39 ^{NS}
		Dentro dos Grupos	1183839,3	6	197306,6		
		Total	1354289,4	7			
3 Meses	Em	Entre Grupos	2444579,5	1	2444579,5	9,76	0,02*
		Dentro dos Grupos	1503643,5	6	250607,3		
		Total	3948223,0	7			
6 Meses	Em	Entre Grupos	1223412,3	1	1223412,3	17,74	0,01*
		Dentro dos Grupos	413715,8	6	68952,6		
		Total	1637128,1	7			
9 Meses	Em	Entre Grupos	649397,8	1	649397,8	25,22	0,00*
		Dentro dos Grupos	154511,6	6	25751,9		
		Total	803909,5	7			
12 Meses	Em	Entre Grupos	1966845,9	1	1966845,87	37,62	0,00*
		Dentro dos Grupos	313677,7	6	52279,61		
		Total	2280523,5	7			

Tabela 29. Análise de variância para o efeito do tratamento termomecânico na propriedade de Módulo de Ruptura (*fm*).

Período	Propriedade	Fonte de Variação	SQ	gl	QM	F	Sig.
0 Meses	<i>fm</i>	Entre Grupos	115,9	1	115,9	12,22	0,01*
		Dentro dos Grupos	56,9	6	9,5		
		Total	172,8	7			
3 Meses	<i>fm</i>	Entre Grupos	172,8	1	172,8	26,96	0,00*
		Dentro dos Grupos	38,5	6	6,4		
		Total	211,3	7			
6 Meses	<i>fm</i>	Entre Grupos	27,3	1	27,3	11,84	0,01*
		Dentro dos Grupos	13,8	6	2,3		
		Total	41,2	7			
9 Meses	<i>fm</i>	Entre Grupos	68,1	1	68,1	26,99	0,00*
		Dentro dos Grupos	15,1	6	2,5		
		Total	83,2	7			
12 Meses	<i>fm</i>	Entre Grupos	47,1	1	47,06	12,45	0,01*
		Dentro dos Grupos	22,7	6	3,78		
		Total	69,7	7			

APENDICE II

Tabela 1. Análise Descritiva da massa inicial e final dos painéis OSB sem tratamento (Testemunha) e com tratamento termomecânico (Densificado) para o ensaio de resistência ao ataque de *T. versicolor*.

Tratamento	Propriedade	N	Média	D. Padrão	CV (%)	Mínimo	Máximo
Mi Testemunha	Massa (g)	30	5,13	0,18	3,51	4,79	5,36
Mi Densificado		30	4,18	0,34	8,15	3,47	5,16
Mf Testemunha		30	5,55	0,14	2,58	5,29	5,79
Mf Densificado		30	4,72	0,33	7,07	4,02	5,47

Tabela 2. Análise Descritiva da Perda de massa dos painéis OSB sem tratamento (Testemunha) e com tratamento termomecânico (Densificado) após ataque de *T. Versicolor*.

Tratamento	Propriedade	N	Média	D. Padrão	CV (%)	Mínimo	Máximo
Testemunha	Perda de	30	18,41	6,71	36,46	2,95	28,84
Densificado	Massa (%)	30	14,85	5,78	38,93	3,53	26,05

Tabela 3. Análise de variância da Perda de massa dos painéis OSB sem tratamento (Testemunha) e com tratamento termomecânico (Densificado) para o ensaio de resistência ao ataque de *T. versicolor*.

Propriedade	Fonte de Variação	SQ	Gl	QM	F	Significancia
Perda de Massa (%)	Entre grupos	190,61	1	190,61	4,86	0,03*
	Dentro dos grupos	2275,37	58	39,23		
	Total	2465,98	59			

Tabela 4. Análise Descritiva da massa inicial e final dos painéis OSB sem tratamento (Testemunha) e com tratamento termomecânico (Densificado) para o ensaio de resistência ao ataque de *G. trabeum*.

Tratamento	Propriedade	N	Média	D. Padrão	CV (%)	Mínimo	Máximo
Mi Testemunha	Massa (g)	30	5,20	5,20	5,20	5,20	5,20
Mi Densificado		30	3,20	3,20	3,20	3,20	3,20
Mf Testemunha		30	5,59	5,59	5,59	5,59	5,59
Mf Densificado		30	4,36	4,36	4,36	4,36	4,36

Tabela 5. Análise Descritiva da Perda de massa dos painéis OSB sem tratamento (Testemunha) e com tratamento termomecânico (Densificado) após ataque de *G. trabeum*.

Tratamento	Propriedade	N	Média	D. Padrão	CV (%)	Mínimo	Máximo
Testemunha	Perda de	30	38,51	7,35	19,09	14,19	49,71
Densificado	Massa	30	21,94	9,00	41,01	2,13	36,17

Tabela 6. Análise de variância da Perda de massa dos painéis OSB sem tratamento (Testemunha) e com tratamento termomecânico (Densificado) após ataque de *G. trabeum*.

Propriedade	Fonte de Variação	SQ	gl	QM	F	Significancia
Perda de massa (%)	Entre grupos	4117,3	1	4117,28	60,99	0,00*
	Dentro dos grupos	3915,4	58	67,51		
	Total	8032,7	59			

APENDICE III

Tabela 1. Valores brutos de massa, espessura e densidade do painel OSB, antes e após aplicação do tratamento termomecânico, e Taxas de compressão, densificação e perda de massa.

Amostra	Massa (g)		Espessura (mm)		Densidade (g/cm ³)		TxC (%)	TxD (%)	PM (%)
	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós			
1	1450,0	1360,0	15,1	13,5	0,60	0,63	10,45	4,74	6,21
2	1490,0	1385,0	16,1	13,5	0,58	0,64	15,89	10,51	7,05
3	1470,0	1370,0	15,2	13,4	0,60	0,64	11,68	5,52	6,80
4	1460,0	1365,0	15,0	13,5	0,61	0,63	10,33	4,27	6,51
5	1425,0	1325,0	15,4	13,5	0,58	0,62	12,80	6,64	7,02
6	1410,0	1315,0	15,3	13,5	0,58	0,61	12,23	6,26	6,74
7	1410,0	1310,0	15,5	13,5	0,57	0,61	12,94	6,72	7,09
8	1505,0	1405,0	15,3	13,5	0,62	0,65	11,64	5,65	6,64
9	1490,0	1390,0	15,0	13,5	0,62	0,64	10,17	3,85	6,71
10	1480,0	1380,0	15,4	13,5	0,60	0,64	12,52	6,59	6,76
11	1430,0	1335,0	15,5	13,7	0,58	0,61	11,33	5,28	6,64
12	1410,0	1315,0	15,4	13,5	0,57	0,61	12,20	6,22	6,74

Tabela 2. Valores brutos de Massa específica aparente por período para o painel OSB sem tratamento (T) e com tratamento termomecânico (D).

Tratamento	Massa específica aparente (g/cm ³)												
	P0	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12
T1	0,64	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T2	0,62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T3	0,60	0,55	0,52	0,50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T4	0,63	0,56	0,55	0,53	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T5	0,62	0,56	0,54	0,52	0,54	0,50	0,51	-	-	-	-	-	-
T6	0,60	0,55	0,54	0,51	0,53	0,50	0,52	-	-	-	-	-	-
T7	0,62	0,56	0,53	0,51	0,52	0,49	0,49	0,50	0,49	0,48	-	-	-
T8	0,56	0,53	0,50	0,48	0,50	0,46	0,48	0,47	0,47	0,46	-	-	-
T9	0,59	0,54	0,50	0,48	0,49	0,47	0,48	0,48	0,48	0,47	0,47	0,46	0,46
T10	0,59	0,55	0,52	0,50	0,52	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,48	0,48
D1	0,63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D2	0,64	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D3	0,64	0,62	0,61	0,60	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D4	0,63	0,62	0,61	0,59	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D5	0,62	0,58	0,57	0,56	0,58	0,55	0,55	-	-	-	-	-	-
D6	0,61	0,58	0,57	0,55	0,57	0,55	0,55	-	-	-	-	-	-
D7	0,61	0,58	0,58	0,57	0,58	0,56	0,56	0,56	0,55	0,55	-	-	-
D8	0,65	0,63	0,63	0,62	0,63	0,60	0,61	0,62	0,61	0,61	-	-	-
D9	0,64	0,63	0,62	0,61	0,62	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,59	0,59
D10	0,64	0,62	0,61	0,60	0,61	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,59	0,58

Tabela 3. Valores de brutos de Massa (M), Absorção de Água (AA), Teor de Umidade de Equilíbrio (TUE) e Taxa de absorção (TxA) dos painéis OSB sem tratamento (T) e com tratamento termomecânico (D) para o período de 0 meses.

0 Meses	M0	M2h	M4h	M8h	M24h	M0%	AA2h	AA4h	AA8h	AA24h	TUE	TxA2h	TxA4h	TxA8h	TxA24h
T1-1	21,43	32,81	35,20	37,44	41,49	19,54	53,10	64,26	74,71	93,61	9,67	5,7	3,4	2,0	0,8
T1-2	20,46	27,26	30,11	33,24	39,09	18,58	33,24	47,17	62,46	91,06	10,12	3,4	2,4	1,6	0,8
T1-3	20,65	28,21	30,96	33,73	39,92	18,79	36,61	49,93	63,34	93,32	9,90	3,8	2,6	1,6	0,8
T1-4	19,94	28,11	31,97	35,33	39,69	18,15	40,97	60,33	77,18	99,05	9,86	4,1	3,0	1,9	0,8
T1-5	21,28	29,01	31,61	35,48	40,62	19,35	36,33	48,54	66,73	90,88	9,97	3,9	2,6	1,8	0,8
T1-6	22,30	27,37	30,30	35,56	41,69	20,29	22,74	35,87	59,46	86,95	9,91	2,5	2,0	1,7	0,8
T1-7	19,37	28,12	30,62	34,22	38,96	17,60	45,17	58,08	76,66	101,14	10,06	4,4	2,8	1,9	0,8
T1-8	22,01	29,81	32,31	36,58	42,38	19,99	35,44	46,80	66,20	92,55	10,11	3,9	2,6	1,8	0,8
T2-1	21,14	28,01	32,05	34,74	40,04	19,21	32,50	51,61	64,33	89,40	10,05	3,4	2,7	1,7	0,8
T2-2	21,14	30,25	33,98	36,67	41,66	19,16	43,09	60,74	73,46	97,07	10,33	4,6	3,2	1,9	0,9
T2-3	23,91	31,70	35,63	39,69	44,16	21,67	32,58	49,02	66,00	84,69	10,34	3,9	2,9	2,0	0,8
T2-4	21,35	27,06	31,41	35,81	40,46	19,35	26,74	47,12	67,73	89,51	10,34	2,9	2,5	1,8	0,8
T2-5	21,78	28,09	32,12	36,10	40,71	19,75	28,97	47,47	65,75	86,91	10,28	3,2	2,6	1,8	0,8
T2-6	19,67	26,31	29,69	33,34	38,61	17,84	33,76	50,94	69,50	96,29	10,26	3,3	2,5	1,7	0,8
T2-7	24,52	32,95	36,65	40,47	44,81	22,19	34,38	49,47	65,05	82,75	10,50	4,2	3,0	2,0	0,8
T2-8	17,94	29,44	32,07	34,77	37,03	16,27	64,10	78,76	93,81	106,41	10,26	5,8	3,5	2,1	0,8
D1-1	22,97	24,34	24,79	26,12	31,71	21,39	5,96	7,92	13,71	38,05	7,39	0,7	0,5	0,4	0,4
D1-2	21,90	23,45	23,75	25,15	31,18	20,46	7,08	8,45	14,84	42,37	7,04	0,8	0,5	0,4	0,4
D1-3	23,33	25,11	25,32	26,93	33,39	21,78	7,63	8,53	15,43	43,12	7,12	0,9	0,5	0,5	0,4
D1-4	22,16	23,99	24,24	25,86	32,64	20,71	8,26	9,39	16,70	47,29	7,00	0,9	0,5	0,5	0,4
D1-5	22,26	23,92	24,35	26,22	32,14	20,71	7,46	9,39	17,79	44,38	7,48	0,8	0,5	0,5	0,4
D1-6	23,48	24,96	25,47	26,90	33,15	21,93	6,30	8,48	14,57	41,18	7,07	0,7	0,5	0,4	0,4
D1-7	20,99	22,89	23,55	26,88	32,07	19,65	9,05	12,20	28,06	52,79	6,82	1,0	0,6	0,7	0,5
D1-8	23,33	25,22	25,64	27,20	33,08	21,97	8,10	9,90	16,59	41,79	6,19	0,9	0,6	0,5	0,4
D2-1	24,57	26,30	26,73	27,94	33,61	22,81	7,04	8,79	13,72	36,79	7,72	0,9	0,5	0,4	0,4
D2-2	22,91	24,58	24,97	26,20	32,01	21,31	7,29	8,99	14,36	39,72	7,51	0,8	0,5	0,4	0,4
D2-3	23,11	24,52	24,84	26,12	31,80	21,56	6,10	7,49	13,02	37,60	7,19	0,7	0,4	0,4	0,4
D2-4	21,87	23,48	24,08	25,08	31,19	20,45	7,36	10,11	14,68	42,62	6,94	0,8	0,6	0,4	0,4
D2-5	24,94	26,48	26,75	27,69	34,86	23,17	6,17	7,26	11,03	39,78	7,64	0,8	0,5	0,3	0,4
D2-6	21,24	22,66	22,87	23,96	30,24	19,81	6,69	7,67	12,81	42,37	7,22	0,7	0,4	0,3	0,4
D2-7	24,90	26,37	26,71	27,79	36,15	23,24	5,90	7,27	11,61	45,18	7,14	0,7	0,5	0,4	0,5
D2-8	24,22	25,93	26,45	27,23	33,14	22,67	7,06	9,21	12,43	36,83	6,84	0,9	0,6	0,4	0,4

Tabela 4. Valores de brutos de Massa (M), Absorção de Água (AA), Teor de Umidade de Equilíbrio (TUE) e Taxa de absorção (TxA) dos painéis OSB sem tratamento (T) e com tratamento termomecânico (D) para o período de 3 meses.

3 Meses	M0	M2h	M4h	M8h	M24h	M0%	AA2h	AA4h	AA8h	AA24h	TUE	TxA2h	TxA4h	TxA8h	TxA24h
T3-1	21,81	29,74	31,88	35,92	40,53	19,82	36,36	46,17	64,70	85,83	10,04	4,0	2,5	1,8	0,8
T3-2	22,14	30,07	34,26	38,30	41,80	20,02	35,82	54,74	72,99	88,80	10,59	4,0	3,0	2,0	0,8
T3-3	21,89	29,82	31,18	33,77	37,87	19,93	36,23	42,44	54,27	73,00	9,83	4,0	2,3	1,5	0,7
T3-4	23,39	31,39	33,35	37,78	42,98	21,29	34,20	42,58	61,52	83,75	9,86	4,0	2,5	1,8	0,8
T3-5	22,80	30,73	32,76	36,41	41,16	20,69	34,78	43,68	59,69	80,53	10,20	4,0	2,5	1,7	0,8
T3-6	22,90	29,65	30,50	33,68	38,26	20,84	29,48	33,19	47,07	67,07	9,88	3,4	1,9	1,3	0,6
T3-7	23,53	31,46	32,62	36,32	40,46	21,34	33,70	38,63	54,36	71,95	10,26	4,0	2,3	1,6	0,7
T3-8	22,28	30,21	30,26	34,24	37,89	20,28	35,59	35,82	53,68	70,06	9,86	4,0	2,0	1,5	0,7
T4-1	23,96	31,98	34,84	39,31	43,80	21,74	33,47	45,41	64,07	82,80	10,21	4,0	2,7	1,9	0,8
T4-2	23,05	31,07	35,38	38,45	41,57	20,96	34,79	53,49	66,81	80,35	9,97	4,0	3,1	1,9	0,8
T4-3	22,72	30,74	34,33	37,45	41,18	20,67	35,30	51,10	64,83	81,25	9,92	4,0	2,9	1,8	0,8
T4-4	24,47	32,49	38,09	42,17	45,12	22,28	32,77	55,66	72,33	84,39	9,83	4,0	3,4	2,2	0,9
T4-5	25,47	33,49	37,93	41,41	44,82	23,11	31,49	48,92	62,58	75,97	10,21	4,0	3,1	2,0	0,8
T4-6	24,48	32,50	35,94	39,27	44,34	22,24	32,76	46,81	60,42	81,13	10,07	4,0	2,9	1,8	0,8
T4-7	24,69	35,06	36,92	40,82	44,61	22,36	42,00	49,53	65,33	80,68	10,42	5,2	3,1	2,0	0,8
T4-8	22,62	28,84	30,41	34,20	41,07	20,60	27,50	34,44	51,19	81,56	9,81	3,1	1,9	1,4	0,8
D3-1	22,18	23,94	28,53	29,88	33,60	20,34	7,94	28,63	34,72	51,49	9,05	0,9	1,6	1,0	0,5
D3-2	23,98	26,02	27,90	29,22	32,41	22,16	8,51	16,35	21,85	35,15	8,21	1,0	1,0	0,7	0,4
D3-3	23,89	25,81	27,12	28,38	31,49	22,09	8,05	13,52	18,79	31,81	8,15	1,0	0,8	0,6	0,3
D3-4	20,76	23,59	24,60	26,09	29,29	19,13	13,62	18,50	25,67	41,09	8,52	1,4	1,0	0,7	0,4
D3-5	22,64	26,24	25,90	27,02	30,05	20,91	15,89	14,40	19,35	32,73	8,27	1,8	0,8	0,5	0,3
D3-6	23,26	26,52	27,84	29,48	32,51	21,43	14,00	19,69	26,74	39,77	8,54	1,6	1,1	0,8	0,4
D3-7	22,86	26,13	26,82	28,25	31,49	21,11	14,30	17,32	23,58	37,75	8,29	1,6	1,0	0,7	0,4
D3-8	22,09	25,60	26,14	27,79	31,44	20,32	15,89	18,33	25,80	42,33	8,71	1,8	1,0	0,7	0,4
D4-1	22,39	25,44	26,15	27,29	31,01	20,69	13,62	16,79	21,88	38,50	8,22	1,5	0,9	0,6	0,4
D4-2	23,48	25,37	27,16	28,16	30,95	21,76	8,05	15,67	19,93	31,81	7,90	0,9	0,9	0,6	0,3
D4-3	22,21	24,10	25,93	27,07	30,33	20,55	8,51	16,75	21,88	36,56	8,08	0,9	0,9	0,6	0,3
D4-4	20,77	23,55	24,26	25,28	28,59	19,18	13,38	16,80	21,71	37,65	8,29	1,4	0,9	0,6	0,3
D4-5	24,35	26,24	27,68	28,64	32,12	22,55	7,76	13,68	17,62	31,91	7,98	0,9	0,8	0,5	0,3
D4-6	23,80	25,69	27,49	28,39	31,72	21,98	7,94	15,50	19,29	33,28	8,28	0,9	0,9	0,6	0,3
D4-7	21,63	23,52	25,33	26,40	30,28	19,89	8,74	17,11	22,05	39,99	8,75	0,9	0,9	0,6	0,4
D4-8	22,22	24,11	25,94	27,24	30,40	20,51	8,51	16,74	22,59	36,81	8,34	0,9	0,9	0,6	0,3

Tabela 5. Valores de brutos de Massa (M), Absorção de Água (AA), Teor de Umidade de Equilíbrio (TUE) e Taxa de absorção (TxA) dos painéis OSB sem tratamento (T) e com tratamento termomecânico (D) para o período de 6 meses.

6 Meses	M0	M2h	M4h	M8h	M24h	M0%	AA2h	AA4h	AA8h	AA24h	TUE	TxA2h	TxA4h	TxA8h	TxA24h
T5-1	24,85	35,55	41,11	46,04	47,98	22,38	43,06	65,43	85,28	93,08	11,02	5,4	4,1	2,6	1,0
T5-2	22,00	37,09	39,75	44,52	44,06	19,86	68,59	80,68	102,36	100,27	10,78	7,5	4,4	2,8	0,9
T5-3	22,56	30,32	34,69	38,85	41,73	20,48	34,40	53,77	72,22	84,97	10,16	3,9	3,0	2,0	0,8
T5-4	21,99	29,67	34,20	38,30	41,55	19,91	34,92	55,53	74,19	88,95	10,45	3,8	3,1	2,0	0,8
T5-5	21,50	28,16	31,18	34,92	39,09	19,58	30,98	45,02	62,43	81,81	9,81	3,3	2,4	1,7	0,7
T5-6	24,58	30,45	33,70	37,74	42,27	22,49	23,88	37,10	53,56	71,97	9,30	2,9	2,3	1,6	0,7
T5-7	24,43	30,07	33,86	37,92	41,67	22,17	23,09	38,60	55,23	70,57	10,19	2,8	2,4	1,7	0,7
T5-8	24,33	38,25	42,79	47,92	47,86	22,01	57,21	75,87	96,98	96,71	10,52	7,0	4,6	2,9	1,0
T6-1	22,75	31,03	32,99	36,95	39,73	20,67	36,40	45,01	62,41	74,64	10,09	4,1	2,6	1,8	0,7
T6-2	23,54	29,52	32,13	35,99	40,52	21,58	25,40	36,49	52,87	72,13	9,09	3,0	2,1	1,6	0,7
T6-3	21,50	31,46	34,96	39,16	40,75	19,66	46,33	62,60	82,12	89,53	9,36	5,0	3,4	2,2	0,8
T6-4	21,36	31,15	34,33	38,45	39,82	19,50	45,83	60,72	80,01	86,42	9,52	4,9	3,2	2,1	0,8
T6-5	22,54	30,15	32,35	36,23	40,16	20,56	33,76	43,52	60,75	78,17	9,63	3,8	2,5	1,7	0,7
T6-6	22,77	29,49	32,03	35,87	39,14	20,78	29,51	40,67	57,55	71,89	9,55	3,4	2,3	1,6	0,7
T6-7	23,30	38,58	42,31	47,39	45,53	21,10	65,58	81,59	103,38	95,41	10,41	7,6	4,8	3,0	0,9
T6-8	24,03	35,73	42,18	47,24	46,96	21,86	48,69	75,53	96,59	95,42	9,93	5,9	4,5	2,9	1,0
D5-1	23,56	26,71	27,24	28,75	31,54	21,80	13,37	15,62	22,03	33,87	8,05	1,6	0,9	0,6	0,3
D5-2	22,31	25,09	25,65	27,14	30,63	20,77	12,46	14,97	21,65	37,29	7,43	1,4	0,8	0,6	0,3
D5-3	23,71	26,07	26,75	28,18	31,63	22,11	9,95	12,82	18,85	33,40	7,22	1,2	0,8	0,6	0,3
D5-4	23,34	26,29	27,03	28,43	32,03	21,81	12,64	15,81	21,81	37,23	7,03	1,5	0,9	0,6	0,4
D5-5	21,11	24,73	25,29	26,50	30,13	19,67	17,15	19,80	25,53	42,73	7,33	1,8	1,0	0,7	0,4
D5-6	21,86	24,52	25,13	26,67	30,30	20,31	12,17	14,96	22,00	38,61	7,62	1,3	0,8	0,6	0,4
D5-7	22,31	25,88	26,60	28,07	31,84	20,79	16,00	19,23	25,82	42,72	7,33	1,8	1,1	0,7	0,4
D5-8	21,28	23,80	24,44	25,87	30,15	19,84	11,84	14,85	21,57	41,68	7,27	1,3	0,8	0,6	0,4
D6-1	21,37	24,97	25,58	26,86	29,85	19,74	16,85	19,70	25,69	39,68	8,28	1,8	1,1	0,7	0,4
D6-2	22,09	25,60	26,05	27,38	30,09	20,58	15,89	17,93	23,95	36,22	7,34	1,8	1,0	0,7	0,3
D6-3	22,48	25,53	25,97	27,49	30,51	20,97	13,57	15,52	22,29	35,72	7,23	1,5	0,9	0,6	0,3
D6-4	22,78	25,73	26,26	27,95	31,12	21,22	12,95	15,28	22,70	36,61	7,34	1,5	0,9	0,6	0,3
D6-5	21,88	24,74	25,28	26,84	30,18	20,43	13,07	15,54	22,67	37,93	7,09	1,4	0,9	0,6	0,3
D6-6	21,65	25,19	25,73	27,30	30,49	20,17	16,35	18,85	26,10	40,83	7,32	1,8	1,0	0,7	0,4
D6-7	20,29	24,66	25,28	26,80	29,83	18,57	21,54	24,59	32,08	47,02	9,28	2,2	1,2	0,8	0,4
D6-8	20,66	23,67	24,01	25,49	28,39	19,23	14,57	16,21	23,38	37,42	7,42	1,5	0,8	0,6	0,3

Tabela 6. Valores de brutos de Massa (M), Absorção de Água (AA), Teor de Umidade de Equilíbrio (TUE) e Taxa de absorção (TxA) dos painéis OSB sem tratamento (T) e com tratamento termomecânico (D) para o período de 9 meses.

9 Meses	M0	M2h	M4h	M8h	M24h	M0%	AA2h	AA4h	AA8h	AA24h	TUE	TxA2h	TxA4h	TxA8h	TxA24h
T7-1	24,09	28,12	29,54	33,30	42,03	22,02	16,73	22,62	38,23	74,47	9,42	2,0	1,4	1,2	0,7
T7-2	23,24	29,67	31,31	34,77	39,73	21,19	27,67	34,72	49,61	70,96	9,67	3,2	2,0	1,4	0,7
T7-3	22,12	28,42	30,04	32,90	39,73	20,23	28,48	35,80	48,73	79,61	9,37	3,2	2,0	1,3	0,7
T7-4	23,65	27,93	29,70	33,35	41,52	21,63	18,10	25,58	41,01	75,56	9,32	2,1	1,5	1,2	0,7
T7-5	23,28	28,52	30,41	34,15	40,06	21,25	22,51	30,63	46,69	72,08	9,56	2,6	1,8	1,4	0,7
T7-6	23,97	31,67	34,07	37,03	42,22	21,87	32,12	42,14	54,48	76,14	9,60	3,9	2,5	1,6	0,8
T7-7	25,30	30,10	31,84	35,22	42,68	23,01	18,97	25,85	39,21	68,70	9,96	2,4	1,6	1,2	0,7
T7-8	24,14	33,31	35,05	38,83	44,45	21,79	37,99	45,19	60,85	84,13	10,76	4,6	2,7	1,8	0,8
T8-1	19,58	26,79	28,14	31,94	37,94	17,87	36,82	43,72	63,13	93,77	9,59	3,6	2,1	1,5	0,8
T8-2	19,93	26,77	28,52	31,73	38,71	18,21	34,32	43,10	59,21	94,23	9,43	3,4	2,1	1,5	0,8
T8-3	19,45	26,97	28,72	32,21	37,43	17,75	38,66	47,66	65,60	92,44	9,57	3,8	2,3	1,6	0,7
T8-4	20,41	27,66	29,09	32,26	38,14	18,62	35,52	42,53	58,06	86,87	9,59	3,6	2,2	1,5	0,7
T8-5	20,75	26,67	28,13	31,50	37,73	18,95	28,53	35,57	51,81	81,83	9,50	3,0	1,8	1,3	0,7
T8-6	21,19	25,02	26,35	29,89	36,89	19,48	18,07	24,35	41,06	74,09	8,76	1,9	1,3	1,1	0,7
T8-7	21,63	26,81	27,23	30,71	38,75	19,82	23,95	25,89	41,98	79,15	9,11	2,6	1,4	1,1	0,7
T8-8	18,85	23,50	25,12	28,60	35,81	17,34	24,67	33,26	51,72	89,97	8,73	2,3	1,6	1,2	0,7
D7-1	22,56	25,35	26,09	26,99	30,36	21,16	12,37	15,65	19,64	34,57	6,60	1,4	0,9	0,6	0,3
D7-2	23,24	26,50	27,22	28,03	30,98	21,80	14,03	17,13	20,61	33,30	6,59	1,6	1,0	0,6	0,3
D7-3	20,55	22,98	23,63	24,63	27,98	19,15	11,82	14,99	19,85	36,16	7,29	1,2	0,8	0,5	0,3
D7-4	21,24	24,21	24,78	25,67	29,03	19,88	13,98	16,67	20,86	36,68	6,83	1,5	0,9	0,6	0,3
D7-5	21,22	24,18	25,04	26,23	29,85	19,74	13,95	18,00	23,61	40,67	7,48	1,5	1,0	0,6	0,4
D7-6	21,38	25,79	26,65	28,00	32,69	19,73	20,63	24,65	30,96	52,90	8,37	2,2	1,3	0,8	0,5
D7-7	19,23	22,73	23,45	24,48	28,86	17,79	18,20	21,94	27,30	50,08	8,08	1,8	1,1	0,7	0,4
D7-8	24,16	28,58	29,11	30,13	33,86	22,49	18,29	20,49	24,71	40,15	7,45	2,2	1,2	0,7	0,4
D8-1	24,55	26,79	27,39	28,31	31,26	22,99	9,12	11,57	15,32	27,33	6,77	1,1	0,7	0,5	0,3
D8-2	22,99	25,16	25,73	26,56	29,65	21,66	9,44	11,92	15,53	28,97	6,14	1,1	0,7	0,4	0,3
D8-3	24,47	26,52	26,96	27,79	30,67	23,06	8,38	10,18	13,57	25,34	6,13	1,0	0,6	0,4	0,3
D8-4	24,70	26,90	27,41	28,36	31,33	23,33	8,91	10,97	14,82	26,84	5,88	1,1	0,7	0,5	0,3
D8-5	24,37	26,36	26,94	27,99	30,67	22,96	8,17	10,55	14,85	25,85	6,15	1,0	0,6	0,5	0,3
D8-6	24,18	27,11	27,75	28,83	32,18	22,52	12,12	14,76	19,23	33,09	7,35	1,5	0,9	0,6	0,3
D8-7	22,92	25,01	25,54	26,45	29,57	21,51	9,12	11,43	15,40	29,01	6,54	1,0	0,7	0,4	0,3
D8-8	22,80	25,28	25,75	26,67	29,71	21,47	10,88	12,94	16,97	30,31	6,21	1,2	0,7	0,5	0,3

Tabela 7. Valores de brutos de Massa (M), Absorção de Água (AA), Teor de Umidade de Equilíbrio (TUE) e Taxa de absorção (TxA) dos painéis OSB sem tratamento (T) e com tratamento termomecânico (D) para o período de 12 meses.

12 Meses	M0	M2h	M4h	M8h	M24h	M0%	AA2h	AA4h	AA8h	AA24h	TUE	TxA2h	TxA4h	TxA8h	TxA24h
T9-1	19,52	29,13	31,89	34,51	38,71	19,08	49,23	63,37	76,79	98,31	2,31	4,8	3,1	1,9	0,8
T9-2	21,62	29,52	32,41	35,71	41,34	21,17	36,54	49,91	65,17	91,21	2,13	4,0	2,7	1,8	0,8
T9-3	20,70	28,83	31,23	34,70	39,61	20,13	39,28	50,87	67,63	91,35	2,83	4,1	2,6	1,8	0,8
T9-4	22,50	31,65	34,86	38,26	42,78	22,09	40,67	54,93	70,04	90,13	1,86	4,6	3,1	2,0	0,8
T9-5	19,78	32,19	35,53	38,01	41,55	19,45	62,74	79,63	92,16	110,06	1,70	6,2	3,9	2,3	0,9
T9-6	19,89	27,93	30,22	33,41	38,58	19,55	40,42	51,94	67,97	93,97	1,74	4,0	2,6	1,7	0,8
T9-7	21,06	31,96	34,98	37,69	42,13	20,69	51,76	66,10	78,96	100,05	1,79	5,5	3,5	2,1	0,9
T9-8	21,32	28,62	30,58	34,39	40,90	20,92	34,24	43,43	61,30	91,84	1,91	3,7	2,3	1,6	0,8
T10-1	20,74	28,62	32,01	34,86	39,37	20,33	37,99	54,34	68,08	89,83	2,02	3,9	2,8	1,8	0,8
T10-2	20,88	28,84	31,87	34,92	39,38	20,51	38,12	52,63	67,24	88,60	1,80	4,0	2,7	1,8	0,8
T10-3	19,92	28,31	30,75	33,31	38,55	19,60	42,12	54,37	67,22	93,52	1,63	4,2	2,7	1,7	0,8
T10-4	21,28	30,78	33,06	35,38	40,75	20,90	44,64	55,36	66,26	91,49	1,82	4,8	2,9	1,8	0,8
T10-5	20,50	28,74	31,05	34,34	38,65	20,11	40,20	51,46	67,51	88,54	1,94	4,1	2,6	1,7	0,8
T10-6	19,85	30,26	33,60	36,53	41,00	19,46	52,44	69,27	84,03	106,55	2,00	5,2	3,4	2,1	0,9
T10-7	20,28	30,43	33,47	36,84	40,93	19,88	50,05	65,04	81,66	101,82	2,01	5,1	3,3	2,1	0,9
T10-8	19,46	29,26	31,90	35,62	38,71	19,10	50,36	63,93	83,04	98,92	1,88	4,9	3,1	2,0	0,8
D9-1	20,84	25,60	26,71	27,77	31,38	20,46	22,84	28,17	33,25	50,58	1,86	2,4	1,5	0,9	0,4
D9-2	22,60	26,94	27,93	29,24	32,58	22,18	19,20	23,58	29,38	44,16	1,89	2,2	1,3	0,8	0,4
D9-3	23,38	29,41	30,17	31,63	34,99	22,95	25,79	29,04	35,29	49,66	1,87	3,0	1,7	1,0	0,5
D9-4	21,82	26,00	27,00	28,23	31,25	21,55	19,16	23,74	29,38	43,22	1,25	2,1	1,3	0,8	0,4
D9-5	23,24	28,39	28,83	30,11	33,12	22,92	22,16	24,05	29,56	42,51	1,40	2,6	1,4	0,9	0,4
D9-6	21,22	25,80	26,45	27,81	30,95	20,94	21,58	24,65	31,06	45,85	1,34	2,3	1,3	0,8	0,4
D9-7	21,92	25,58	26,48	27,60	30,69	21,60	16,70	20,80	25,91	40,01	1,48	1,8	1,1	0,7	0,4
D9-8	23,08	27,20	28,14	29,06	31,50	22,69	17,85	21,92	25,91	36,48	1,72	2,1	1,3	0,7	0,4
D10-1	23,20	27,37	27,93	29,10	31,94	22,78	17,97	20,39	25,43	37,67	1,84	2,1	1,2	0,7	0,4
D10-2	22,93	25,88	26,73	27,78	30,81	22,54	12,87	16,57	21,15	34,37	1,73	1,5	1,0	0,6	0,3
D10-3	21,18	25,38	25,86	27,13	30,69	20,82	19,83	22,10	28,09	44,90	1,73	2,1	1,2	0,7	0,4
D10-4	22,14	26,80	26,96	28,02	31,06	21,80	21,05	21,77	26,56	40,29	1,56	2,3	1,2	0,7	0,4
D10-5	21,42	25,96	26,76	28,17	31,73	21,11	21,20	24,93	31,51	48,13	1,47	2,3	1,3	0,8	0,4
D10-6	21,79	26,69	27,52	29,35	31,69	21,45	22,49	26,30	34,69	45,43	1,59	2,5	1,4	0,9	0,4
D10-7	22,77	27,33	28,16	30,01	33,33	22,43	20,03	23,67	31,80	46,38	1,52	2,3	1,3	0,9	0,4
D10-8	23,30	27,62	27,51	28,82	31,56	22,83	18,54	18,07	23,69	35,45	2,06	2,2	1,1	0,7	0,3

Tabela 8. Valores brutos de Espessura (E), Inchamento em espessura (IE), Taxa de não-retorno em espessura (TNRE), e Taxa de Inchamento (TxI) dos painéis OSB sem tratamento (T) e com tratamento termomecânico (D).

0 Meses	E0	E2h	E4h	E8h	E24h	E0%	IE2h	IE4h	IE8h	IE24h	TUE	TxI2h	TxI4h	TxI8h	TxI24h
T1-1	14,72	16,50	16,99	17,28	17,68	16,19	12,09	15,41	17,42	20,14	10,01	0,9	0,6	0,3	0,1
T1-2	14,33	15,60	16,08	16,46	16,86	15,34	8,85	12,18	14,83	17,64	7,03	0,6	0,4	0,3	0,1
T1-3	14,36	15,65	16,12	16,47	16,91	15,40	8,98	12,24	14,66	17,75	7,20	0,6	0,4	0,3	0,1
T1-4	14,32	15,79	16,29	16,51	16,84	15,42	10,32	13,76	15,34	17,62	7,74	0,7	0,5	0,3	0,1
T1-5	14,35	15,66	16,15	16,56	17,05	15,55	9,17	12,56	15,40	18,85	8,38	0,7	0,5	0,3	0,1
T1-6	14,55	15,94	16,43	16,99	17,59	15,88	9,57	12,91	16,80	20,91	9,16	0,7	0,5	0,3	0,1
T1-7	14,31	15,68	16,10	16,39	16,69	15,27	9,56	12,47	14,52	16,64	6,68	0,7	0,4	0,3	0,1
T1-8	14,83	16,38	16,88	17,30	17,82	16,22	10,41	13,82	16,65	20,10	9,32	0,8	0,5	0,3	0,1
T2-1	14,36	15,61	16,25	16,65	17,08	15,40	8,72	13,19	16,01	19,00	7,24	0,6	0,5	0,3	0,1
T2-2	14,83	16,38	16,88	17,18	17,62	15,96	10,45	13,79	15,80	18,81	7,60	0,8	0,5	0,3	0,1
T2-3	14,90	16,42	17,15	17,70	18,32	16,54	10,20	15,10	18,85	23,01	11,05	0,8	0,6	0,4	0,1
T2-4	14,35	15,54	16,33	16,71	17,28	15,61	8,23	13,79	16,40	20,38	8,74	0,6	0,5	0,3	0,1
T2-5	14,38	15,65	16,24	16,65	17,07	15,51	8,83	12,98	15,79	18,74	7,86	0,6	0,5	0,3	0,1
T2-6	14,36	15,46	15,95	16,30	16,68	15,24	7,67	11,06	13,51	16,18	6,10	0,6	0,4	0,2	0,1
T2-7	15,01	16,81	17,67	18,13	18,70	16,92	11,98	17,71	20,76	24,57	12,72	0,9	0,7	0,4	0,2
T2-8	14,65	16,22	16,66	16,81	17,11	15,74	10,76	13,78	14,76	16,85	7,50	0,8	0,5	0,3	0,1
D1-1	14,20	14,72	14,90	15,32	16,37	14,88	3,63	4,94	7,90	15,24	4,75	0,3	0,2	0,1	0,1
D1-2	13,77	14,32	14,48	14,82	15,66	14,26	3,99	5,16	7,58	13,71	3,57	0,3	0,2	0,1	0,1
D1-3	14,46	15,01	15,23	15,63	16,59	15,20	3,82	5,34	8,09	14,74	5,15	0,3	0,2	0,1	0,1
D1-4	14,35	15,01	15,20	15,55	16,33	15,08	4,54	5,87	8,32	13,74	5,04	0,3	0,2	0,1	0,1
D1-5	14,45	15,09	15,33	15,70	16,64	15,08	4,47	6,08	8,65	15,17	4,36	0,3	0,2	0,2	0,1
D1-6	14,30	14,94	15,11	15,53	16,42	14,92	4,48	5,66	8,59	14,83	4,35	0,3	0,2	0,2	0,1
D1-7	14,37	14,90	15,23	15,54	16,40	14,93	3,70	5,96	8,10	14,08	3,91	0,3	0,2	0,1	0,1
D1-8	14,28	15,01	15,11	15,42	16,48	14,93	5,11	5,80	8,03	15,41	4,55	0,4	0,2	0,1	0,1
D2-1	14,78	15,45	15,64	15,98	16,87	15,43	4,52	5,79	8,09	14,17	4,40	0,3	0,2	0,1	0,1
D2-2	14,60	15,19	15,35	15,69	16,51	15,09	4,03	5,17	7,49	13,08	3,38	0,3	0,2	0,1	0,1
D2-3	14,33	14,92	15,10	15,48	16,31	14,85	4,13	5,42	8,07	13,88	3,67	0,3	0,2	0,1	0,1
D2-4	14,33	14,90	15,11	15,47	16,35	14,84	3,99	5,44	7,96	14,10	3,59	0,3	0,2	0,1	0,1
D2-5	14,28	14,75	14,91	15,25	16,36	14,85	3,32	4,44	6,82	14,60	3,99	0,2	0,2	0,1	0,1
D2-6	14,01	14,55	14,72	15,04	15,96	14,43	3,87	5,04	7,38	13,89	3,03	0,3	0,2	0,1	0,1
D2-7	14,67	15,23	15,41	15,77	16,95	15,31	3,78	5,00	7,47	15,52	4,35	0,3	0,2	0,1	0,1
D2-8	14,17	14,81	15,02	15,42	16,47	14,75	4,53	6,00	8,82	16,22	4,11	0,3	0,2	0,2	0,1

Tabela 9. Valores brutos de Espessura (E), Inchamento em espessura (IE), Taxa de não-retorno em espessura (TNRE), e Taxa de Inchamento (TxI) dos painéis OSB sem tratamento (T) e com tratamento termomecânico (D).

3 Meses	E0	E2h	E4h	E8h	E24h	E0%	IE2h	IE4h	IE8h	IE24h	TUE	TxI2h	TxI4h	TxI8h	TxI24h
T3-1	16,40	17,48	17,77	18,26	18,70	16,78	6,58	8,30	11,30	14,02	2,30	0,5	0,3	0,2	0,1
T3-2	16,85	17,93	18,25	18,78	19,13	17,66	6,41	8,33	11,46	13,53	4,80	0,5	0,4	0,2	0,1
T3-3	17,69	18,77	18,76	19,06	19,35	17,76	6,11	6,07	7,76	9,36	0,41	0,5	0,3	0,2	0,1
T3-4	16,65	17,74	18,14	18,56	19,20	17,85	6,58	8,99	11,50	15,34	7,24	0,5	0,4	0,2	0,1
T3-5	16,63	17,71	18,04	18,44	18,81	17,68	6,50	8,53	10,89	13,11	6,33	0,5	0,4	0,2	0,1
T3-6	17,60	18,45	18,64	18,99	19,37	17,99	4,84	5,92	7,92	10,07	2,20	0,4	0,3	0,2	0,1
T3-7	16,85	17,93	18,16	18,61	19,23	17,54	6,41	7,79	10,48	14,18	4,13	0,5	0,3	0,2	0,1
T3-8	17,50	18,58	18,61	18,87	19,32	17,78	6,17	6,36	7,85	10,44	1,62	0,5	0,3	0,2	0,1
T4-1	17,11	18,11	18,72	19,13	19,46	18,27	5,85	9,41	11,83	13,78	6,79	0,5	0,4	0,3	0,1
T4-2	16,08	17,08	17,74	18,13	18,32	16,63	6,22	10,36	12,80	13,95	3,46	0,5	0,4	0,3	0,1
T4-3	16,45	17,45	17,87	18,25	18,63	16,97	6,08	8,66	10,99	13,26	3,21	0,5	0,4	0,2	0,1
T4-4	16,48	17,48	18,48	18,85	19,20	17,32	6,07	12,08	14,33	16,45	5,10	0,5	0,5	0,3	0,1
T4-5	16,87	17,87	18,63	18,99	19,15	18,10	5,93	10,46	12,59	13,53	7,33	0,5	0,4	0,3	0,1
T4-6	16,62	17,62	18,13	18,46	18,78	17,19	6,02	9,11	11,05	12,97	3,43	0,5	0,4	0,2	0,1
T4-7	16,87	18,02	18,46	18,82	19,15	17,73	6,82	9,45	11,60	13,55	5,10	0,6	0,4	0,2	0,1
T4-8	16,32	17,19	17,59	18,05	18,48	16,89	5,36	7,82	10,64	13,28	3,53	0,4	0,3	0,2	0,1
D3-1	15,41	15,95	16,18	16,36	16,90	15,41	3,52	5,02	6,18	9,66	0,00	0,3	0,2	0,1	0,1
D3-2	14,82	15,36	15,58	15,86	16,61	15,03	3,64	5,17	7,03	12,10	1,42	0,3	0,2	0,1	0,1
D3-3	14,47	15,01	15,06	15,33	16,02	14,72	3,73	4,12	5,97	10,71	1,77	0,3	0,1	0,1	0,1
D3-4	14,77	15,31	15,51	15,75	16,29	14,94	3,66	5,01	6,62	10,29	1,18	0,3	0,2	0,1	0,1
D3-5	14,19	14,73	14,86	15,09	15,71	14,41	3,81	4,74	6,37	10,76	1,59	0,3	0,2	0,1	0,1
D3-6	15,11	15,65	15,92	16,13	16,77	15,27	3,57	5,39	6,79	10,97	1,10	0,3	0,2	0,1	0,1
D3-7	14,68	15,20	15,45	15,73	16,29	14,93	3,51	5,23	7,15	10,97	1,68	0,3	0,2	0,1	0,1
D3-8	15,04	15,50	15,72	16,01	16,59	15,18	3,06	4,49	6,44	10,32	0,92	0,2	0,2	0,1	0,1
D4-1	14,83	15,35	15,56	15,77	16,61	14,88	3,55	4,91	6,35	11,99	0,32	0,3	0,2	0,1	0,1
D4-2	14,48	15,09	15,13	15,36	15,93	14,55	4,21	4,49	6,11	10,03	0,51	0,3	0,2	0,1	0,1
D4-3	14,66	15,27	15,34	15,62	16,14	14,70	4,16	4,62	6,56	10,11	0,25	0,3	0,2	0,1	0,1
D4-4	14,64	15,09	15,32	15,54	16,07	14,75	3,10	4,67	6,18	9,78	0,75	0,2	0,2	0,1	0,1
D4-5	14,52	15,13	15,22	15,48	16,06	14,75	4,20	4,83	6,64	10,62	1,60	0,3	0,2	0,1	0,1
D4-6	14,45	15,06	15,08	15,30	15,87	14,59	4,22	4,37	5,91	9,84	1,02	0,3	0,2	0,1	0,1
D4-7	14,84	15,45	15,53	15,73	16,28	14,94	4,11	4,65	6,01	9,72	0,67	0,3	0,2	0,1	0,1
D4-8	14,49	15,10	15,30	15,56	16,11	14,60	4,21	5,58	7,38	11,19	0,75	0,3	0,2	0,1	0,1

Tabela 10. Valores brutos de Espessura (E), Inchamento em espessura (IE), Taxa de não-retorno em espessura (TNRE), e Taxa de Inchamento (TxI) dos painéis OSB sem tratamento (T) e com tratamento termomecânico (D).

6 Meses	E0	E2h	E4h	E8h	E24h	E0%	IE2h	IE4h	IE8h	IE24h	TUE	TxI2h	TxI4h	TxI8h	TxI24h
T5-1	19,69	20,72	21,08	21,17	21,43	19,76	5,23	7,08	7,56	8,84	0,37	0,5	0,3	0,2	0,1
T5-2	17,39	18,55	18,84	18,95	18,86	17,88	6,65	8,33	8,97	8,46	2,82	0,6	0,4	0,2	0,1
T5-3	17,09	18,04	18,46	18,73	18,98	17,75	5,56	7,98	9,58	11,06	3,86	0,5	0,3	0,2	0,1
T5-4	17,18	18,13	18,58	19,02	19,27	17,32	5,48	8,12	10,71	12,16	0,80	0,5	0,3	0,2	0,1
T5-5	16,62	17,36	17,81	18,03	18,69	17,21	4,44	7,17	8,48	12,44	3,51	0,4	0,3	0,2	0,1
T5-6	16,87	17,61	18,23	18,62	19,18	17,77	4,36	8,04	10,35	13,69	5,33	0,4	0,3	0,2	0,1
T5-7	16,67	17,58	17,96	18,14	18,50	17,01	5,41	7,70	8,79	10,94	2,00	0,5	0,3	0,2	0,1
T5-8	18,68	20,13	20,34	20,73	20,81	18,52	7,75	8,90	10,95	11,41	-0,86	0,7	0,4	0,3	0,1
T6-1	16,95	17,88	18,07	18,14	18,55	16,98	5,47	6,63	7,02	9,42	0,15	0,5	0,3	0,1	0,1
T6-2	16,56	17,27	17,63	17,75	18,50	16,99	4,26	6,46	7,19	11,74	2,58	0,4	0,3	0,1	0,1
T6-3	16,28	17,49	17,90	17,89	18,41	16,69	7,43	9,91	9,87	13,03	2,52	0,6	0,4	0,2	0,1
T6-4	16,49	17,64	17,70	18,01	18,24	16,65	6,99	7,32	9,23	10,62	0,93	0,6	0,3	0,2	0,1
T6-5	16,56	17,55	17,72	17,91	18,48	16,58	5,93	7,00	8,10	11,58	0,11	0,5	0,3	0,2	0,1
T6-6	16,44	17,29	17,63	17,83	18,45	16,90	5,16	7,22	8,42	12,22	2,75	0,4	0,3	0,2	0,1
T6-7	18,01	19,51	19,77	19,89	19,91	18,05	8,34	9,77	10,42	10,56	0,23	0,8	0,4	0,2	0,1
T6-8	18,50	19,65	20,08	20,12	20,36	18,56	6,22	8,57	8,79	10,06	0,34	0,6	0,4	0,2	0,1
D5-1	14,87	15,37	15,51	15,65	16,15	14,90	3,39	4,32	5,26	8,63	0,22	0,3	0,2	0,1	0,1
D5-2	14,76	15,15	15,27	15,48	16,00	14,84	2,63	3,47	4,88	8,39	0,56	0,2	0,1	0,1	0,1
D5-3	14,81	15,20	15,33	15,49	16,10	15,03	2,63	3,48	4,59	8,72	1,47	0,2	0,1	0,1	0,1
D5-4	15,12	15,46	15,52	15,76	16,40	15,27	2,22	2,64	4,23	8,44	0,97	0,2	0,1	0,1	0,1
D5-5	15,11	15,59	15,70	15,90	16,41	15,24	3,15	3,88	5,25	8,60	0,86	0,2	0,1	0,1	0,1
D5-6	15,35	15,73	15,81	16,03	16,54	15,33	2,46	3,00	4,40	7,77	-0,14	0,2	0,1	0,1	0,0
D5-7	15,24	15,78	15,89	16,00	16,49	15,38	3,56	4,23	4,97	8,16	0,93	0,3	0,2	0,1	0,1
D5-8	15,38	15,82	15,97	16,12	16,80	15,38	2,82	3,84	4,76	9,23	-0,03	0,2	0,1	0,1	0,1
D6-1	14,88	15,31	15,53	15,52	15,94	14,87	2,88	4,35	4,30	7,15	-0,09	0,2	0,2	0,1	0,0
D6-2	14,92	15,41	15,41	15,66	16,25	15,13	3,32	3,28	4,97	8,90	1,41	0,2	0,1	0,1	0,1
D6-3	14,95	15,43	15,49	15,72	16,26	15,16	3,21	3,59	5,16	8,78	1,40	0,2	0,1	0,1	0,1
D6-4	15,04	15,38	15,47	15,76	16,34	15,30	2,25	2,85	4,79	8,60	1,69	0,2	0,1	0,1	0,1
D6-5	15,17	15,64	15,76	15,99	16,54	15,40	3,08	3,84	5,40	9,02	1,52	0,2	0,1	0,1	0,1
D6-6	15,23	15,76	15,86	16,27	16,69	15,43	3,48	4,10	6,79	9,55	1,30	0,3	0,2	0,1	0,1
D6-7	14,76	15,69	15,81	15,94	16,14	14,77	6,30	7,09	7,99	9,38	0,08	0,5	0,3	0,1	0,1
D6-8	14,85	15,30	15,41	15,70	16,13	14,98	3,03	3,83	5,74	8,65	0,89	0,2	0,1	0,1	0,1

Tabela 11. Valores brutos de Espessura (E), Inchamento em espessura (IE), Taxa de não-retorno em espessura (TNRE), e Taxa de Inchamento (TxI) dos painéis OSB sem tratamento (T) e com tratamento termomecânico (D).

9 Meses	E0	E2h	E4h	E8h	E24h	E0%	IE2h	IE4h	IE8h	IE24h	TUE	TxI2h	TxI4h	TxI8h	TxI24h
T7-1	16,04	16,48	16,77	17,35	18,27	16,95	2,72	4,53	8,15	13,93	5,65	0,2	0,2	0,2	0,1
T7-2	16,40	17,29	17,62	17,95	18,45	16,98	5,40	7,44	9,44	12,50	3,56	0,4	0,3	0,2	0,1
T7-3	16,30	16,98	17,30	17,74	18,37	17,08	4,12	6,10	8,81	12,68	4,77	0,3	0,2	0,2	0,1
T7-4	15,75	16,57	16,80	17,36	18,08	16,72	5,22	6,63	10,21	14,80	6,15	0,4	0,3	0,2	0,1
T7-5	16,17	16,84	17,41	17,67	18,23	16,80	4,12	7,69	9,26	12,76	3,87	0,3	0,3	0,2	0,1
T7-6	16,63	17,51	17,98	18,41	18,87	17,32	5,30	8,12	10,70	13,44	4,12	0,4	0,3	0,2	0,1
T7-7	16,76	17,52	17,96	18,26	19,18	17,82	4,57	7,21	9,00	14,49	6,37	0,4	0,3	0,2	0,1
T7-8	18,51	19,30	19,50	19,72	20,14	18,53	4,25	5,36	6,51	8,79	0,10	0,4	0,2	0,2	0,1
T8-1	16,14	16,89	17,12	17,47	17,83	16,50	4,63	6,08	8,23	10,43	2,19	0,4	0,2	0,2	0,1
T8-2	16,04	16,58	17,01	17,15	17,60	16,43	3,33	6,01	6,92	9,69	2,42	0,3	0,2	0,1	0,1
T8-3	15,85	16,50	16,86	17,17	17,55	16,26	4,09	6,36	8,31	10,69	2,57	0,3	0,3	0,2	0,1
T8-4	16,57	17,18	17,45	17,77	18,26	16,64	3,66	5,27	7,19	10,16	0,41	0,3	0,2	0,1	0,1
T8-5	16,85	17,35	17,67	17,85	18,46	17,36	2,98	4,85	5,92	9,55	3,03	0,3	0,2	0,1	0,1
T8-6	15,19	15,72	15,98	16,35	16,89	15,75	3,48	5,24	7,62	11,19	3,71	0,3	0,2	0,1	0,1
T8-7	16,35	16,85	17,12	17,48	18,09	16,66	3,08	4,73	6,88	10,66	1,87	0,3	0,2	0,1	0,1
T8-8	15,29	15,73	16,03	16,34	16,84	15,68	2,89	4,85	6,84	10,12	2,55	0,2	0,2	0,1	0,1
D7-1	14,97	15,38	15,49	15,76	16,32	15,42	2,70	3,46	5,24	8,99	2,98	0,2	0,1	0,1	0,1
D7-2	14,99	15,42	15,54	15,87	16,39	15,41	2,91	3,71	5,88	9,35	2,79	0,2	0,1	0,1	0,1
D7-3	14,71	15,02	15,15	15,34	15,90	14,96	2,14	3,03	4,32	8,09	1,70	0,2	0,1	0,1	0,0
D7-4	14,96	15,43	15,53	15,80	16,34	15,22	3,13	3,84	5,60	9,25	1,76	0,2	0,1	0,1	0,1
D7-5	14,94	15,36	15,37	15,73	16,01	15,11	2,85	2,92	5,32	7,20	1,16	0,2	0,1	0,1	0,0
D7-6	16,11	16,68	16,74	17,01	17,49	16,09	3,50	3,91	5,56	8,58	-0,14	0,3	0,2	0,1	0,1
D7-7	15,40	15,86	16,10	16,24	16,79	15,47	2,97	4,56	5,44	9,00	0,44	0,2	0,2	0,1	0,1
D7-8	15,68	16,34	16,46	16,63	17,16	15,81	4,20	4,93	6,03	9,40	0,83	0,3	0,2	0,1	0,1
D8-1	15,37	15,75	15,86	16,11	16,76	15,65	2,46	3,15	4,80	9,00	1,78	0,2	0,1	0,1	0,1
D8-2	14,95	15,31	15,43	15,63	16,21	15,38	2,46	3,24	4,60	8,47	2,92	0,2	0,1	0,1	0,1
D8-3	14,67	15,06	15,18	15,44	16,12	15,18	2,70	3,46	5,25	9,90	3,46	0,2	0,1	0,1	0,1
D8-4	14,51	14,95	15,12	15,38	15,97	15,14	3,03	4,20	6,00	10,03	4,36	0,2	0,2	0,1	0,1
D8-5	14,39	14,71	14,85	15,06	15,68	14,96	2,17	3,14	4,61	8,91	3,92	0,2	0,1	0,1	0,1
D8-6	15,77	16,19	16,34	16,50	17,03	15,90	2,69	3,67	4,63	8,04	0,84	0,2	0,1	0,1	0,1
D8-7	15,24	15,56	15,73	15,91	16,49	15,47	2,06	3,16	4,36	8,19	1,51	0,2	0,1	0,1	0,1
D8-8	14,84	15,19	15,29	15,43	16,13	15,18	2,36	3,00	3,96	8,66	2,29	0,2	0,1	0,1	0,1

Tabela 12. Valores brutos de Espessura (E), Inchamento em espessura (IE), Taxa de não-retorno em espessura (TNRE), e Taxa de Inchamento (TxI) dos painéis OSB sem tratamento (T) e com tratamento termomecânico (D).

12 Meses	E0	E2h	E4h	E8h	E24h	E0%	IE2h	IE4h	IE8h	IE24h	TUE	TxI2h	TxI4h	TxI8h	TxI24h
T9-1	15,69	16,85	17,16	17,41	17,73	16,97	7,41	9,41	11,02	13,03	8,17	0,6	0,4	0,2	0,1
T9-2	15,50	16,52	16,94	17,52	17,84	16,86	6,57	9,25	13,04	15,08	8,79	0,5	0,4	0,3	0,1
T9-3	16,01	17,00	17,35	17,70	17,96	17,20	6,17	8,35	10,53	12,13	7,44	0,5	0,3	0,2	0,1
T9-4	15,83	16,86	17,38	17,84	18,22	17,23	6,55	9,78	12,74	15,09	8,83	0,5	0,4	0,3	0,1
T9-5	15,93	17,21	17,49	17,79	17,91	17,26	8,05	9,81	11,73	12,43	8,40	0,6	0,4	0,2	0,1
T9-6	15,70	16,64	17,17	17,43	17,70	16,93	6,00	9,42	11,02	12,75	7,84	0,5	0,4	0,2	0,1
T9-7	16,81	18,16	18,49	18,61	18,77	18,17	8,01	9,96	10,68	11,67	8,06	0,7	0,4	0,2	0,1
T9-8	15,89	16,86	17,11	17,61	18,03	17,10	6,13	7,65	10,80	13,49	7,61	0,5	0,3	0,2	0,1
T10-1	15,30	16,33	16,71	17,16	17,37	16,57	6,69	9,16	12,15	13,50	8,30	0,5	0,4	0,2	0,1
T10-2	15,93	17,19	17,55	17,84	18,14	17,33	7,91	10,16	11,98	13,88	8,78	0,6	0,4	0,2	0,1
T10-3	15,17	16,08	16,46	16,89	17,11	16,34	6,00	8,55	11,37	12,83	7,75	0,5	0,3	0,2	0,1
T10-4	15,53	17,00	17,42	17,57	17,80	17,07	9,46	12,17	13,10	14,63	9,87	0,7	0,5	0,3	0,1
T10-5	15,76	16,81	17,16	17,58	17,85	17,03	6,62	8,84	11,53	13,25	8,05	0,5	0,3	0,2	0,1
T10-6	15,72	16,95	17,28	17,57	17,67	17,04	7,85	9,93	11,80	12,43	8,40	0,6	0,4	0,2	0,1
T10-7	15,54	16,62	16,97	17,26	17,57	16,79	6,95	9,16	11,08	13,02	8,04	0,5	0,4	0,2	0,1
T10-8	15,34	16,41	16,90	17,19	17,44	16,65	6,95	10,18	12,06	13,66	8,57	0,5	0,4	0,2	0,1
D9-1	14,93	15,59	15,80	16,01	16,37	15,74	4,48	5,83	7,24	9,67	5,44	0,3	0,2	0,1	0,1
D9-2	15,06	15,61	15,86	16,16	16,55	15,85	3,64	5,32	7,26	9,91	5,23	0,3	0,2	0,1	0,1
D9-3	15,28	15,88	16,13	16,35	16,64	16,06	3,95	5,58	7,04	8,96	5,11	0,3	0,2	0,1	0,1
D9-4	14,23	14,73	14,98	15,41	15,78	15,03	3,47	5,27	8,23	10,83	5,56	0,2	0,2	0,1	0,1
D9-5	14,44	15,12	15,28	15,57	16,16	15,31	4,67	5,83	7,81	11,87	6,04	0,3	0,2	0,1	0,1
D9-6	14,26	14,89	15,15	15,40	15,90	15,12	4,45	6,23	7,98	11,47	6,03	0,3	0,2	0,1	0,1
D9-7	14,13	14,76	14,91	15,19	15,83	14,96	4,46	5,58	7,53	12,03	5,92	0,3	0,2	0,1	0,1
D9-8	14,30	14,95	15,14	15,40	15,84	15,13	4,57	5,92	7,69	10,81	5,80	0,3	0,2	0,1	0,1
D10-1	14,21	14,81	15,05	15,28	15,68	15,01	4,19	5,88	7,50	10,33	5,58	0,3	0,2	0,1	0,1
D10-2	14,02	14,63	14,89	15,26	15,71	14,90	4,35	6,22	8,86	12,07	6,30	0,3	0,2	0,2	0,1
D10-3	14,44	14,91	15,17	15,40	15,84	15,15	3,28	5,08	6,69	9,70	4,95	0,2	0,2	0,1	0,1
D10-4	14,42	15,02	15,16	15,36	15,89	15,17	4,15	5,17	6,52	10,24	5,22	0,3	0,2	0,1	0,1
D10-5	14,81	15,56	15,70	16,08	16,38	15,71	5,06	6,04	8,59	10,63	6,06	0,4	0,2	0,2	0,1
D10-6	15,32	16,17	16,50	16,83	17,42	16,45	5,56	7,69	9,86	13,68	7,36	0,4	0,3	0,2	0,1
D10-7	15,32	16,04	16,22	16,50	16,88	16,19	4,71	5,90	7,73	10,24	5,72	0,4	0,2	0,1	0,1
D10-8	14,35	14,91	15,05	15,41	15,90	15,13	3,92	4,91	7,42	10,84	5,42	0,3	0,2	0,1	0,1

Tabela 13. Valores brutos de Força Máxima (F) e Resistência à compressão paralela (fc0) dos painéis OSB sem tratamento (T) e com tratamento termomecânico (D) por período.

Período	F	fc0	Período	F	fc0	Período	F	fc0	Período	F	fc0	Período	F	fc0
0 Meses	KgF	(MPa)	3 Meses	KgF	(MPa)	6 Meses	KgF	(MPa)	9 Meses	KgF	(MPa)	12 Meses	KgF	(MPa)
T1-1	928,1	12,16	T3-1	851,6	10,30	T5-1	754,2	8,21	T7-1	444,9	5,33	T9-1	870,2	10,62
T1-2	851,6	11,15	T3-2	705,7	8,28	T5-2	735,7	8,45	T7-2	595,0	6,90	T9-2	733,6	8,90
T1-3	1031,6	13,42	T3-3	692,2	7,63	T5-3	697,2	7,64	T7-3	714,0	8,66	T9-3	723,3	9,17
T1-4	1055,4	13,64	T3-4	978,8	11,92	T5-4	680,8	7,14	T7-4	662,0	7,94	T9-4	855,7	10,31
T1-5	794,7	9,46	T3-5	911,6	10,76	T5-5	737,0	8,37	T7-5	928,0	11,42	T9-5	860,9	9,78
T1-6	868,1	10,15	T3-6	904,3	10,56	T5-6	871,2	9,68	T7-6	926,0	11,33	T9-6	747,1	9,15
T1-7	793,6	9,81	T3-7	783,3	8,89	T5-7	756,4	8,46	T7-7	681,0	8,54	T9-7	603,9	7,15
T1-8	877,4	11,49	T3-8	586,7	6,75	T5-8	552,5	5,66	T7-8	684,0	8,38	T9-8	697,4	8,06
T2-1	882,6	11,56	T4-1	779,1	9,17	T6-1	674,6	8,06	T8-1	576,3	7,03	T10-1	495,6	5,97
T2-2	661,2	8,72	T4-2	599,1	7,46	T6-2	722,2	8,25	T8-2	686,0	8,58	T10-2	848,5	10,35
T2-3	1156,8	15,05	T4-3	853,6	10,13	T6-3	874,3	10,18	T8-3	699,5	8,66	T10-3	964,3	11,84
T2-4	999,5	12,43	T4-4	840,2	10,05	T6-4	701,5	8,19	T8-4	715,0	8,70	T10-4	940,5	11,84
T2-5	904,3	11,84	T4-5	864,8	10,24	T6-5	569,1	6,43	T8-5	752,0	9,01	T10-5	633,2	7,11
T2-6	864,0	11,32	T4-6	735,7	8,69	T6-6	733,6	8,38	T8-6	657,0	8,09	T10-6	741,9	9,53
T2-7	1083,3	14,19	T4-7	839,1	9,84	T6-7	848,5	9,71	T8-7	411,8	5,07	T10-7	898,1	11,31
T2-8	876,4	11,48	T4-8	750,2	8,71	T6-8	750,2	8,74	T8-8	711,8	8,34	T10-8	620,8	7,13
D1-1	1086,4	14,41	D3-1	1133,0	15,63	D5-1	918,0	12,04	D7-1	1225,0	9,63	D9-1	1049,2	14,02
D1-2	1406,2	18,96	D3-2	954,0	12,49	D5-2	723,0	9,57	D7-2	785,4	13,58	D9-2	1117,5	14,35
D1-3	1142,3	16,02	D3-3	1010,9	13,77	D5-3	621,9	8,35	D7-3	1222,3	10,75	D9-3	944,7	12,46
D1-4	1018,2	13,54	D3-4	1076,1	13,96	D5-4	571,2	7,61	D7-4	942,5	9,98	D9-4	1006,8	12,93
D1-5	1268,6	17,50	D3-5	996,4	13,55	D5-5	623,9	8,18	D7-5	902,9	7,34	D9-5	960,5	12,84
D1-6	972,6	13,65	D3-6	909,5	11,88	D5-6	648,8	8,51	D7-6	543,6	10,51	D9-6	1087,5	14,34
D1-7	1295,5	17,44	D3-7	951,9	13,11	D5-7	908,5	11,72	D7-7	943,8	11,00	D9-7	955,0	12,94
D1-8	1043,0	14,21	D3-8	1076,1	14,66	D5-8	641,5	8,42	D7-8	867,2	9,70	D9-8	1284,1	17,07
D2-1	849,5	11,33	D4-1	870,2	11,82	D6-1	896,1	11,64	D8-1	992,6	10,73	D10-1	1183,7	15,61
D2-2	1117,5	15,90	D4-2	947,8	12,87	D6-2	600,1	7,80	D8-2	939,6	9,67	D10-2	835,0	11,31
D2-3	1207,5	16,74	D4-3	1275,8	16,95	D6-3	635,3	8,39	D8-3	905,5	11,60	D10-3	930,2	12,69
D2-4	1120,6	15,24	D4-4	941,6	12,84	D6-4	909,5	12,02	D8-4	898,9	10,37	D10-4	1079,2	15,16
D2-5	1002,6	13,96	D4-5	740,9	10,14	D6-5	815,3	10,98	D8-5	873,8	10,41	D10-5	895,0	11,57
D2-6	1450,7	19,68	D4-6	1027,5	13,83	D6-6	923,0	12,52	D8-6	587,3	7,54	D10-6	1166,1	15,58
D2-7	1400,0	18,97	D4-7	1034,7	14,19	D6-7	657,0	8,63	D8-7	787,4	10,59	D10-7	905,4	12,27
D2-8	1055,0	14,27	D4-8	875,4	11,73	D6-8	632,2	8,20	D8-8	760,7	9,34	D10-8	865,0	11,88

Tabela 14. Valores brutos de Dureza Janka (fH) para os painéis OSB sem tratamento (T) e com tratamento termomecânico (D) por período

Período 0 Meses	fH (N)	Período 3 Meses	fH (N)	Período 6 Meses	fH (N)	Período 9 Meses	fH (N)	Período 12 Meses	fH (N)
T1-1	2846,2	T3-1	3076,7	T5-1	1753,2	T7-1	2023,2	T9-1	1261,6
T1-2	3357,2	T3-2	1629,1	T5-2	1981,9	T7-2	2392,7	T9-2	2146,3
T1-3	2586,5	T3-3	2940,8	T5-3	2535,6	T7-3	2336,9	T9-3	2019,3
T1-4	2880,1	T3-4	2497,7	T5-4	1530,4	T7-4	2362,0	T9-4	1935,3
T1-5	3464,7	T3-5	2142,0	T5-5	1695,7	T7-5	1620,8	T9-5	1654,8
T1-6	2572,6	T3-6	2071,9	T5-6	2183,9	T7-6	2864,3	T9-6	1337,9
T1-7	2266,0	T3-7	2201,7	T5-7	1734,4	T7-7	2162,8	T9-7	2448,5
T1-8	2786,1	T3-8	2181,1	T5-8	2193,4	T7-8	2799,6	T9-8	2215,8
T2-1	2431,5	T4-1	2611,1	T6-1	2040,5	T8-1	1993,5	T10-1	1641,4
T2-2	2796,6	T4-2	1619,9	T6-2	2374,0	T8-2	1722,1	T10-2	1981,7
T2-3	2757,7	T4-3	3465,3	T6-3	1762,2	T8-3	1758,3	T10-3	1570,5
T2-4	2375,7	T4-4	2360,5	T6-4	1511,2	T8-4	1753,6	T10-4	2406,3
T2-5	2844,2	T4-5	3011,3	T6-5	2426,8	T8-5	2354,4	T10-5	1995,3
T2-6	3577,3	T4-6	1911,5	T6-6	2099,1	T8-6	2267,8	T10-6	1916,4
T2-7	2491,7	T4-7	2246,5	T6-7	1426,5	T8-7	2223,0	T10-7	1391,3
T2-8	2207,5	T4-8	2321,3	T6-8	1533,5	T8-8	1661,2	T10-8	1526,2
D1-1	3294,5	D3-1	2991,7	D5-1	2964,2	D7-1	3063,4	D9-1	2133,6
D1-2	3652,4	D3-2	3194,3	D5-2	2197,1	D7-2	2436,3	D9-2	3585,0
D1-3	2961,7	D3-3	3694,3	D5-3	3026,9	D7-3	2526,3	D9-3	3792,8
D1-4	2672,7	D3-4	3385,0	D5-4	3487,8	D7-4	2519,7	D9-4	3083,9
D1-5	3407,3	D3-5	2089,0	D5-5	2123,1	D7-5	3308,1	D9-5	2377,6
D1-6	2962,1	D3-6	2313,9	D5-6	2530,2	D7-6	2234,7	D9-6	2653,1
D1-7	4996,0	D3-7	3018,1	D5-7	2771,1	D7-7	2081,0	D9-7	2226,1
D1-8	2231,6	D3-8	3406,1	D5-8	2884,6	D7-8	1930,5	D9-8	3332,5
D2-1	3700,1	D4-1	3160,8	D6-1	2060,9	D8-1	2565,3	D10-1	3063,0
D2-2	3417,5	D4-2	3342,3	D6-2	1826,2	D8-2	2496,6	D10-2	3015,5
D2-3	3789,2	D4-3	2673,3	D6-3	2540,3	D8-3	3161,0	D10-3	3069,7
D2-4	2512,4	D4-4	2216,3	D6-4	1412,1	D8-4	2569,3	D10-4	3916,0
D2-5	2001,8	D4-5	3842,2	D6-5	1686,3	D8-5	2366,5	D10-5	3118,3
D2-6	3991,5	D4-6	3814,8	D6-6	3607,2	D8-6	2699,9	D10-6	3985,6
D2-7	3827,1	D4-7	2864,1	D6-7	2818,5	D8-7	2695,3	D10-7	3773,4
D2-8	4504,4	D4-8	3205,9	D6-8	2733,7	D8-8	4267,7	D10-8	2231,6

Tabela 15. Valores Brutos de Tempo (t), Velocidade (V), Massa específica aparente (ρ), e Módulo de Elasticidade dinâmico (Ed//) para os painéis OSB sem tratamento (T), e com tratamento termomecânico (D) por período.

Amostra	0 Meses				3 Meses				6 Meses				9 Meses				12 Meses			
	t	V	ρ	Ed//	t	V	ρ	Ed//												
T1	128	2349	600	3377	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T2	120	2500	619	3944	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T3	121	2479	604	3784	127	2362	502	2857	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T4	114	2632	633	4473	129	2326	529	2915	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T5	117	2564	624	4184	130	2308	515	2798	130	2308	512	2781	-	-	-	-	-	-	-	-
T6	124	2419	598	3570	130	2308	514	2791	134	2239	518	2648	-	-	-	-	-	-	-	-
T7	122	2453	617	3787	126	2381	509	2944	132	2267	489	2565	132	2278	483	2560	-	-	-	-
T8	112	2686	563	4139	128	2344	479	2684	132	2267	481	2521	134	2239	464	2370	-	-	-	-
T9	116	2593	590	4045	124	2413	477	2830	125	2394	478	2791	127	2362	474	2694	127	2362	460	3369
T10	125	2406	590	3484	131	2290	503	2689	132	2267	503	2636	135	2222	499	2511	135	2222	484	2981
D1	116	2580	630	4272	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D2	118	2542	641	4227	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D3	111	2710	638	4777	127	2362	602	3426	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D4	123	2439	634	3848	123	2439	587	3560	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D5	110	2720	616	4645	125	2400	559	3282	122	2459	553	3412	-	-	-	-	-	-	-	-
D6	115	2609	611	4241	124	2419	553	3301	129	2326	552	3047	-	-	-	-	-	-	-	-
D7	124	2419	609	3634	123	2446	567	3460	123	2432	558	3366	132	2278	553	2926	-	-	-	-
D8	128	2344	652	3651	116	2594	616	4227	125	2406	612	3613	124	2426	608	3646	-	-	-	-
D9	117	2564	645	4323	122	2459	606	3734	132	2278	604	3197	126	2387	598	3477	126	2387	587	3441
D10	117	2558	641	4278	127	2368	599	3428	128	2338	598	3335	128	2338	596	3324	128	2338	589	3299

Tabela 16. Valores brutos de Módulo de Elasticidade (E_m) e Módulo de Ruptura (f_m) para os painéis OSB sem tratamento (T) e com tratamento termomecânico (D) por período.

Período	Tratamento	L (mm)	b (mm)	h (mm)	Δ (mm)	ΔP (N)	P (N)	E_m (MPa)	f_m (MPa)
0 Meses	T1-1	360,4	50,0	15,1	1,00	66,64	408,8	4575,62	19,52
	T1-2	360,0	50,0	15,0	1,00	62,03	360,2	4287,79	17,29
	T2-1	361,2	50,0	15,1	1,00	75,95	382,3	5249,66	18,29
	T2-2	360,0	50,0	15,0	1,00	62,03	417,0	4287,79	20,02
	D1-1	329,6	50,0	13,5	1,00	61,45	490,7	4471,20	26,62
	D1-2	324,0	50,0	13,5	1,00	52,92	394,4	3657,83	21,03
	D2-1	322,8	50,0	13,5	1,00	67,33	581,8	4653,57	31,15
	D2-2	342,0	50,0	14,3	1,00	63,99	535,8	4423,27	27,07
3 Meses	T3-1	343,6	50,0	17,2	1,00	58,70	315,6	2348,08	11,02
	T3-2	339,4	50,0	17,0	1,00	72,42	423,0	2896,88	14,95
	T4-1	365,1	50,0	18,3	1,00	65,56	280,2	2622,48	9,21
	T4-2	354,8	50,0	17,7	1,00	62,03	286,9	2481,36	9,70
	D3-1	295,5	50,0	14,8	1,00	86,93	556,4	3477,04	22,60
	D3-2	297,5	50,0	14,9	1,00	111,8	535,1	4472,72	21,58
	D4-1	298,3	50,0	14,9	1,00	99,37	505,8	3974,88	20,35
	D4-2	296,5	50,0	14,8	1,00	74,58	438,4	2983,12	17,74
6 Meses	T5-1	363,7	50,0	18,2	1,00	37,24	304,3	1489,60	10,04
	T5-2	353,3	50,0	17,7	1,00	43,51	324,3	1740,48	11,01
	T6-1	354,9	50,0	17,7	1,00	43,51	284,2	1740,48	9,61
	T6-2	351,8	50,0	17,6	1,00	37,24	304,3	1489,60	10,38
	D5-1	313,2	50,0	15,7	1,00	52,82	307,6	2112,88	11,79
	D5-2	319,3	50,0	16,0	1,00	55,86	379,0	2234,40	14,24
	D6-1	319,5	50,0	16,0	1,00	65,17	357,6	2606,80	13,43
	D6-2	311,9	50,0	15,6	1,00	68,31	429,0	2732,24	16,51
9 Meses	T7-1	331,6	50,0	16,6	1,00	40,38	216,2	1615,04	7,82
	T7-2	325,8	50,0	16,3	1,00	40,38	244,9	1615,04	9,02
	T8-1	331,5	50,0	16,6	1,00	31,07	172,8	1242,64	6,25
	T8-2	331,5	50,0	16,6	1,00	37,24	211,3	1489,60	7,65
	D7-1	295,8	50,0	14,8	1,00	52,72	320,3	2108,96	12,99
	D7-2	293,9	50,0	14,7	1,00	46,55	330,7	1862,00	13,50
	D8-1	302,5	50,0	15,1	1,00	55,86	404,3	2234,40	16,04
	D8-2	303,7	50,0	15,2	1,00	51,74	290,9	2069,76	11,49
12 Meses	T9-1	330,0	50,0	16,5	1,00	39,20	296,3	1568,00	10,77
	T9-2	342,0	50,0	17,1	1,00	47,04	387,7	1881,60	13,60
	T10-1	378,0	50,0	18,9	1,00	46,26	326,9	1850,24	10,38
	T10-2	319,0	50,0	16,0	1,00	39,20	354,3	1568,00	13,33
	D9-1	298,0	50,0	14,9	1,00	70,56	437,7	2822,40	17,62
	D9-2	296,0	50,0	14,8	1,00	70,56	437,0	2822,40	17,72
	D10-1	301,0	50,0	15,1	1,00	62,72	445,7	2508,80	17,77
	D10-2	304,0	50,0	15,2	1,00	70,56	373,7	2822,40	14,75

APENDICE IV

Tabela 1. Valores brutos de Massa inicial, Massa final e Perda de massa para as amostras controle de *Cecropia* spp. e *Pinus* spp.

<i>T. versicolor</i>		Semana 9		Semana 10		Semana 11		Semana 12		Semana 13		Semana 14		Perda de massa %	Média
Amostra	Mi	Mf _{24h}	Mf _{48h}												
C1	2,4885	1,2156	1,2152											51,17	44,07
C2	2,4006	1,5090	1,5129											36,98	
C3	2,6456			1,5567	1,5493									41,44	42,30
C4	2,7570			1,5764	1,5671									43,16	
C5	2,5800					1,3172	1,3172							48,95	44,65
C6	2,7769					1,6565	1,6565							40,35	
C7	2,4619							1,8918	1,8918					23,16	28,67
C8	2,6150							1,7208	1,7208					34,19	
C9	2,4925									1,3779	1,3779			44,72	43,62
C10	2,6906									1,5467	1,5467			42,52	
C11	2,7523											0,6895	0,6895	74,95	68,35
C12	2,4446											0,9352	0,9352	61,74	
<i>G. trabeum</i>		Semana 9		Semana 10		Semana 11		Semana 12		Semana 13		Semana 14		Perda de massa %	Média
Amostra	Mi	Mf _{24h}	Mf _{48h}												
P1	2,6857	1,1555	1,1574											56,91	58,99
P2	2,2035	0,8559	0,8579											61,07	

Onde: Mi: massa inicial; Mf_{24h}: massa final após 24 horas em estufa; Mf_{48h}: massa final após 48 horas em estufa; C: Amostra controle de *Cecropia* spp.; P: Amostra controle de *Pinus* spp.

Tabela 2. Valores brutos de massa inicial, final e perda de massa para os corpos-de-prova de OSB sem tratamento (T) e com tratamento termomecânico (D) submetidas ao ataque de *Trametes versicolor* (B)

Testemunha TV	Massa Inicial	Massa Final	Perda de Massa %	Densificado TV	Massa Inicial	Massa Final	Perda de Massa %
TB1	5,1929	4,1698	19,70	DB1	5,5253	4,7852	13,39
TB2	4,7858	4,0444	15,49	DB2	5,2880	4,6451	12,16
TB3	5,1870	3,9652	23,56	DB3	5,6539	5,0447	10,77
TB4	5,3616	4,3373	19,10	DB4	5,7948	5,1167	11,70
TB5	5,2430	4,1723	20,42	DB5	5,4683	4,8233	11,80
TB6	4,8486	3,4723	28,39	DB6	5,4209	4,8399	10,72
TB7	5,0911	4,4810	11,98	DB7	5,4660	4,5484	16,79
TB8	5,3320	4,0811	23,46	DB8	5,5907	5,1807	7,33
TB9	5,1369	4,2774	16,73	DB9	5,4067	4,5546	15,76
TB10	5,3398	3,7999	28,84	DB10	5,7772	4,3451	24,79
TB11	4,8861	4,1027	16,03	DB11	5,6724	4,9245	13,18
TB12	5,2056	4,0806	21,61	DB12	5,4565	4,8004	12,02
TB13	5,3179	5,1610	2,95	DB13	5,4268	4,6881	13,61
TB14	4,9472	4,3885	11,29	DB14	5,3177	4,2928	19,27
TB15	5,3180	4,5081	15,23	DB15	5,6082	4,4687	20,32
TB16	5,2399	3,8906	25,75	DB16	5,4252	4,0187	25,93
TB17	5,1937	3,9112	24,69	DB17	5,4710	4,4750	18,20
TB18	4,8367	3,5624	26,35	DB18	5,5499	4,6072	16,99
TB19	5,2727	4,2690	19,04	DB19	5,6752	5,4747	3,53
TB20	5,2875	4,2582	19,47	DB20	5,4328	4,8753	10,26
TB21	4,9363	3,9107	20,78	DB21	5,6663	4,5414	19,85
TB22	5,0458	4,5556	9,72	DB22	5,4624	4,9908	8,63
TB23	4,9894	4,6759	6,28	DB23	5,7132	4,2248	26,05
TB24	5,0867	4,0894	19,61	DB24	5,7596	4,6125	19,92
TB25	4,8876	4,6956	3,93	DB25	5,6953	5,3770	5,59
TB26	4,8979	4,1062	16,16	DB26	5,3473	4,5863	14,23
TB27	5,2743	3,9173	25,73	DB27	5,6316	4,5225	19,69
TB28	5,1444	4,0972	20,36	DB28	5,5624	5,1483	7,45
TB29	5,3023	4,3566	17,84	DB29	5,7244	4,6602	18,59
TB30	5,3171	4,1550	21,86	DB30	5,4446	4,5270	16,85

Tabela 3. Valores brutos de massa inicial, final e perda de massa para os corpos-de-prova de OSB sem tratamento (T) e com tratamento termomecânico (D) submetidas ao ataque de *Gloeophyllum trabeum* (P)

Testemunha GT	Massa Inicial	Massa Final	Perda de Massa %	Densificado GT	Massa Inicial	Massa Final	Perda de Massa %
TP1	4,9644	2,7315	44,98	DP1	5,6963	5,0985	10,49
TP2	5,2678	3,1821	39,59	DP2	5,9846	5,1056	14,69
TP3	5,7736	2,9037	49,71	DP3	5,5114	4,0693	26,17
TP4	4,8096	2,6172	45,58	DP4	5,2757	4,0530	23,18
TP5	5,1809	3,1999	38,24	DP5	5,5733	4,2786	23,23
TP6	5,0623	3,0615	39,52	DP6	5,5478	4,6235	16,66
TP7	5,0403	3,3635	33,27	DP7	5,7684	4,7109	18,33
TP8	5,0506	3,2419	35,81	DP8	5,4617	4,1108	24,73
TP9	5,1513	2,9721	42,30	DP9	5,3346	3,8295	28,21
TP10	5,0417	3,4078	32,41	DP10	5,9125	4,0938	30,76
TP11	5,0881	3,4850	31,51	DP11	5,3501	5,0360	5,87
TP12	4,9024	2,8834	41,18	DP12	5,4821	3,9976	27,08
TP13	5,2916	3,2013	39,50	DP13	5,3873	3,4386	36,17
TP14	4,9953	2,8148	43,65	DP14	5,5542	4,5220	18,58
TP15	5,092	4,3692	14,19	DP15	5,5701	3,7105	33,39
TP16	5,7104	3,4587	39,43	DP16	5,4989	4,4208	19,61
TP17	5,192	3,7527	27,72	DP17	5,9486	5,2158	12,32
TP18	5,0771	2,9260	42,37	DP18	5,4378	4,8730	10,39
TP19	4,9301	2,9999	39,15	DP19	5,3936	4,6230	14,29
TP20	5,501	3,5787	34,94	DP20	5,5706	4,0632	27,06
TP21	5,1161	2,8420	44,45	DP21	5,3052	5,1919	2,13
TP22	5,2299	3,0412	41,85	DP22	5,8663	4,1446	29,35
TP23	5,1661	2,8812	44,23	DP23	5,748	4,1905	27,10
TP24	5,1216	2,6200	48,84	DP24	5,551	4,1878	24,56
TP25	5,4575	3,2577	40,31	DP25	5,6297	3,6647	34,90
TP26	4,9488	3,4063	31,17	DP26	5,5606	4,8368	13,02
TP27	5,5207	3,1713	42,56	DP27	5,8072	3,8300	34,05
TP28	5,6472	3,1145	44,85	DP28	5,8405	4,7632	18,44
TP29	5,3963	3,9260	27,25	DP29	5,4245	4,3575	19,67
TP30	5,3943	3,5264	34,63	DP30	5,5669	3,6885	33,74