



Universidade Estadual Paulista

“Júlio de Mesquita Filho”



FACULDADE DE ENGENHARIA DE BAURU

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA

ÁREA DE PROCESSOS DE FABRICAÇÃO

GILMA MARIA SOBRAL DA SILVA

**PRODUÇÃO E ANÁLISE DE PAINÉIS PARTICULADOS DE
CORYMBIA CITRIODORA COM ADIÇÃO DE FIBRAS DE
COCO**

Bauru, SP

Agosto - 2020

GILMA MARIA SOBRAL DA SILVA

**PRODUÇÃO E ANÁLISE DE PAINÉIS PARTICULADOS DE
CORYMBIA CITRIODORA COM ADIÇÃO DE FIBRAS DE
COCO**

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia de Bauru, programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica na área de Processos de Fabricação, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia Mecânica.

Orientador: Prof. Dr. Ivaldo De Domenico Valarelli

Bauru, SP

Agosto - 2020

Silva, Gilma. Maria. Sobral.

Produção e Análise de Painéis Particulados de
Corymbia Citriodora com Adição de Fibras de Coco
/ Gilma Maria Sobral da Silva, 2020
259 f. : il.

Orientador: Dr. Ivaldo De Domenico Valarelli

Dissertação (Mestrado)- Universidade Estadual
Paulista. Faculdade de Engenharia, Bauru, 2020

1. Painéis Reconstituídos. 2. Resíduos. 3.
Compósitos. I. Universidade Estadual Paulista.
Faculdade de Engenharia. II. Título.

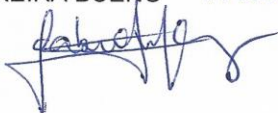
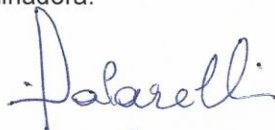
ATA DA DEFESA PÚBLICA DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DE GILMA MARIA SOBRAL DA SILVA, DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA, DA FACULDADE DE ENGENHARIA - CÂMPUS DE BAURU.

Aos 24 dias do mês de junho do ano de 2020, às 09:00 horas, no(a) Via Sistema de videoconferência e outras ferramentas de comunicação a distância, reuniu-se a Comissão Examinadora da Defesa Pública, composta pelos seguintes membros: Prof. Dr. IVALDO DE DOMENICO VALARELLI - Orientador(a) do(a) Departamento de Engenharia Mecânica / Faculdade de Engenharia de Bauru - UNESP, Pós-doutorando MARCUS ANTONIO PEREIRA BUENO do(a) Departamento de Mecânica / FEB, Prof. Dr. FABIO ALEXANDRE MOIZES do(a) Departamento de Design / FIB, sob a presidência do primeiro, a fim de proceder a arguição pública da DISSERTAÇÃO DE MESTRADO de GILMA MARIA SOBRAL DA SILVA, intitulada **PRODUÇÃO E ANÁLISE DE PAINÉIS PARTICULADOS EM CORYMBIA CITRIODORA COM ADIÇÃO DE FIBRAS DE COCO**. Após a exposição, a discente foi arguida oralmente pelos membros da Comissão Examinadora, tendo recebido o conceito final: APROVADO. Nada mais havendo, foi lavrada a presente ata, que após lida e aprovada, foi assinada pelos membros da Comissão Examinadora.

Prof. Dr. IVALDO DE DOMENICO VALARELLI

Pós-doutorando MARCUS ANTONIO PEREIRA BUENO

Prof. Dr. FABIO ALEXANDRE MOIZES



AGRADECIMENTOS

A presente dissertação de mestrado não poderia chegar a este ponto sem o valioso e muito importante apoio de várias pessoas.

Em primeiro lugar, não posso deixar de agradecer ao meu orientador, Professor Dr. Ivaldo De Domenico Valarelli por toda a paciência, comprometimento e que me orientou neste trabalho e em todos aqueles que realizei durante as matérias, os seminários e as publicações do mestrado, desde o início. Muito obrigada por me ter corrigido quando necessário.

Desejo igualmente agradecer aos meus colegas de laboratório, especialmente Marcus Antonio Pereira Bueno e Valter Roberto de Brito Celestino cujo apoio e amizade estiveram presentes em todos os momentos de dificuldades, além de terem me apresentado esse novo caminho na área acadêmica. Quero também agradecer as minhas amigas Daiza Menezes Lemos, Elzilaine Kátia de Oliveira Lima e Gabriela Souza Amaral, que realmente considero como irmãs, e que sempre estiveram ao um lado, me apoiando e torcendo por mim, independente da distância entre nós.

Agradeço aos meus professores durante essa jornada e aos funcionários da Unesp- Bauru, que foram sempre prestativos, também agradeço a todos os amigos e familiares, incluindo meus pais e meu irmão e aos que diretamente ou indiretamente me ajudaram neste trabalho a ultrapassar um grande obstáculo.

Muito obrigada, a cada um, por sempre ter acreditado e depositado sua confiança em mim ao longo desse período de trabalho, sem orientação, apoio, confiança e amizade, não somente neste trabalho, as em todo caminho percorrido até aqui, nada disso seria possível.

Por último, o agradecimento mais importante: agradeço a Deus criador e ao meu anjo da guarda por estarem sempre comigo, me guiando, iluminando cada passo meu, me protegendo e me abençoando. Obrigada por me darem fé e a força necessária para lutar e enfrentar todos os obstáculos em minha vida, sem nunca desistir.

RESUMO

PRODUÇÃO E ANÁLISE DE PAINÉIS PARTICULADOS DE CORYMBIA CITRIODORA COM ADIÇÃO DE FIBRAS DE COCO.

O uso de produtos à base de materiais particulados e chapa de fibras é crescente a cada ano, pois sua manufatura além de maximizar o aproveitamento da madeira como matéria-prima, obtém um produto confiável e de ótima qualidade, a produção de compostos homogêneos a base de madeira e fibras não utilizadas pela indústria padrão lhe conferem a estes insumos maior valor agregado. O presente trabalho teve por objetivo desenvolver e analisar painéis particulados a base de partículas de *Corymbia Citriodora* com a adição da Fibras de *Coco Mucifera* analisando suas características físicas e mecânicas. Para isso foram estudadas as propriedades físicas e mecânicas segundo recomendação da norma técnica brasileira 14810-2 (2018). A densidade alvo foi de 850 kg/m³, o que o define como painel de alta densidade. Foram fabricados quatro traços, sendo o primeiro com 100% madeira de corymbia, o segundo 90% corymbia e 10% coco, o terceiro 80% corymbia e 20% coco e o quarto 70% corymbia e 30% coco. Foram realizados ensaios físicos de densidade, absorção de água, inchamento em espessura 24h e umidade e os ensaios de resistência mecânica como de flexão estática e módulo de elasticidade e tração perpendicular. A quantidade de adesivo bi-componente de mamona utilizada foi de 10% do peso total do material seco e depois de prontos e avaliados os resultados foram tratados estatisticamente. A produção destes permitiu a confecção de painéis com apropriada aderência da resina nas partículas e fibras garantindo a padronização nas placas produzidas, e ao analisar os resultados foi possível observar nos ensaios físicos que houve uma piora crescente na medida em que se adiciona maiores porcentagens da fibra de coco. O mesmo ocorreu nos ensaios mecânicos.

PALAVRAS-CHAVE: painéis reconstituídos, resíduos, compósitos.

ABSTRACT

PRODUCTION AND ANALYSIS OF PARTICLEBOARD PANELS IN CORYMBIA CITRIODORA WITH ADDED COCONUT FIBERS.

The use of particulate matter and fiberboard products is increasing every year, as its manufacture, besides maximizing the use of wood as a raw material, results in a reliable and high-quality product, and the production of homogeneous compounds. Wood and fibers not used by the industry standard give these inputs a higher added value. The present work aimed to develop and analyze particulate panels based on *Corymbia Citriodora* particles with the addition of *Coco Mucifera* fibers analyzing their physical and mechanical characteristics. For this will be studied the physical and mechanical properties according to the recommendation of NBR 14810-2 (2018). The target density was 850 kg / m³, which defines it as a high-density panel. Four traces were made, the first with 100% *Corymbia* wood, the second 90% *Corymbia* and 10% coconut, the third 80% *Corymbia* and 20% coconut and the fourth 70% *Corymbia* and 30% coconut. Physical tests of Density, water absorption, swelling in thickness 24h and humidity were performed and the mechanical tests of static flexion and modulus of elasticity and perpendicular traction. The amount of castor bean bi-component adhesive used was 10% of the total weight of the dried material and after the results were evaluated and statistically treated. Their production allowed the manufacture of panels with appropriate resin adhesion on the particles and fibers ensuring the standardization on the produced plates. By analyzing the results, it was possible to observe in the physical tests that there was a growing worsening as higher percentages of the fiber were added. The same occurred in mechanical tests.

Keywords: reconstituted panels, waste, composites.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

A	Absorção
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
B	Largura do Corpo de Prova
C	Comprimento do Corpo de Prova
CP	Corpo de prova
D	Densidade
d	Distância entre apoios
<i>d</i>	Deflexão
E	Espessura
E1	Espessura após imersão
E0	Espessura pré imersão
HDF	High Density Fiberboard
L	Largura
m	Massa
MF	Melamina-Formaldeído
M1	Massa após imersão
M0	Massa pré imersão
MU	Massa úmida
MS	Massa seca
MDF	Medium Density Fiberboard
MDP	Medium Density Particleboard
MOE	Módulo de Elasticidade
MOR	Módulo de Ruptura
P	Carga de Ruptura
p1	Carga no limite proporcional

S Superfície do corpo de prova

TP Resistencia à tração perpendicular

TU Umidade Residual

UF Uréia-Formaldeído

UNESP Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”

V Volume

LISTA DE SÍMBOLOS

Atm	Pressão atmosférica
bar	Pressão
cm	Centímetro
°C	Grau Célsius
Cp	Viscosidade
D	Densidade
g	Gramas
ha	Hectare
h	Hora
kN	Quilo Newton
k	Quilo Volts
kg	Quilograma
kgf/cm ²	Quilograma força por centímetro quadrado
kg/m ³	Quilograma por metro cúbico
L	Litros
m	Metro
MPa	Megapascal
mm	Milímetro
mm ³	Milímetro Cúbico
N	Newton
N/mm ²	Newton por milímetro quadrado
pH	Potencial de Hidrogênio Iônico
%	Porcentagem

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Principais Divisões do Fruto do Coqueiro.....	21
Figura 2. Coco Fruta (a) e Fibra de Coco (b)	22
Figura 3. Distribuição Produtos à base de Madeira.....	24
Figura 4. Distribuição e Evolução da Área com Plantios de Eucalipto	25
Figura 5. Destinos dos Produtos do Setor Brasileiro de Árvores Plantadas e Valores de Exportação	27
Figura 6. Fábricas de Painéis no Brasil	27
Figura 7. Principais Indicadores do Segmento de Painéis de Madeira Reconstituída.	29
Figura 8. Aspecto Inicial da Fibra de Coco.....	35
Figura 9. Corymbia Podada na Unesp Bauru	36
Figura 10. Resina Bicomponente	36
Figura 11. Pedacos de tronco Citriodora	39
Figura 12. Picador Industrial Rotativo.....	39
Figura 13. Peneira vibratória	40
Figura 14. Partículas Peneiradas	41
Figura 15. Preparo da Resina	42
Figura 16. Mistura dos Materiais	43
Figura 17. Mistura manual.....	43
Figura 18. Molde montável madeira	44
Figura 19. Formação do colchão de partículas	44
Figura 20. Alavanca de madeira.....	45
Figura 21. Colchão de partículas.....	45
Figura 22. Prensa hidráulica.....	46
Figura 23. Painel Compactado	46
Figura 24. Serra circular	47

Figura 25. Plano de corte dos corpos de Prova	48
Figura 26. Corpos de prova para teor de umidade	50
Figura 27. Corpos de prova submersos em água	51
Figura 28. Corpos de prova após 24h	52
Figura 29. Máquina universal de ensaios	53
Figura 30. Corpo de Prova Posicionado Para Ensaio	54
Figura 31. Corpos de Prova colados nos suportes.....	55
Figura 32. Corpos de Prova sendo ensaiado	56
Figura 33. Resultados Densidade	58
Figura 34. Resultados Inchamento Espessura.....	60
Figura 35. Resultados Absorção de Água	61
Figura 36. Resultados Teor de Umidade.....	62
Figura 37. Resultados Módulo de Elasticidade	64
Figura 38. Resultados MOR	65
Figura 39. Resultados Tração Perpendicular	66

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Composição dos Painéis Fabricados	38
Tabela 2. Composição dos Traços Fabricados	41
Tabela 3. Dimensões e quantidades dos Corpos de prova	48
Tabela 4. Resultados Gerais dos Ensaios.....	67

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1. Densidade	49
Equação 2. Teor de umidade	50
Equação 3. Inchamento em espessura 24h	51
Equação 4. Absorção de Água 24h	52
Equação 5. MOR	54
Equação 6. MOE	55
Equação 7. Resistência a Tração Perpendicular	56

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	16
2.	OBJETIVO.....	18
2.1	Objetivos gerais	18
2.2	Objetivos específicos	18
3.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	19
3.1	<i>Corymbia Citriodora</i>	19
3.2	Fibra de Coco	21
3.3	Produtos à base de madeira	24
3.4	Painéis reconstituídos	26
3.5	Tipos de painéis reconstituídos	28
3.6	Resinas	32
4.	MATERIAL E MÉTODOS.....	35
4.1	Materiais utilizados:	35
4.2	Equipamentos utilizados	37
4.3	Metodologia	37
4.4	Produção dos painéis	38
4.5	Geração e classificação das partículas.....	39
4.6	Preparo da resina	42
4.7	Mistura dos componentes.....	42
4.8	Formação do Colchão.....	44
4.9	Prensagem	45
4.10	Corpos de Prova.....	47
4.11	Ensaio Físicos.....	49
4.12	Determinação da densidade	49
4.13	Determinação do teor de umidade.....	49
4.14	Determinação do Inchamento em espessura 24h	51
4.15	Determinação da Absorção de Água 24h	52
4.16	Ensaio mecânicos	53
4.17	Determinação Módulo de Elasticidade.....	53
4.18	Determinação da resistência à tração perpendicular	55
5.	RESULTADOS	57
5.1	Ensaio de densidade	57

5.2	Ensaio de inchamento em espessura 24h	59
5.3	Ensaio de absorção de água 24h	60
5.4	Ensaio de teor de Umidade	61
5.5	Ensaio resistência à Flexão Estática e Modulo de Elasticidade	63
5.6	Ensaio de Resistencia a Tração Perpendicular	65
6.	CONCLUSÃO.....	69
7.	ESTUDOS FUTUROS	70
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	71
	APÊNDICE A – Dados Densidade	76
	APÊNDICE B – Dados Inchamento em Espessura 24h	82
	APÊNDICE C – Dados Absorção de Água 24h.....	86
	APÊNDICE D – Dados Teor de Umidade	90
	APÊNDICE E – Dados de Resistência à Flexão (Módulo de elasticidade (MOE), Módulo de Ruptura (MOR)) e Relatório de Ensaio EMIC.....	94
	APÊNDICE F – Dados de Tração Perpendicular e Relatório de Ensaio EMIC.....	105

1. INTRODUÇÃO

A versatilidade da madeira como matéria-prima na produção de estruturas para construção e fabricação de materiais compósitos tem feito com que a demanda por esse produto aumente a cada ano, entretanto, essa demanda não é acompanhada na mesma proporção pelo aumento da oferta. Esse descompasso tem proporcionado uma valorização excessiva do preço da madeira, induzindo as indústrias a maximizarem o aproveitamento da matéria-prima disponível, sendo a produção de painéis de madeira uma excelente alternativa para isso.

Os fabricantes desses produtos utilizam na confecção, preponderantemente, madeira virgem proveniente de maciços florestais plantados e, dependendo do tipo de painel, também podem ser acrescentadas partículas processadas em menores proporções, provenientes de resíduos de serrarias em geral.

Desde a década de 60 no Brasil, os painéis aglomerados suprem uma reconhecida necessidade da substituição do uso de madeira serrada em proporções geométricas para assim otimizar a sua aplicação, mas pecavam na condição de baixa qualidade de produção, ainda com as prensagens cíclicas, pois apresentavam variações significantes com relação a alta absorção de água e seu inchamento em espessura (MELO, 2009).

Além destas, outras desvantagens nos painéis aglomerados citadas por vários trabalhos de Melo et al. (2009), que podem ser destacadas desse período até a década de 90, foram problemas na usinabilidade das bordas e fixação de parafusos, mas tem vantagens importantes de ressaltar como a menor exigência na escolha da matéria-prima com maior homogeneidade ao longo das peças, redução da anisotropia e eliminação de defeitos com a adequação dos processos de prensagem e sistemas de parafusamento mais eficientes, elevando a demanda e o interesse da indústria moveleira nacional pela adoção dos painéis aglomerados em suas linhas de produção. Esses produtos podem ser definidos por produtos compostos de elementos de madeira, como lâminas, sarrafos, partículas, fibras, e outros, os quais são obtidos pela redução da madeira sólida e reconstituídos por meio de ligações adesivas (IWAKIRI, 2005).

A consolidação do mercado de painéis, por tratar-se de uma alternativa viável à escassez de matéria-prima disponível para ser utilizada in-natura faz com que de modo geral, esses produtos sejam divididos em três grandes grupos de acordo com a matéria prima empregada em seu processo de manufatura, sendo o primeiro grupo composto por compensados de lâminas, seguido de painéis aglomerados de partículas e chapa de fibras de madeira (CARVALHO et al. 2005).

2. OBJETIVO

2.1 Objetivos gerais

O presente trabalho teve como objetivo fabricar e caracterizar painéis particulados de alta densidade compostos a base de partículas de madeira *Corymbia Citriodora* e avaliar a variação percentual na adição de fibras de coco como alternativa para a aplicação do resíduo.

2.2 Objetivos específicos

- Fabricar painéis de alta densidade de partículas de madeira *Corymbia Citriodora* com adição em diferentes porcentagens de resíduo de fibra de coco, com resina a base de mamona;
- Estimar a resistência física do painel nos ensaios de densidade, teor de umidade, absorção de água e inchamento em espessura segundo norma ABNT 14.810-2 (2018);
- Avaliar a resistência mecânica do painel nos ensaios flexão, módulos de elasticidade e tração perpendicular segundo norma ABNT 14.810-2 (2018);
- Comparar os resultados obtidos entre os traços desenvolvidos em laboratório e analisar estatisticamente.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste deste trabalho serão levantados os principais elementos que foram utilizados para a realização do desenvolvimento da pesquisa, abordando a descrição dos processos na fabricação, ensaios dos painéis, a resina utilizada na produção, mantendo o destaque para os painéis particulados de madeira de *Corymbia Citriodora* e fibra de.

3.1 *Corymbia Citriodora*

Estudos da Associação Brasileira de Celulose e Papel, a BRACELPA (2016) afirma que a introdução da madeira exótica da *Corymbia Citriodora* se deu através do Jardim Botânico do Rio de Janeiro em 1825, quando as primeiras mudas de eucaliptos chegaram ao Brasil, tendo como finalidade principal o uso como plantas ornamentais. A espécie passou a ser plantada para formar barreiras contra o vento e produção de lenha em 1868, inicialmente no estado do Rio Grande do Sul, por ser uma árvore pertencente à família das Mirtáceas.

O eucalipto é uma árvore australiana encontrada em 90% da área daquele país, formando enormes maciços florestais e se destaca pela resistência explicada por milhares de anos em que ele evoluiu em regiões secas e com solos pouco férteis da Austrália, assim como seu rápido crescimento e uma favorável capacidade de recuperação mesmo estando em condições ambientais desfavoráveis o que justifica que atualmente já existam cerca de 700 tipos de sua espécie em escala mundial (BERTOLA, 2004).

Nos primeiros anos do século XX sua produção ganhou o primeiro impulso com o trabalho do cientista Edmundo Navarro de Andrade, silvicultor brasileiro e primeiro a se interessar pelo cultivo e estudo da planta, promovendo culturas das primeiras árvores de eucalipto para alimentar caldeiras das locomotivas locais e produzir dormentes, moirões e postes provenientes dos plantios na antiga Companhia Paulista de Estradas de Ferro. Na mesma época as espécies de eucaliptos cultivadas no país foram introduzidas no Horto Florestal de Rio Claro-SP, (BRACELPA, 2016), sendo estabelecido pelo governo federal um programa

de incentivo fiscal em 1966 onde saltou de uma área de 400 mil hectares, para uma área de mais de 1 milhão de hectares em 1973 (BERTOLA, 2004). As espécies *E. Urograndis* e *Corymbia Citriodora* estão entre as espécies florestais mais utilizadas no que tange o estabelecimento de florestas comerciais plantadas no Brasil devido a adaptação e rápido crescimento em inúmeros ambientes e condições climáticas, sendo alternativa para a redução significativa na exploração e uso de madeira proveniente de florestas naturais (LOPES et al. 2011).

De acordo com os trabalhos de LORENZI et al. 2003 e BOLAND et al. 2006 a *Corymbia* se caracteriza pela casca lisa e coloração que vai de creme e rosa a tons acobreados com pigmentação manchada no fuste, dependendo da região de ocorrência e a variação de clima local. Ainda de acordo com Lorenzi et al. (2003), seu percentual de volume de casca pode chegar até a 30% do volume de massa e uma ramagem que permite a formação de copas abertas e folhagem falcada, de margem ondulada em tons de verde escuro em ambas as faces, tendo de 10 a 20 cm de comprimento e com forte odor de citronela.

A *Corimbya citriodora*, também denominada popularmente como eucalipto-cheiroso, cipó ou eucalipto-limão recebeu sua reclassificação taxonômica em meados da década de 1990 devido aos trabalhos dos pesquisadores Hill & Johnson no ano de 1995, onde ficaram claras as diferenças significativas entre a espécie *Eucalyptus* com 600 espécies catalogadas enquanto a *Corymbia* foi reclassificada com 113 espécies ao redor do planeta (DRUMOND et al. 2016).

A comparação da densidade básica entre amostras de *Corymbia Citriodora* e *Eucalyptus Urograndis* conduzidas por Medeiros et.al. (2016), a *Corymbia* apresentou valores de media densidade enquanto as amostras de *Urograndis* podem ser classificados como baixa densidade, mas mesmo com essa diferença, ambas não obtiveram bom comportamento de retratilidade, demonstrando assim baixa aptidão de ambas para o segmento de construção civil por sua anisotropia acentuada. Nos demais ensaios visando verificar os extrativos vegetais, o eucaliptus urograndis apresentando teores menores de lignina (6,51%) contra (9,33%), ficou mais propicio para uso na produção de

painéis particulados e com teores de 66,12% de holocelulose, também se mostrou mais interessante na utilização em indústrias de papel e celulose (MEDEIROS et.al. 2016)

3.2 Fibra de Coco

Disseminada ao longo da faixa costeira entre os trópicos de Câncer e o de Capricórnio, o coqueiro apresenta uma cultura tropical largamente distribuída na Ásia, África, América Latina e regiões do Pacífico, uma vez que para as condições ideais para o desenvolvimento e formação da fruta, o coqueiro requer condições específicas como clima quente 27° C, umidade relativa do ar inferior a 60% e o que mais influência são as chuvas com um regime inferior a 130 mm mensais (SILVEIRA, 2008)

Onde é introduzido como plantação ou paisagem, o coqueiro torna-se uma planta de elevada importância na economia da região, por possuir várias aplicações tanto desde o consumo humano do seu fruto e de sua água, quanto para usos gerais em produtos para artesanatos e para a indústria em geral. (FONTENELLE, 2005). Na Figura 1 é apresentada as principais divisões do fruto visíveis, com as camadas da fruta do coco.

Figura 1. Principais Divisões do Fruto do Coqueiro



FONTE: DNA DO ALIMENTO (2018)

Nos estudos da Embrapa e no relatório mundial da FAO (2014) colocam o Brasil como o 4º maior produtor mundial de coco verde (Figura 2) do mundo

com cerca de 2,8 milhões de toneladas em uma área de aproximadamente 257 mil hectares do produto, atingindo a marca de 11 toneladas por hectare, e com uma produção ficando atrás somente de Indonésia, Filipinas e Índia (EMBRAPA, 2014; FAO, 2014).

Figura 2. Coco Fruta (a) e Fibra de Coco (b)



FONTE: LSPA (2015)

Com uma estimativa do IBGE da produção de cerca de 2,7 milhões de toneladas de coco da Bahia somente em 2016, a polpa é mais aproveitada, mas ainda assim 75% de estrutura e fibras do fruto são pouco utilizadas, sendo descartadas em aterros e lixões, aumentando o volume de lixo. O aproveitamento desse material descartado, que certamente poderia render créditos para empresas e produtores com o reaproveitamento desses resíduos visando um maior aproveitamento para fabricação de painéis de fibras e particulados através do processamento industrial desse coco (IBGE, 2016, DINHANE, 2015).

Com relação à matéria prima para confecção de um painel com a casca de coco-verde, este contém fibra que deve ser moída em um moinho de facas tipo Willey, em pelo menos duas passagens, sendo a primeira sem a peneira e na segunda passagem o uso de uma peneira de 5 mm enquanto a secagem em estufa, em alguns casos, ocorre até que atinja uma umidade em torno de 10%. Já o pó deve ser lavado a uma proporção de 1:1, para a remoção das fibras longas endocarpo e epicarpo, além de outras impurezas da mistura. (MATOS, 2011).

Ao associar o uso de partículas secas de regiões como epicarpo e endocarpo de coco, associadas a partículas de madeira de *Pinus sp* e aplicação

de resina poliuretana a base de mamona em variações de 12% de resina para as camadas internas e 15% nas camadas externas, Machado et.al. (2017) conseguiram avaliar propriedades interessantes como densidade aparente, inchamento em espessura, módulos de ruptura e elasticidade e absorção de água adesão interna e flexão estática, além do inchamento em espessura nas amostras de 20 painéis produzidos conforme a norma técnica brasileira 14810 (2018).

Desta forma, foi possível observar que os painéis produzidos usando epicarpo de coco babaçu apresentaram propriedades superiores das processadas com endocarpo do babaçu, como da nítida redução da absorção de água e aumento das propriedades mecânicas que ocorreu com a inclusão gradual de partículas de *Pinus sp* (MACHADO et.al., 2017).

Ainda, segundo os trabalhos de Dinhane (2015), a fibra de coco pode ser bem utilizada e até funcionar como uma forma sustentável devido a abundância de matéria prima na natureza, sendo possível aproveitar todo o fruto e obter um material com baixo valor agregado e com isso ser possível se agregar suas características a outros materiais fibrosos para a fabricação de forros e estofamentos veiculares, moveis, uso na construção civil, fabricação de divisórias, e muitos outros produtos.

Ao trabalhar a produção de painéis aglomerados utilizando fibras de coco da Bahia e pinus, com a experimentação na redução de tempos de prensagem pela utilização de ácido cítrico (AC), Nakamura (2018) constatou que as propriedades de painel bi compósito produzido com fibras de *Coco da Baía* e *Pinus*, e pela adesão com ácido cítrico como adesivo em que por resultados conduzem a uma alta resistência quanto à absorção de água e melhor estabilidade dimensional em relação aos painéis produzidos sem o uso de AC, propiciando assim experimentar sua aplicação também em ambientes úmidos.

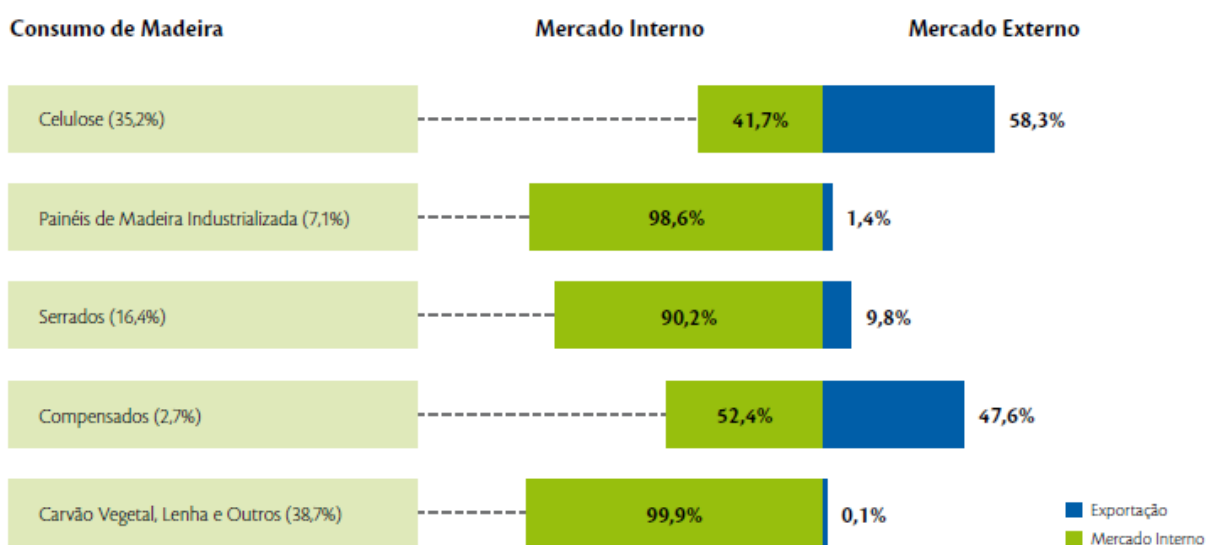
A aplicação com AC sob uso da esterificação permitiu uma influência positiva quanto a resistência a umidade, porém não apresentando resultados significativos sobre as propriedades mecânicas e os parâmetros normativos de MOR, MOE, tração perpendicular e tração perpendicular as faces, Inchamento em espessura, absorção de água, e TP só foram atingidos ao se aplicar 18% de AC em peso e a elevação da densidade dos painéis até atingir 0,90 g/cm³

(painéis de alta densidade) observou-se que a adição de partículas de pinus não trouxeram melhorias significativas nas propriedades físicas e mecânicas dos painéis (NAKAMURA, 2018).

3.3 Produtos à base de madeira

A publicação do relatório da ABRAF (2013), mostrou uma tendência da distribuição proporcional dos produtos provenientes do processo da madeira e o destino dos produtos fabricados com a madeira de reflorestamento, sendo possível observar que o consumo de toras de madeira na produção de painéis de madeira industrializada ocupa uma margem de 7,1% do volume global, onde 98,6% dessa porção produzida está quase integralmente para suprir o mercado interno brasileiro (Figura 3).

Figura 3. Distribuição Produtos à base de Madeira



FONTE: ABRAF (2013)

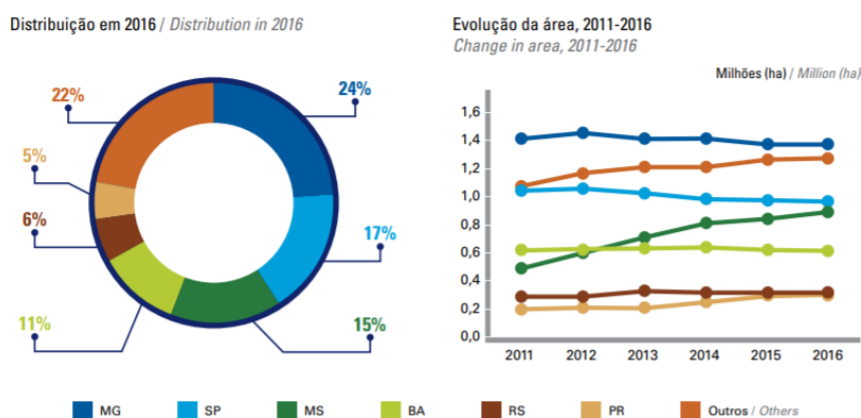
Em 2015 o plantio de eucalipto superou 7,7 milhões de hectares, apresentando um crescimento impulsionado pelo avanço de empresas de celulose, como a Fibria e Suzano Papel e Celulose conforme relatório da ABRAF (2015).

Segundo o relatório anual da indústria brasileira de árvore, o IBÁ (2017) destaca essa nova fase da chamada “economia verde” amplia o potencial da indústria madeireira e com uma tendência promissora de crescimento, tendo nesse período o registro de uma área plantada de aproximadamente 7,84 milhões de hectares de florestas, o que torna o setor responsável por 91% de toda a área produzida para suprimento da indústria brasileira e responsável por algo entorno de 6,2% do produto interno bruto (PIB) do setor industrial brasileiro.

Esse setor produtivo vinculado à base florestal de extração de madeira está subdividido em diversos setores distintos, desde produtores de papel e celulose, carvão vegetal, madeira serrada, móveis e painéis de partícula reconstituídos, sua produção e aplicação está diretamente ligada a características tecnológicas como retratibilidade, densidade básica, umidade, estrutura anatômica e principalmente composição química das partículas e fibras (DIAS JÚNIOR et al. 2013).

Na Figura 4, é possível observar a proporção e distribuição do plantio do eucalipto no Brasil, tendo como principais estados Minas Gerais, São Paulo, Mato Grosso do Sul, Bahia, Rio Grande do Sul, Paraná e os outros estados compondo 22% da área total, sendo possível notar uma maior concentração das florestas de eucalipto nas regiões sul e sudeste, podendo ser justificado por serem as regiões de maior concentração das indústrias de fabricação de papel e celulose, carvão vegetal, painéis de madeira e de madeira processada para a indústria (IBÁ, 2017).

Figura 4. Distribuição e Evolução da Área com Plantios de Eucalipto, Por Estado.



FONTE: IBÁ (2016)

3.4 Painéis reconstituídos

O desenvolvimento de painéis reconstituídos de madeiras tem como conceito principal o aproveitamento em sua totalidade uma tora de madeira, sendo possível assim aproveitar as variações entre uma árvore e outra, como nós, desalinhamentos, presença de medulas ou mesmo problemas sem definições no comportamento (madeiras secas ou dificuldades na espessura e comprimento).

O comércio mundial de particulados movimentava em 2001 cerca de US\$ 6 bilhões e 25% do consumo global (22 milhões de m³). A Europa concentra metade das transações realizadas. Observa-se que a comercialização se dá, preferencialmente, entre regiões próximas, uma vez que o preço do aglomerado não suporta valores de fretes para grandes distâncias (JUVENAL; MATTOS, 2002). No entanto, o Brasil só passou a produzir o MDF em 1997, e em 2009 já contava com uma produção de 2,39 milhões de m³ com tendência de ampliação. Pouco mais de 58,94 milhões de m³ de MDF foram produzidos em 2009 em 49 países (FAO, 2011). Como destinos principais para a produção de produtos florestais, temos o mercado dos EUA, china, Europa e América Latina, como destacado nos levantamentos das fundações POYRY e SECEX vinculadas a IBÁ (2018), apresentadas na Figura 5.

3.5 Tipos de painéis reconstituídos

As Chapas de Fibra Dura (Hardboard) são produzidas com fibras de madeira aglutinadas pelo processo de alta temperatura, tempo e pressão sem a adição de resina sintética, pois são prensadas por um processo úmido e a quente que reativa o aglutinante natural da própria madeira (lignina) resultando em uma chapa plana de alta densidade podendo receber vários tipos de revestimentos e acabamentos. (ABIPA, 2013).

High Density Fiberboard (HDF) – também um painel de madeira reconstituída, que como o MDP e o MDF tem as fibras de madeira e igualmente são compactadas com resina por meio da ação conjugada de pressão e calor na prensa hidráulica.

O HDF consiste em ser um painel homogêneo, com estabilidade dimensional, apresentando a superfície uniforme, lisa e na alta densidade e comumente de espessuras finas. Na construção civil é utilizado em pisos laminados, divisórias e portas. (ABIPA, 2013)

Painel Aglomerado (*particle board*): painel confeccionado a partir de pequenas peças de madeira ou qualquer outro material lingo-celulósico, unidos pela ação de adesivos conjuntamente com um ou mais desses agentes: calor, pressão, umidade e catalizador.

Chapa de fibras (fibreboard): painel manufaturado com fibras de madeira ou de outros materiais lingo-celulósico com ligação primária derivada do entrelaçamento das fibras e suas propriedades adesivas. Materiais e/ou aditivos de ligação podem ser adicionados.

Este grupo inclui chapa de fibras prensada (chapa dura e MDF) e a chapa isolante. Chapa dura (hardboard): chapa de fibras com densidade superior a 0,80 g/cm³. MDF (medium density fibreboard). Já amplamente conhecida no Brasil por sua sigla em inglês (MDF), é um tipo de chapa de fibras com densidade entre 0,50 e 0,80 g/cm³. Chapa isolante (insulating board): chapa de fibras com densidade entre 0,35 e 0,50 g/cm³.

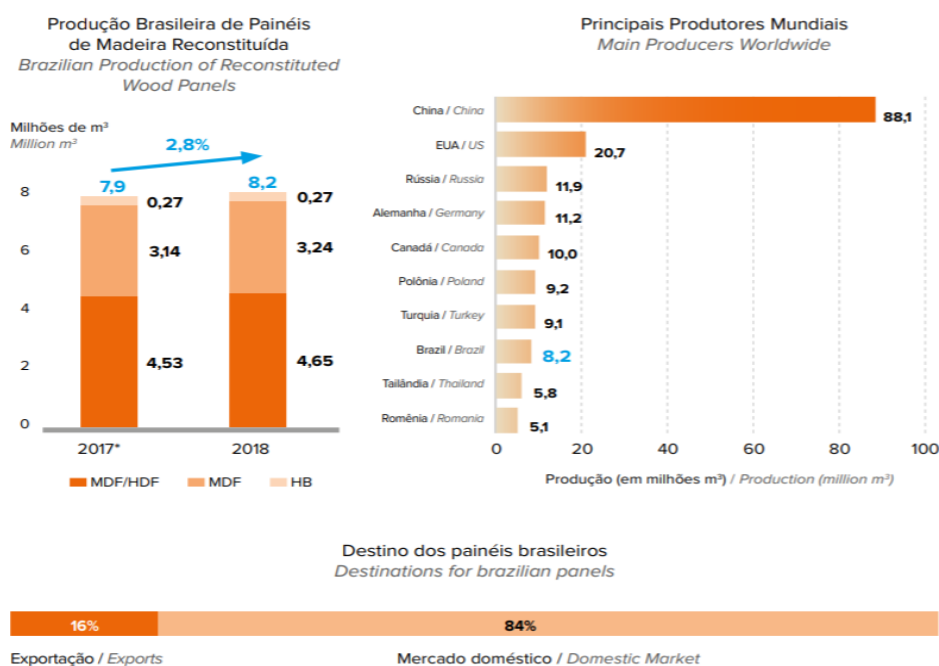
A produção anual de painéis de madeira industrializada no Brasil cresceu de 3,1 milhões de toneladas para 7,3 milhões, tendo ao ano um crescimento

médio de 8,9%. No ano de 2012 a produção cresceu 12,3% e o consumo 10,8%, seguindo a tendência nos últimos anos e apresentando um maior crescimento anual médio entre os produtores florestais do Brasil. Pode-se observar o histórico de produção e consumo de painéis no Brasil de 2002 a 2012 (ABRAF, 2013).

Com uma melhora discreta da economia brasileira, auxiliaram a impulsionar o mercado brasileiro e aumentar seu consumo interno por painéis de madeira, com uma produção de 8,2 milhões de metros cúbicos em 2018, o que representa um aumento de 2,8 % em relação ao mesmo período em 2017 o manteve o Brasil em 8º no ranking mundial de maiores produtores de painéis de madeira, sendo que as produções de MDF, MDP, HDF e HB tiveram aumentos de 2,5%, 3,4% e 0,4% respectivamente. (IBÁ, 2018).

Com uma planta de 23 indústrias produtoras de painéis de madeira reconstituída, principalmente nas regiões sul e sudeste do Brasil, temos visto também a redução de 6,7% do segmento de pisos laminados e produtos associados a indústria de painéis, num total de 11,1 milhões de m² em 2018 conforme dados apresentados pelo relatório anual da indústria brasileira da árvore (IBÁ, 2018) é apresentado na Figura 7.

Figura 7. Principais Indicadores do Segmento de Painéis de Madeira Reconstituída



FONTE: IBÁ (2018).

Oliveira et al. (2005) destaca que o aumento na oferta de compensado, em um determinado país reduz seu custo total, permitindo que haja ampliação de sua participação em todos os mercados. A supremacia nas exportações do compensado, tem ocorrido pela perda do mercado interno deste produto para os painéis de partícula e de fibra. Logo, a alternativa para compensar as perdas com as quedas da demanda interna é encontrada nas exportações.

A fabricação de chapas de fibra dura (hard board) no Brasil teve início na década de 50, com muita dificuldade de aceitação inicial do produto, sendo o primeiro tipo de painel de madeira reconstituída a ser fabricada no Brasil (MATTOS et al. 2008). Em relação à classificação existe mais de um modelo de particulados. As classificações são determinadas de acordo com a qualidade, método de fabricação e local de utilização. Os tipos de particulados são:

- Homogêneo: formado por uma camada única de resíduos de madeira de mesmo parâmetro distribuído uniformemente durante a formação do colchão.
- Três camadas: com uma superfície macia, uniforme e plana, esse aglomerado é feito com três camadas de resíduos de diâmetros diferentes, mantendo sempre as partículas maiores na camada interna e as menores na externa.
- Cinco camadas: semelhante ao anterior, esse tipo de painel é feito com cinco camadas, também distribuídas com partículas mais graúdas internamente, enquanto as miúdas revestem o lado externo.
- Graduado: é um aglomerado de múltiplas pequenas camadas, onde o material é dividido em graus de espessura preenchidos mais rigorosamente que os demais, portanto é um aglomerado mais denso de partículas bem distribuídas.

O painel aglomerado possui diferentes tipos de aplicação conforme sua classificação. Também pode ser classificado conforme a espessura do painel, sendo que as mais utilizadas são as chapas de 15, 18 mm (para móveis) e 24, 32 mm (para painéis e divisórias).

Já para aplicações, o aglomerado é um material de construção utilizado em obras de engenharia, arquitetura e, principalmente, na produção moveleira. A sua aplicação na construção civil é semelhante à dos painéis compensados, servindo de material para revestimentos internos de paredes, forros, pisos e divisórias em geral. No entanto, diferente do compensado, o aglomerado não possui resistência a umidade, portanto não é utilizado em ambientes externos ou sujeito a ações da água (MATTOS et. al. 2008).

Apesar de não servir para ambientes agressivos, o aglomerado é uma excelente opção para ambientes internos, pois possui uma série de vantagens quanto a praticidade de uso, reaproveitamento, isolamento térmico e absorção acústica:

- Praticidade de uso: o aglomerado é um material prático de trabalhar, permitindo ligações e emendas fáceis de executar. É um material que não aceita uso de pregos, portanto deve-se usar parafusos adequados ao tipo de painel.
- Reaproveitamento: mantendo-se bem conservado, o aglomerado pode ser reutilizado novamente pois, da mesma maneira que a montagem é prática, a desmontagem é simples, mantendo o material intacto.
- Isolamento térmico: o uso de painéis de aglomerados é uma opção viável para sistemas de isolamento térmico. A madeira presente nos aglomerados é um isolante natural que pode reduzir a quantidade de energia necessária na climatização de ambientes.
- Tratamento acústico: as chapas agregadas são muito utilizadas em revestimentos de estúdios de produção de áudio, pois a madeira tem a propriedade de absorção acústica, retendo a reverberação das ondas sonoras.

Os painéis aglomerados estão presentes na construção civil, porém é mais comum observar sua aplicação na indústria moveleira. Grande parte da mobília presente em nossas casas são montadas com subprodutos da madeira, como os agregados e compensados.

3.6 Resinas

A utilização de adesivos pelos homens desde o início da história. Alguns destes são versados como vestígios do aproveitamento das resinas de árvores como no caso da goma-arábica extraída de essências florestais, a aplicação de ovo e borracha natural para poder unir dois materiais.

No período da Primeira Guerra Mundial os adesivos eram comumente compostos de proteínas animais, mas com o avanço das pesquisas, foram surgindo novos materiais que apresentavam certa resistência a água ou passaram a permitir aplicação na temperatura ambiente, Houve também a criação de adesivos com elevada resistência a absorção de água, com base em albumina sanguínea, que neste caso eram necessários processos de cura quente. (ALMEIDA, 2006)

Como ressalta Iwakiri (2005) para a fabricação de painéis de fibras e particulados os adesivos se distribuem basicamente em dois grupos: de origem natural onde se destacam aqueles de origem animal como os glutina (couro, pele e osso), os amidos (batatas, trigo), a caseína (leite), a albumina (sangue), de proteína vegetal (soja), ainda éter celulósico, borracha natural, mamona e o tanino, e de origem sintética termoplástica (polivinil acetato, polivinil acrilato, polietileno, polistírol, borracha sintética) e sintética termo endurecedores/termofixos (uréia-formaldeído, melamina-formaldeído, fenol-formaldeído e tanino-formaldeído).

O adesivo é o componente de maior custo na produção de painéis aglomerados e de fibras. Consequentemente, a quantidade a ser aplicada deve ser otimizada em função das características requeridas para a intenção a que se designa. A quantidade de adesivo a ser empregada num painel, é determinada em função da substância de conteúdo sólido resinoso e com base no peso seco das partículas de madeira, variando entre 5 a 10% (IWAKIRI, 2005).

O fenol-formaldeído (FF) é uma resina que teve sua inicialização comercial em meados de 1930, a fenol-formaldeído tem como características a alta resistência à umidade, podendo ser classificada para uso exterior, tendo uso destinado a compensados, aglomerados estruturais e painéis de fibra duras a

prova d'água geralmente e sua coloração é marrom avermelhado e com custo em geral é de 2,5 vezes maior que a resina ureia-formaldeído (JOSÉ, 2006).

A melamina-formaldeído (MF) segundo Iwakiri (2005) é uma resina que tem sua classificação como de uso intermediário entre a uréia-formaldeído e a fenol-formaldeído. Apresentando uma coloração branca e leitosa e mais resistente a umidade que a resina uréia-formaldeído, além de uma cura mais rápida que a resina fenol-formaldeído, entretanto o seu custo é de 3 a 4 vezes maior que a resina UF e de 20 a 25% maior que a FF.

Para José (2006) dos principais adesivos e resinas utilizadas na indústria temos a introdução da resina Poliuretana a base de Mamona, na tentativa de substituir resinas uréia-formaldeído que ocupam 90% do mercado e possuem menor custo e reagem rapidamente durante a prensagem a quente, também de serem apresentadas como incolores ou brancas. Todavia, tem potencial mais tóxico e não são adequadas para uso em ambiente externo, pois não são resistentes a umidade elevada.

A maior parte dos adesivos sintéticos utilizados na fabricação de painéis utilizam a ureia formaldeído como ligante básico na formação das chapas de partículas, usando alternativas de substituição desses produtos por adesivos do tipo lignossulfonato podem gerar resultados muito interessantes. nos testes que se seguiram, por espectros e ressonância aplicados no lignossulfonato que apresenta traços marcantes de lignina, quando em contato com a amônia e formaldeído não são capazes de gerar alterações que possam refletir melhorias nas propriedades tecnológicas em painéis de madeira, cujos melhores resultados se deram com a adição de 50% de lignossulfonato e 50% ureia-formaldeído (SILVA et.al., 2019).

Ao fabricar chapas de fibras, entretanto, pode-se utilizar a resina poliuretana bi-componente à base de óleo de mamona, que se trata de um material considerado não tóxico e derivado de fonte renovável sendo uma vantagem em relação aos adesivos convencionais, que em sua maioria, são compostos de matéria-prima não renovável, mas ainda é pouco usual comercialmente, tendo maior destaque em laboratórios de pesquisa (JOSÉ, 2006).

Para Magalhaes et. al. (2019), produzir e caracterizar resinas fenol-formaldeído (FF) com adição de resinas a base de lignina Kraft (L-FF) e lignina tratada termicamente (LT-FF) e lignina tratada com dicromato de potássio (LD-FF), todas obtidas com base no processo de polpação da precipitação do licor negro da madeira de eucalipto, mostraram resultados considerados eficientes quanto da substituição parcial de resinas a base de resina fenol e formol. Outra opção interessante está no uso da lignina Kraft parcial em 50% de mistura com fenol em adesivos fenol formaldeído (FF), uma vez que a adição da lignina Kraft (L-FF) não altera as propriedades do adesivo e gerou painéis com características físicas e mecânicas muito semelhantes aos produzidos com LT-FF e LD-FF.

4. MATERIAL E MÉTODOS

Neste capítulo são apresentados os materiais e os principais equipamentos que foram utilizados para o desenvolvimento desta pesquisa, assim como o detalhamento da metodologia empregada na fabricação dos painéis particulados, além dos ensaios físicos e mecânicos que foram aplicados e análise dos resultados.

4.1 Materiais utilizados:

Para a realização da fabricação dos painéis foram utilizados resina a base de mamona, pedaços de troncos da madeira *Corymbia Citriodora* e fibras de coco, conforme relacionado:

Fibra de Coco da espécie *Mucifera* adquirida em fardo de 200kg, material já beneficiado e seco comprado no município de Hortolândia S.P. Na Figura 8 pode-se observar o aspecto da fibra de coco.

Figura 8. Aspecto Inicial da Fibra de Coco



FONTE: AUTORA

Madeira de *Corymbia Citriodora* na forma de pedaços do tronco, obtido através de uma poda realizada junto ao laboratório de Processamento da Madeira, pertencente à Faculdade de Engenharia Mecânica, UNESP-Bauru S.P. (Figura 9), *Corymbia Citriodora* podada na Unesp Bauru. A Resina Poliuretana bi componente a base de óleo de mamona nomenclatura AG101 foi composta pelo componente A e componente B, sendo fabricada pela empresa KEHEL Ind

Com Ltda, situada no município de São Carlos S.P., (Figura 10) Resina bicomponentes.

Figura 9. Corymbia Podada na Unesp Bauru



FONTE: AUTORA

Figura 10. Resina Bicomponente



FONTE: AUTORA

4.2 Equipamentos utilizados

Os equipamentos e insumos utilizados para fabricação e realização dos ensaios físicos e mecânicos estão localizados nos laboratórios da FEB-UNESP Bauru, e são pertencentes aos Departamentos de Engenharia Mecânica e Engenharia Civil e Ambiental, sendo estes relacionados a seguir:

- Picador de facas rotativo fabricante Lipel, modelo TM-30;
- Estufa de secagem fabricante SOLAB, modelo 102/480, potência de 4000W, com temperatura máxima de 200°C;
- Conjunto de peneiras vibratórias, fabricante Pavitest;
- Balança digital fabricante Marte, modelo BL 3200, carga máxima de 3,2 kg com divisão de 0,01g;
- Balança determinadora de umidade fabricante Marte, modelo ID 200, carga máxima de 210 g com divisão de 0,01g;
- Caixas formadoras em madeira para moldagem do colchão de fibras;
- Prensa manual de madeira a frio (pré-prensagem), fabricada no laboratório;
- Prensa hidráulica, fabricante PHS, modelo PHH 80T, com força máxima de 80 toneladas e temperatura máxima dos pratos de 200°C;
- Serra circular esquadrejadeira fabricante Verry com mesa de 1,5 x 0,60 m e serra circular fabricante Leitz especificação 250x2.8/e2.0x30 HW Z80/9.82;
- Máquina Universal de ensaios, fabricante EMIC, modelo DL 30000 com célula de carga fabricação EMIC tipo Z modelo CCE com capacidade de até 10KN (1000kg).

4.3 Metodologia

Neste item são abordados o processo de fabricação dos painéis particulados de *Corymbia* com adição de fibra de coco e resina bi-componente,

bem como a descrição dos ensaios físicos e mecânicos o desenvolvimento desta pesquisa.

4.4 Produção dos painéis

A produção dos painéis particulados desenvolvidos por esta pesquisa foi inteiramente realizada no Laboratório de Processamento da Madeira pertencente a UNESP “Universidade Estadual Paulista Júlio Mesquita Filho”, Faculdade de Engenharia de Bauru.

Nele foram produzidos os painéis particulados desta pesquisa sendo sua densidade alvo 850 Kg/m³, caracterizado como painel de alta densidade, com dimensões fixas de 32X38X1,27 centímetros em quatro traços nomeados de T, sendo T1 de 100% *Corymbia Citriodora* até a adição de no máximo 30% Fibra de Coco ao painel. A pressão máxima foi de 190 Bar, temperatura dos pratos da prensa em 110°C e tempo de cura de 10 minutos, sendo utilizada a norma ABNT norma técnica brasileira 14810-2 (2018), Painéis de Partículas de média Densidade – Requisitos e métodos de Ensaio, esta norma faz referência a painéis de média densidade sendo este trabalho desenvolvido com painéis de alta densidade, porém está é a norma nacional mais próxima que existe para ensaios de painéis particulados já que o intuito deste trabalho é utilizar a norma nacional. Na Tabela 1 é apresentada as composições dos painéis com adição das Fibras de Coco, com variação de 10% entre cada painel e sendo fabricado 20 painéis ao todo com 5 de cada traço.

Tabela 1. Composição dos Painéis Fabricados

Traço		Composição	
T 1		100% <i>Corymbia</i>	
T 2	90% <i>Corymbia</i>	10%	Fibra de Coco
T 3	80% <i>Corymbia</i>	10%	Fibra de Coco
T 4	70% <i>Corymbia</i>	10%	Fibra de Coco

FONTE: AUTORA

4.5 Geração e classificação das partículas

As partículas de *Corymbia* foram obtidas através do processo de beneficiamento em picador industrial rotativo da marca Lippel Metal Mecânica, modelo TM30. Inicialmente a *Corymbia* foi picada em pequenos pedaços com uma motosserra, depois foram selecionados pedaços do tronco (**Figura 11**) e descascados para seguirem o procedimento no picador citado.

Figura 11. Pedaços de tronco *Citriodora*



FONTE: AUTORA

Já as fibras de coco foram diretamente processadas no picador (Figura 12) e reprocessadas para obtenção de um tamanho menor de fibras.

Figura 12. Picador Industrial Rotativo



FONTE: AUTORA

Para serem classificadas em tamanho padrão, as partículas passaram por um conjunto de Peneiras Vibratórias (Figura 13).

Figura 13. Peneira vibratória



FONTE: AUTORA

Nesse conjunto de peneiras são descartados cavacos maiores além de poeiras e sujeiras contidas nas partículas do material processados e triturado anteriormente, sendo utilizadas apenas as partículas de 9 Mesh que formam partículas maiores, 16 Mesh e 28 Mesh que são partículas menores para preenchimento da massa do painel ajudando a não formar espaços vazios dentro do painel sendo as partículas de 5 Mesh e fundo descartadas por serem muito grandes e muito finas (Figura 14). As fibras de coco obtidas através do picador apresentam tamanhos variados e foram peneiradas apenas para se retirar a parte mais fina ou menor que 28 Mesh para se assemelhar as partículas de *Corymbia*.

Para a confecção dos painéis foram utilizados aproximadamente 25 Kg de *Corymbia* e 6 Kg de fibras de coco, sendo que cada amostra (painel) contém 1.313,00 gramas de massa total seca com 10% de adesivo bi-componente à base de mamona tendo esta resina uma massa de 131,3 gramas divididos em duas partes de 65,65 gramas, do componente A e 65,65 gramas do componente

B. Na Tabela 2 estão apresentados os cavacos selecionados em cada peneira para a composição dos painéis particulados.

Figura 14. Partículas Peneiradas



FONTE: AUTORA

Tabela 2. Composição dos Traços Fabricados

Traços	Corymbia	F. de Coco	Res. Comp. A	Res. Comp. B
T1	1313,0g	0g	65,65g	65,65g
	9 mesh - 656,5g (50%)			
	16 mesh - 328,25g (25%)			
	28 mesh - 328,25g (25%)			
T2	1181,7g	131,3	65,65g	65,65g
	9 mesh - 590,85g (50%)			
	16 mesh - 295,425g (25%)			
	28 mesh - 295,425g (25%)			
T3	1050,4g	262,6	65,65g	65,65g
	9 mesh - 525,2g (50%)			
	16 mesh - 262,6g (25%)			
	28 mesh - 262,6g (25%)			
T4	919,1g	393,9	65,65g	65,65g
	9 mesh - 459,55g (50%)			
	16 mesh - 229,775g (25%)			
	28 mesh - 229,775g (25%)			
OBS - Massa total painel - 1313g			Resina total 10% - 131,3g	

FONTE: AUTORA

4.6 Preparo da resina

Para o preparo do adesivo, foram utilizadas as pesagens conforme descrita na Tabela 2 que, após os cálculos foram fracionados e pesados adequadamente as porcentagens do componente A e do componente B em balança eletrônica de fabricante Marte, modelo BL 3200H (Figura 15). Os dois componentes foram misturados manualmente, com o auxílio de uma espátula metálica, até apresentarem a cor caramelo claro, demonstrando assim estarem totalmente homogeneizados.

Figura 15. Preparo da Resina



FONTE: AUTORA

4.7 Mistura dos componentes

Com os componentes já separados e pesados, todos os materiais foram misturados, inclusive a resina (Figura 16), onde se considerou o tempo de cura atentando-se para que não ocorresse o endurecimento que pode dificultar a

trabalhabilidade e homogeneização da mistura das partículas e fibras, portanto essa resina foi adicionada por último a mistura.

Figura 16. Mistura dos Materiais



FONTE: AUTORA

As partículas, fibras e resina foram misturadas manualmente (Figura 17) para que sua homogeneização estivesse completamente realizada em um período de 5 minutos, que é o período medeio para acorrer a homogeneização dos materiais, evitando a formação de concentração de adesivos na mistura (grumos).

Figura 17. Mistura manual



FONTE: AUTORA

4.8 Formação do Colchão

Após a aplicação do adesivo, a mistura do material se tornou-se além disso homogênea com todas as partículas, fibras e resina misturadas para serem posicionados nos moldes como um colchão de partículas com as dimensões fixas de 32 cm por 38 cm, delimitados por uma barra retangular formando um quadro e utilizada como limitador de altura nas devidas dimensões e demarcado o espaço com uma forma vazada e montável de madeira (Figura 18).

Figura 18. Molde montável madeira



FONTE: AUTORA

No conjunto para formar o colchão foi utilizado uma placa de aço inoxidável em sua parte inferior e uma superior para a conformação dos materiais, em cima desta placa foi posicionada a folha de papel alumínio que atua nesse caso como um desmoldante para que as partículas não aderissem na placa inoxidável.

Figura 19. Formação do colchão de partículas



FONTE: AUTORA

A massa de partículas foi disposta manualmente atentando a homogeneidade das partículas no colchão de partículas (Figura 19) na forma vazada de madeira para a realização da pré-prensagem com o auxílio de uma tampa de madeira, onde foi utilizado o aparelho com um braço de alavanca em madeira (Figura 20) para a estabilização do colchão. Nesta pré-prensagem o objetivo é reduzir os espaços vazios existentes na massa e assim eliminar o ar entre as partículas.

Figura 20. Alavanca de madeira



FONTE: AUTORA

4.9 Prensagem

Posteriormente a pré-prensagem, é retirada cuidadosamente a forma vazada de madeira, assim como a tampa de madeira e deixando apenas o limitador de altura (Figura 21), em seguida o material foi coberto por outra folha de papel alumínio que age como desmoldante e logo a segunda placa superior de aço inox.

Figura 21. Colchão de partículas



FONTE: AUTORA

Esse conjunto de placas que contem em seu interior o colchão de partículas foi posicionado na Prensa Hidráulica (Figura 22), já aquecida, para finalizar o ciclo de prensagem e finalmente consolidar o material até a altura de 12,7mm do limitado.

Figura 22. Prensa hidráulica



FONTE: AUTORA

A prensagem foi realizada na prensa hidráulica fabricante PHS MÁQUINAS HIDRÁULICAS LTDA, modelo PHH 80T com o tempo total de prensagem de 10 minutos e sob uma pressão específica de 180 bar. Após a prensagem foi retirado o desmoldante (Figura 23) e cada painel particulado fabricado foi acondicionado conforme as normativas por 72 horas em ambiente controlado para concluir a fase de cura da resina e posteriormente determinar os corpos de prova.

Figura 23. Painel Compactado



FONTE: AUTORA

Ao total foram produzidas 5 amostras de cada traço, gerando assim 20 painéis.

4.10 Corpos de Prova

Após o tempo de cura de 72h os painéis foram picados na Serra Circular marca VERRY (Figura 24) seguindo o plano de corte elaborado conforme orientações da norma técnica brasileira 14810-2 (2018).

Figura 24. Serra circular

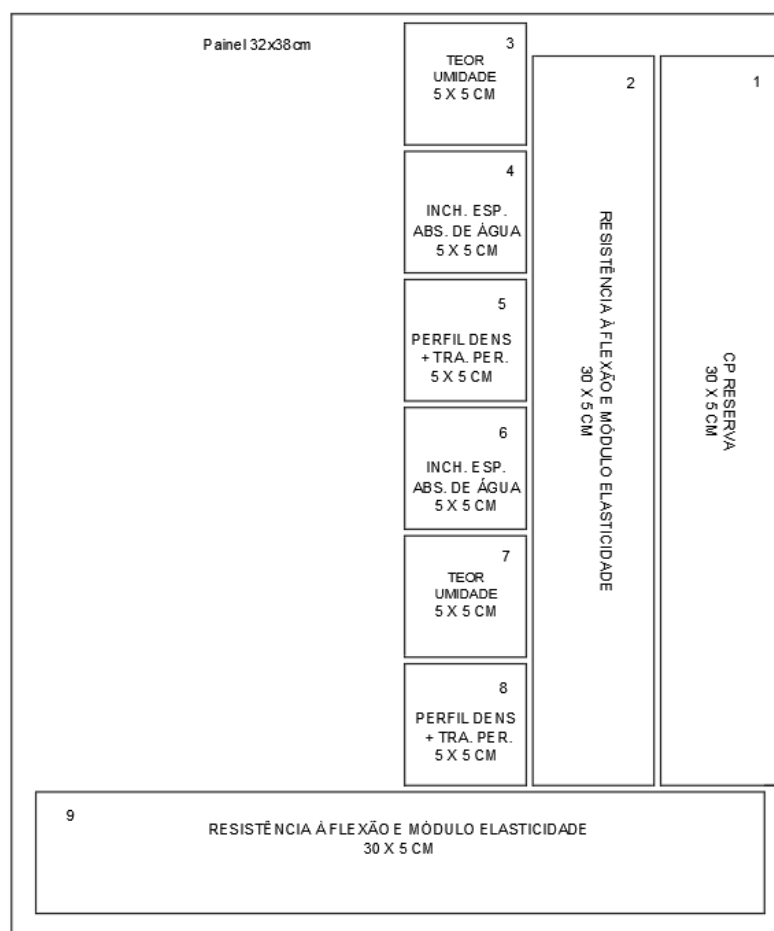


FONTE: AUTORA

Os corpos de prova utilizados para os ensaios foram cortados obedecendo o plano de corte da Figura 25, onde a mesma descreve as dimensões, define a localização e a identificação de cada corpo de prova para os ensaios conforme listado abaixo:

- Posição 1 → Corpo de Prova reserva;
- Posição 2 → Resistência a flexão e módulo de elasticidade;
- Posição 3 → Teor de Umidade;
- Posição 4 → Inchamento em Espessura e Absorção de água 24h;
- Posição 5 → Densidade e Tração perpendicular;
- Posição 6 → Inchamento em Espessura e Absorção de água 24h;
- Posição 7 → Teor de Umidade;
- Posição 8 → Densidade e Tração perpendicular;
- Posição 9 → Resistência a flexão e módulo de elasticidade.

Figura 25. Plano de corte dos corpos de Prova



FONTE: AUTORA

Na tabela 3 são apresentadas as dimensões e respectivas quantidades de corpos de provas para os ensaios físicos e ensaios mecânicos conforme prescrição da norma técnica brasileira 14810-2 (2018).

Tabela 3. Dimensões e quantidades dos Corpos de prova

Ensaio Físico-mecânica	Comprimento (mm)	Largura (mm)	Números CPs	notas
Densidade	50	50	10	Anexo G
Absorção de água 24h	50	50	10	Anexo L
Inchamento e, espessura 24h	50	50	10	Anexo L
Tração Perpendicular	50	50	10	Anexo J
Teor de Umidade	50	50	10	Anexo F
Flexão estática e módulo de elasticidade	300	50	10	Anexo K

FONTE: ADAPTADO NORMA TÉCNICA BRASILEIRA 14810-2/2018

4.11 Ensaios Físicos

Para cada painel particulado foi retirado dois Corpos de Provas de cada traço desenvolvido para os Ensaios de Densidade, dois Corpos de Provas para os Ensaios de Inchamento em Espessura 24 horas e Absorção de Água e seguindo o mesmo padrão foram retirados dois Corpos de Provas para os Ensaios de Determinação do Teor de Umidade sendo que foram feitos 5 painéis de cada traço num total de 10 corpos de prova.

4.12 Determinação da densidade

Para a realização dos ensaios de densidade nos painéis particulados foram utilizados 10 Corpos de Provas nas dimensões de 50mm por 50mm. Cada Corpo de Prova foi devidamente identificado e posteriormente realizadas as medições de espessura com paquímetro digital, em cinco pontos sendo eles um em cada canto externo do CP e um ao meio.

A Equação (1) foi aplicada para o cálculo de Densidade no Corpo de Prova.

$$D = \frac{m}{L \times C \times E} \times 10^6 \quad (1)$$

Sendo:

- $D \rightarrow$ Densidade do corpo de prova, em quilogramas por metro cúbico (kg/m^3);
- $m \rightarrow$ Massa do corpo de prova, em gramas (g);
- $V \rightarrow$ Volume do corpo de prova, em milímetros cúbicos (mm^3);
- $L \rightarrow$ Largura do corpo de prova, em milímetros (mm);
- $C \rightarrow$ Comprimento do corpo de prova, em milímetros (mm);
- $E \rightarrow$ Espessura do corpo de prova, em milímetros (mm).

4.13 Determinação do teor de umidade

Para a determinação dos ensaios de teor de umidade nos painéis particulados, foram utilizados 10 Corpos de Provas de cada traço (Figura 26) nas dimensões de 50mm por 50mm.

Figura 26. Corpos de prova para teor de umidade



FONTE: AUTORA

Cada Corpo de Prova foi devidamente identificado e posteriormente pesado para a determinação de massa úmida em balança digital, fabricante Marte, modelo BL 3200, carga máxima de 3,2 kg com divisão de 0,01g.

Em seguida, os Corpos de Provas foram alocados em uma estufa de secagem, fabricante SOLAB, modelo 102/480, potência de 4000 W, com temperatura de $103^{\circ} \pm 2^{\circ} \text{C}$ até obter massa constante. Atendendo como massa constante quando não houver variação maior que 0,1% entre duas pesagens sucessivas.

O resultado de Umidade Residual é dado em porcentagem (%) e calculado através da Equação (2):

$$TU = \frac{M_U - M_S}{M_S} \times 100 \quad (2)$$

Onde:

- $TU \rightarrow$ é a umidade residual do corpo de prova, em porcentagem;
- $M_U \rightarrow$ é a massa úmida do corpo de prova, em gramas;
- $M_S \rightarrow$ é a massa seca do corpo de prova, em gramas.

4.14 Determinação do Inchamento em espessura 24h

Para a determinação do Inchamento em espessura 24h nos painéis particulados, foram utilizados 10 Corpos de Provas nas dimensões de 50mm por 50mm. Cada Corpo de Prova foi devidamente identificado e posteriormente coletado as dimensões da espessura inicial iniciais da posição de centro do mesmo com micrômetro digital marca Mitutoyo, abertura de 0 – 25 mm e resolução 0,001.

Em seguida os corpos de provas foram postos em um recipiente plástico e submersos (Figura 27) com 50mm de água, com o auxílio de um suporte com tela que garante a posição inicial.

Figura 27. Corpos de prova submersos em água



FONTE: AUTORA

Passadas 24 horas, os Corpos de Prova foram retirados do recipiente, e dispostos sobre um papel absorvente afim de se eliminar o excesso de água. No seguimento do teste, mediu-se a espessura dos Corpos de Provas, novamente na posição do centro e aplicou-se a seguinte Equação (3):

$$I = \frac{E_1 - E_0}{E_0} \times 100 \quad (3)$$

Sendo:

- $I \rightarrow$ Inchamento em espessura do CP em porcentagem (%);
- $E_1 \rightarrow$ Espessura do CP após 24 horas, em milímetros (mm);
- $E_0 \rightarrow$ Espessura do CP antes da imersão, em milímetros (mm).

Esse ensaio fornece indicativos do aumento linear em porcentagem da espessura do material, porque o mesmo é mantido na presença de umidade.

4.15 Determinação da Absorção de Água 24h

Para a determinação da Absorção de Água 24h nos painéis particulados, foram utilizados 10 Corpos de Provas nas dimensões de 50mm por 50mm. Cada Corpo de Prova foi devidamente identificado e posteriormente pesado e registrado a massa inicial com o auxílio em balança digital fabricante Marte, modelo BL 3200.

Em seguida os corpos de provas foram postos em um recipiente plástico e mergulhados com 50 milímetros de água, com o auxílio de um suporte com tela que garante a posição inicial. Passadas 24 horas (

Figura 28), os Corpos de Prova foram retirados do recipiente, e dispostos sobre um papel absorvente afim de eliminar o excesso de água.

Figura 28. Corpos de prova após 24h



FONTE: AUTORA

No seguimento do teste, foi realizada a segunda pesagem dos Corpos de Provas, e aplicou-se a seguinte Equação (4):

$$A = \frac{M_1 - M_0}{M_0} \times 100 \quad (4)$$

Onde:

- A → Absorção de água em porcentagem (%);
- MI → Massa do corpo de prova após a imersão em gramas (g);
- M0 → Massa do corpo de prova antes da imersão, em gramas (g).

Este ensaio segue a norma técnica brasileira 14.810-2 (2018), referente as médias dos valores avaliados nos corpos de provas, é referente a higroscopicidade do material e expresso em porcentagem.

4.16 Ensaios mecânicos

Para cada painel particulado foi retirado dois Corpos de Prova para os Ensaios de Tração Perpendicular e dois Corpos de Prova para os Ensaios de Resistência a flexão e Módulo de Elasticidade e seguindo norma técnica brasileira 14810-2 (2018), perfazendo um total de 5 traços e 5 painéis para cada traço.

Esses ensaios foram realizados em Máquina Universal ensaio, Fabricante EMIC, pertencente ao Laboratório de Construção Civil da Faculdade de Engenharia da UNESP – Bauru. (Figura 29).

Figura 29. Máquina universal de ensaios



FONTE: AUTORA

4.17 Determinação Módulo de Elasticidade

Para a determinação da resistência à flexão estática e módulo de elasticidade nos painéis particulados, foram utilizados 10 Corpos de Provas nas dimensões de 300mm por 50mm.

Cada Corpo de Prova foi inicialmente identificado e logo após com o auxílio de paquímetro foram medidas as larguras e espessuras e registradas.

Na sequência os Corpos de Prova foram colocados na máquina de ensaios para a prática do ensaio (Figura 30).

Figura 30. Corpo de Prova Posicionado Para Ensaio



FONTE: AUTORA

Durante o ensaio a carga foi aplicada no centro da peça com velocidade constante de 7mm/min, até ocorrer a ruptura gerando os valores de carga, deformação, velocidade pelo *software* da própria máquina EMIC. Fornecendo MOR e MOE conforme as Equações (5) e (6):

$$MOR = \frac{1,5 \times P \times D}{B \times E^2} \quad (5)$$

Onde:

- *MOR*- é o módulo de ruptura, em Mpa;
- *P* - é a carga de ruptura, em N;
- *D* - é a distância entre apoios do aparelho, em milímetros;
- *B* - é a largura do corpo de prova, em milímetros;
- *E*² - é a espessura do corpo de prova, em milímetros.

$$MOE = \frac{P_1 \times D^3}{d \cdot 4 \cdot B \cdot E^3} \quad (6)$$

Onde:

- *MOE*- é o módulo de elasticidade, em MPa;
- *P1* - é a carga no limite proporcional, em N;
- *d* - é a deflexão em correspondente à carga *P1*, em milímetros.

4.18 Determinação da resistência à tração perpendicular

Para a determinação da resistência à tração perpendicular nos painéis particulados, foram utilizados 10 Corpos de Provas nas dimensões de 50mm por 50mm.

Cada Corpo de Prova foi inicialmente identificado e logo após com o auxílio de paquímetro digital foram medidas as larguras e espessuras e registradas. Posteriormente os Corpos de Prova foram colados entre duas sapatas que servem como suporte de ensaio na máquina universal, com adesivo com *Araldite* AW 106 BR na proporção de 1:1, após a colagem esses conjuntos formados pelos Corpos de Provas (Figura 31) aguardaram por 72 horas a cura do adesivo.

Figura 31. Corpos de Prova colados nos suportes



FONTE: AUTORA

Após aguardado o tempo necessário, o conjunto foi acoplado no dispositivo de tração na Máquina Universal de Ensaio, e ajustado para a velocidade de carregamento de 4 mm/min, segundo especificação da norma técnica brasileira 14.810-2 (2018), como pode ser verificado na Figura 32.

Figura 32. Corpos de Prova sendo ensaiado



FONTE: AUTORA

Na Equação (7) apresenta o cálculo da Resistência a Tração Perpendicular:

$$TP = \frac{P}{S} \quad (7)$$

Onde:

- TP - é a resistência à tração perpendicular, em MPa;
- P - é a carga na ruptura, em N;
- S - é a área da superfície do corpo de prova, em mm².

4. 19. Análise Estatística

Para melhorar a compreensão dos dados obtidos nos ensaios Físicos e Mecânicos estes foram avaliados, e posteriormente organizados em tabelas e no formato de gráficos sendo que nesta sequência esses dados serão submetidos a um estudo de levantamento estatístico, utilizando-se os softwares Microsoft Excel e Minitab pois assim obteve-se os valores máximos, médios, mínimos e desvios padrões dos respectivos ensaios.

Do mesmo modo foi aplicado o teste de ANOVA para se fazer análise de variância e obter os valores de P , F e F Crítico e se caso existam diferenças significativas, o teste Tukey foi realizado para afrontar estas diferenças entre os grupos de painéis dentro de um mesmo traço, considerando um nível mínimo de confiança de 95%.

5. RESULTADOS

Neste capítulo serão apresentados e discutidos os resultados adquiridos nos ensaios físicos, nos ensaios de resistência mecânica e da análise estatística dos dados.

Segundo a norma brasileira, norma técnica brasileira 14810-2 (2018) os ensaios de resistência mecânica devem ser expressos em N/mm^2 e os resultados obtidos diretamente na Máquina Universal de Ensaio aparecem expressos em laudo em MPa, ao longo que, ao fazer a conversão de MPa a N/mm^2 , chega-se à conclusão de que 1 MPa é igual a 1 N/mm^2 , que tornam os resultados equivalentes entre si, podendo ser apresentados em ambas as formas.

5.1 Ensaio de densidade

Para o ensaio de densidade foi constatado que todos os traços analisados ficaram dentro dos parâmetros estabelecidos pela norma técnica brasileira 14810-2 (2018), cujo intervalo servido como referência situa-se acima de 800 kg/m^3 .

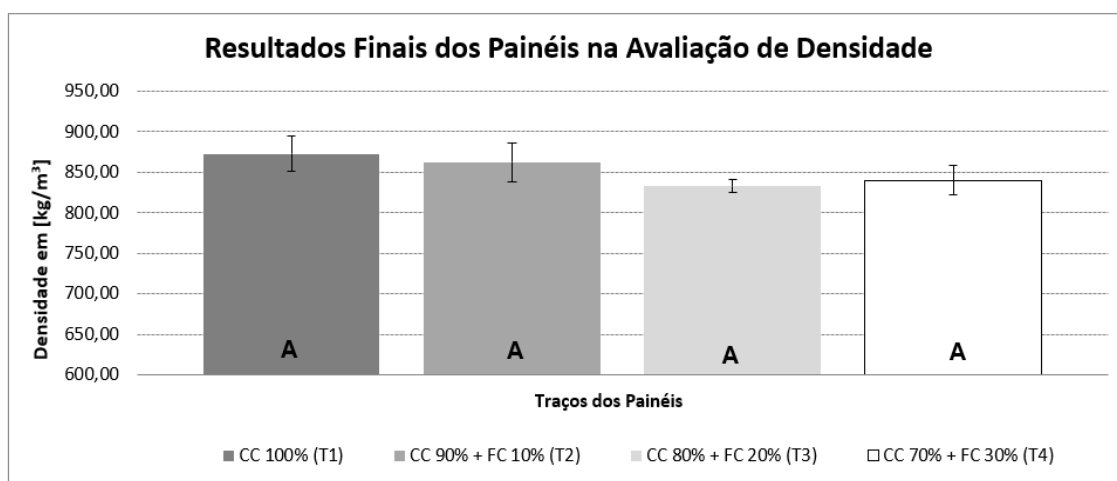
O traço T1 apresentou o resultado mais elevado dentre as médias, sendo o valor de 872,62 kg/m^3 , este resultado ficou pouco acima do valor de 850,00 kg/m^3 estabelecido em projeto para a densidade estabelecida para esta pesquisa, seguido por T2 com 861,92 kg/m^3 , T4 com 839,84 kg/m^3 e com T3 apresentando o menor valor de densidade, sendo este de 832,31 kg/m^3 , entretanto ainda bem próximo ao valor alvo de densidade pretendida. Na Figura 33 pode-se verificar a comprovação através de gráficos os resultados finais na avaliação de densidade dos painéis particulados.

Ao se comparar este trabalho com o de outros pesquisadores pode-se notar debates nos ensaios. Archangelo (2016) desenvolveu em laboratório quatro tratamentos diferentes de painéis de bambu com casca de arroz e adesivo de mamona, com a densidade alvo dos painéis de 850 Kg/m^3 , como painéis de alta densidade, sendo o adesivo empregado poliuretano a base de óleo de mamona, na proporção de uma parte de poliol e uma parte de pré polímero

completando em 12% da massa e constituindo composição de bambu e casca de arroz, onde a autora observou em sua pesquisa a densidade de seus painéis com a média de 925,35 Kg/m³, apresentando-se ligeiramente superior e ainda dentro da normativa, cujo valor estabelecido é acima de 800 kg/m³..

Já na pesquisa desenvolvida por Nasser (2016) onde ela fabricou Painéis de partículas de bambu e casca de amendoim com adesivo à base de mamona tendo a densidade ainda 850 kg/m³ e teor de resina polioliol a 12% da massa. A densidade media exibida nos quatro traços estudados constituiu de 917,20 kg/m³, proporcionando pouca variação.

Figura 33. Resultados Densidade



FONTE: AUTORA

Pela análise estatística foi possível notar que não houve diferenças significativas entre os traços de painéis produzidos, onde o valor p foi 0,077391286; o valor F foi 2,471783382 e o valor de F Crítico foi de 2,866265551. Aplicando o teste de Tukey, observa-se que de fato não existe esta diferença significativa entre os grupos, pois todos os traços são pertencentes ao grupo A.

5.2 Ensaio de inchamento em espessura 24h

No ensaio de inchamento em espessura pelo período de 24h recomendado pela norma técnica brasileira 14810-2 (2018) orienta que a porcentagem de inchamento em espessura não ultrapasse 12% de aumento em relação a espessura inicial.

O traço T1 alcançou resultado inferior a este percentual, no valor de 9,25% junto de T2 que manteve um valor de 11,39% próximo do máximo permitido pela norma, já o traço T3 ultrapassou o valor o valor recomendado, atingindo 15,49% assim como T4 que apresentou o maior inchamento em espessura de todos os traços, com 26,08%.

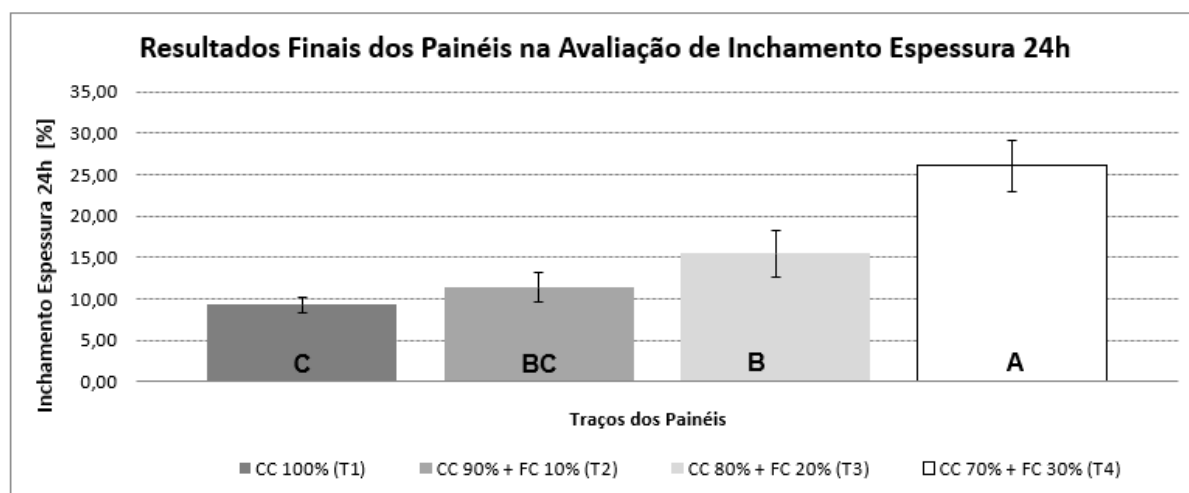
Com a obtenção desses resultados, notou-se que quanto maior foi a adição de fibras de coco, maior foi o inchamento em espessura do painel, caracterizando que o limite aceitável para essa propriedade foi de 10% da mistura de fibra de coco em relação ao *Corymbia Citriodora* para a fabricação do particulado.

Neste experimento Nasser (2016), exibe os valores médios de seus painéis para os 3 traços de bambu e casca de amendoim de 2,36 %, ficando todos abaixo do índice especificado pela norma possibilitando o uso destes apenas em ambientes secos.

Na estimativa de inchamento 24h alcançado por Archangelo (2016), os painéis proporcionaram valor médio de 2,6% permanecendo inferior a 5%, assim sendo se emoldura as normativas, onde constitui que a porcentagem de inchamento em espessura não ultrapasse 16.

A Figura 34 mostra o comportamento de cada traço de material.

Figura 34. Resultados Inchamento Espessura



FONTE: AUTORA

Em análise estatística, para este ensaio o valor p esteve em 0,00000000001 indicando que existem diferenças significativas entre os traços de painéis produzidos, o valor F com 43,08060535 e o valor F Crítico com 2,866265551.

Na aplicação do teste de Tukey as diferenças encontradas foram que T4 pertencente ao grupo A, os traços T2 e T3 são iguais estatisticamente, sendo que T2 pertence ao grupo B e também ao grupo C, já T3 pertence apenas a B e T1 pertence apenas ao grupo C.

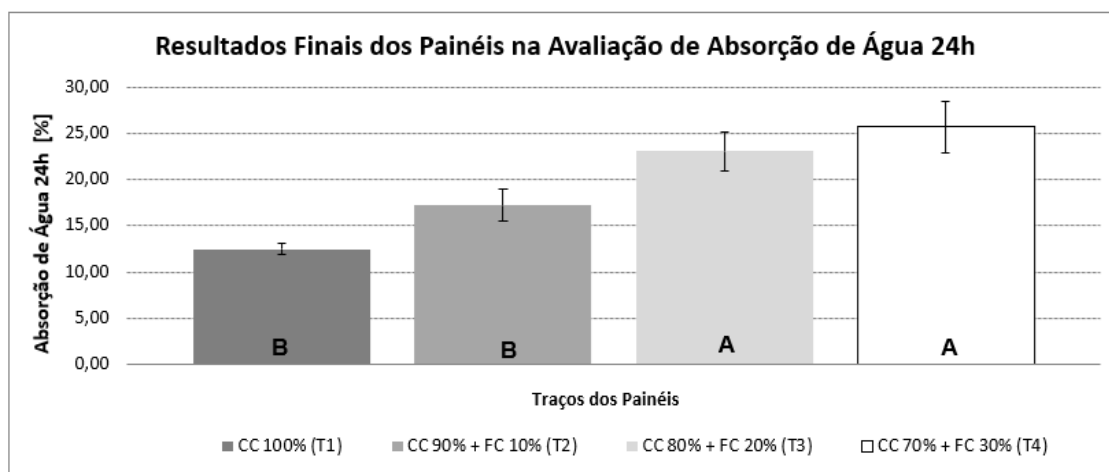
5.3 Ensaio de absorção de água 24h

Tendo sido realizado o ensaio de absorção de água por 24h, observou-se que os resultados foram crescentes conforme a adição de fibras de coco, a média de T1 foi de 12,48%, T2 foi de 17,20% iniciando o aumento da absorção, T3 foi o valor de absorção de 23,07% e T4 apresentando 25,70% valor com mais que o dobro do menor valor revelado. Para este ensaio a norma ABNT 14810-2 (2018) não tem valor de referência.

Nos ensaios de absorção de água 24h, os painéis de Archangelo (2016) expuseram valores máximo de 14%, no entanto todos os traços proporcionaram valores próximos a 10% e Nasser (2016) para o experimento de absorção de água o traço 100% bambu proporcionou maior valor de absorção, com média de

10,13%, logo, os traços 80% bambu+20% casca de amendoim e 70% bambu + 30%casca de amendoim, expuseram valores médios de 7,74% e 7,60% respectivamente, estando o traço 90%bambu + 10%casca de amendoim, com a menor média para absorção de água 24h. Na Figura 35 nota-se o valor crescente em absorção de água dos traços.

Figura 35. Resultados Absorção de Água



FONTE: AUTORA

Pela análise estatística observou-se diferenças significativas (valor p de 0,0000000290, valor F 21 de 98292925 e F Crítico de 2,866265551) e ao aplicar o teste de Tukey ficou evidenciado que ao longo das 24h de duração do ensaio os resultados formaram dois grupos: T1 com T2 ficaram no grupo B e T3 com T4 pertencentes ao grupo A.

5.4 Ensaio de teor de Umidade

No ensaio de teor de umidade, foi constatada uma diferença pequena, porém significativa entre todos os traços produzidos em laboratório.

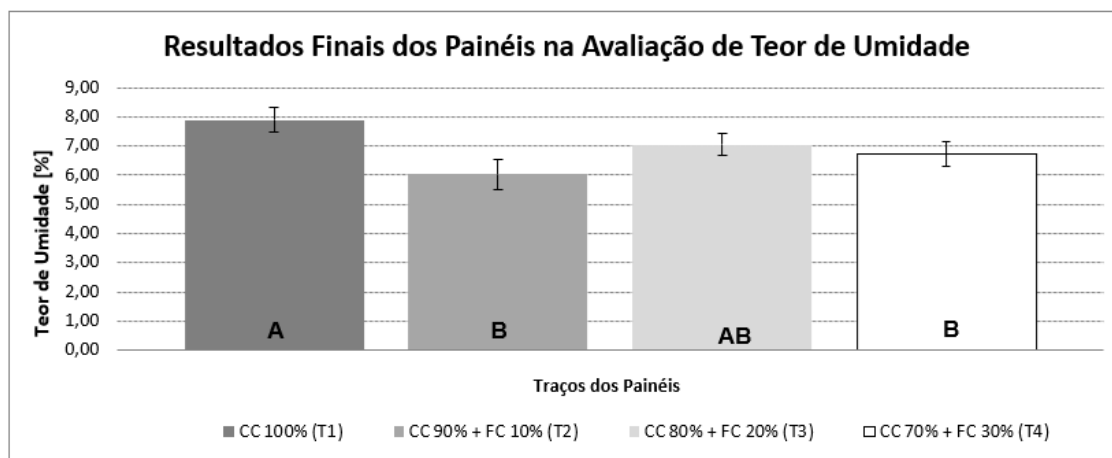
O traço T1 foi o que alcançou o pior resultado chegando a um valor médio de 7,90% de umidade, os outros traços alcançaram valores médios que foram de 7,04% para o traço T3 seguido por 6,73% no traço T4 e 6,03% no traço T2, sendo este último traço o que apresentou o melhor resultado. Neste ensaio a norma técnica brasileira 14810-2 (2018) relata que o valor máximo de teor de

umidade deve ser de 11% e o mínimo em 4%. Portanto todos os traços atenderam a referida norma.

Nasser (2016) depois de realizar seus ensaios relatou que os melhores valores foram alcançados pelos resultados dos traços para os tratamentos T1 e T2, que continham 100% e 90% de partículas de bambu, proporcionando 6,69% e 8,73% de umidade respectivamente, deste modo apoiados semelhantes com os valores desta pesquisa assim como os resultados da autora, entretanto no ensaio de teor de umidade, Archangelo (2016) obteve como resultado o valor médio de 14,06% de umidade, para o traço de 70%bambu+ 30% casca de arroz, sendo acima do valor estabelecido pela norma brasileira como valor mínimo para teor de umidade.

Na Figura 36 pode-se verificar através do gráfico o comportamento descrito acima, dos painéis no ensaio de teor de umidade.

Figura 36. Resultados Teor de Umidade



FONTE: AUTORA

Pela análise estatística observou-se que existem diferenças entre os traços de painéis fabricados (valor p 0,000359289, valor F 7,887503913 e F Crítico 2,866265551). O teste de Tukey apresentou apenas 2 grupos diferentes significativamente sendo o T2 e T4 pertencentes exclusivamente do grupo B, T1 pertence somente ao grupo A e T3 que pertence ao grupo A e B.

5.5 Ensaio resistência à Flexão Estática e Modulo de Elasticidade

a) Modulo de Elasticidade

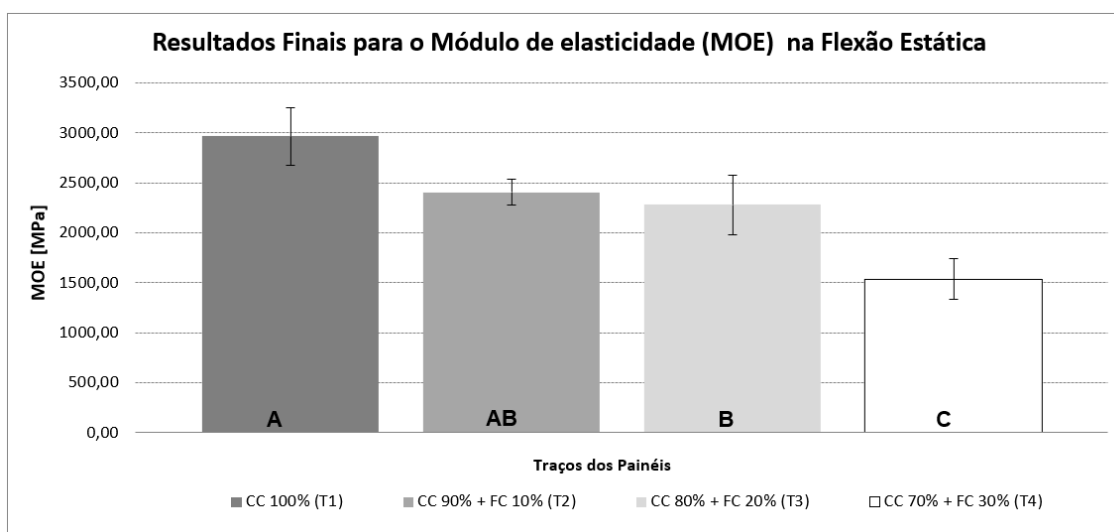
Foi verificado que no ensaio de flexão estática e módulo de elasticidade que com a adição de fibras de coco houve um declínio de resistência nos painéis desenvolvidos em laboratório.

O traço T1 com 100% *Corymbia Citriodora* apresentou o melhor resultado com 2964,00 N/mm², seguido de T2 com 2403,00 N/mm², mantendo a tendência de queda entre os traços T3, apresentando 2279,00 N/mm² e o T4, apresentando o menor resultado, atingindo 1535,00 N/mm². Para este ensaio a norma técnica brasileira 14810-2 (2018) preconiza que o valor mínimo de resistência aceitável deve ser de 2200,00 N/mm², assim ficou constatado que apenas o traço T4 está abaixo do valor mínimo indicado, com os demais atendendo a mencionada norma.

Na pesquisa de Nasser (2016) em sua medição do módulo de elasticidade, o traço com 90%bambu +10% casca de amendoim, expôs máximo valor para MOE com média de 3053,44 Mpa, revelando além disso que os traços com acréscimo de casca de amendoim obtiveram médias entre 2801,18 e 2971,02 Mpa, todos acima do valor recomendado pela norma regulamentadora para painéis estruturais para uso em condições secas. No ensaio de módulo de elasticidade (MOE) Archangelo (2016) alega que a média dos painéis o traço no resultado do ensaio ultrapassou as expectativas atingindo um valor médio de 3464,44 Mpa.

Na Figura 37 é apresentado o gráfico de módulo de elasticidade, ficou evidente a diferença de resistência entre os traços fabricados em laboratório.

Figura 37. Resultados Módulo de Elasticidade



FONTE: AUTORA

O ensaio de Módulo de Elasticidade apresentou diferenças significativas entre os traços com a necessidade de se aplicar o teste de Anova (valor p 0,000007870, valor F 13,04 e F Crítico 2,8826). No teste de Tukey obteve um traço que interagi com dois traços, pois o traço T2 pertence ao grupo AB e interage com traço T3 está no grupo B, o traço T1 que pertence ao grupo A e por fim T4 no grupo C apenas.

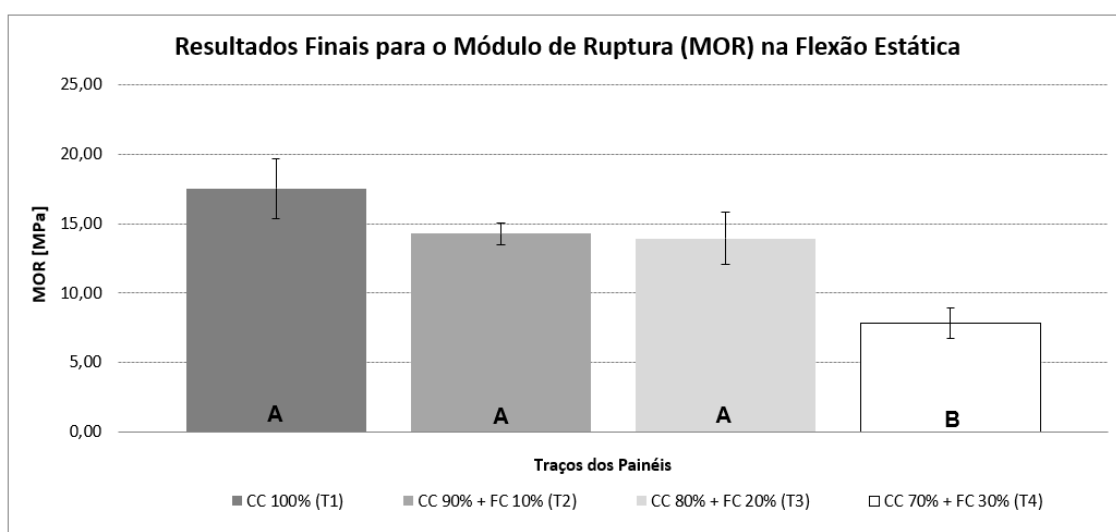
b) Modulo de Ruptura

Para o Módulo de Ruptura (MOR) a norma técnica brasileira 14810-2 (2018) afirma que a resistência mínima desejável é de 20 N/mm² e neste ensaio nenhum traço alcançou este valor, porém o traço T1 obteve o melhor resultado como já esperado entre os traços produzidos em laboratório, sendo este valor de 17,52 N/mm², seguido de T2 apresentando 14,28 N/mm², T3 com o resultado próximo 13,93 N/mm² e o T4 com um valor inferior a metade do obtido por T1 com 7,85 N/mm².

Refletindo o que aconteceu no ensaio de módulo de elasticidade, Nasser (2016) identificou que os valores de MOR aumentam conforme aumenta a adição de partículas de bambu aos compósitos onde, foi possível notar valor máximo para o traço 100%bambu com 23,05 MPa, e valor mínimo de 21,19 MPa para o traço com 70%bambu + 30%amendoim. De tal modo como no ensaio de módulo

de elasticidade o comportamento deste trabalho foi semelhante aos dados da pesquisadora Archangelo (2016) que ao ir acrescentando fibras de coco o painel foi perdendo resistência piorando os seus valores médios, onde no ensaio de módulo de ruptura (MOR), a norma brasileira exige o mínimo 16 MPa, o valor médio atingido foi de 26,15 Mpa. Na Figura 38 pode-se verificar os valores alcançados neste ensaio.

Figura 38. Resultados MOR



FONTE: AUTORA

Pela análise estatística, o valor-p para este ensaio foi 0,000000695, exibindo uma diferença significativa entre os traços de painéis (valor F-16,40607106 e F Crítico 2,866265551). Para os resultados de análise no teste de Tukey foram encontrados dois grupos, A e B sendo que o grupo A contém o traço T1, T2 e T3 que estatisticamente são equivalentes e o grupo B que contém o traço T4 e que difere significativamente dos demais traços.

5.6 Ensaio de Resistência a Tração Perpendicular

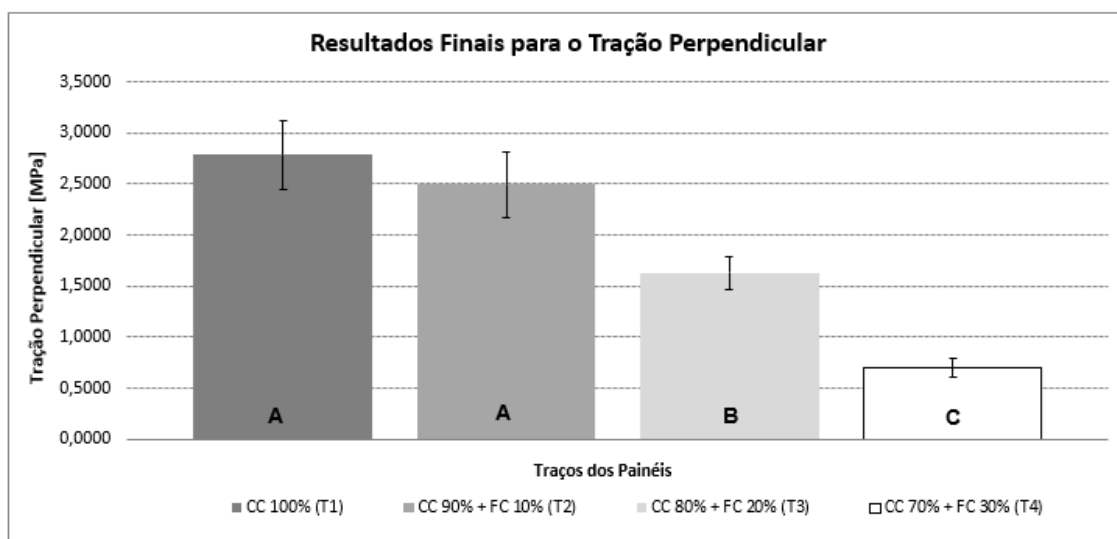
No ensaio de tração perpendicular foi também constatada uma grande diferença de resistência quando se acrescenta fibras de coco no painel desenvolvido em laboratório sendo que o traço T1, 100% partículas *Corymbia Citriodora*, obteve o melhor valor com resultado médio de 2,78 N/mm², entretanto todos os resultados obtidos pelos quatro traços alcançaram o valor mínimo de 0,55 N/mm², exigido pela norma técnica brasileira 14810-2 (2018).

O traço T2 apresentou o segundo melhor resultado com 2,49 N/mm², seguido pelo traço T3 apresentando 1,63 N/mm² e T4 que assim como nos ensaios de MOR e MOE teve uma grande diferença para os demais traços com 0,7 N/mm².

Na conferência do ensaio de tração perpendicular, Nasser (2016) o resultado obtido para o painel de referência com 100% bambu, foi de 4,67 MPa, e demais traços com adição de casca de amendoim de 2,21 MPa, deste modo o resultado para todos os traços deste estudo apresentaram-se acima do limite recomendado pela norma. Archangelo (2016) mais uma vez teve resultados com valores aceitáveis pela normativa no traço 100% bambu, sendo que o traço 70%bambu + 30% casca de arroz apresentou maior valor no ensaio de tração perpendicular, entre as misturas, com média 1,57 Mpa mesmo assim permanecendo abaixo do valor adotado como padrão.

Na Figura 39 pode-se visualizar a diminuição de resistência a tração perpendicular conforme aumenta-se a quantidade de fibra de coco.

Figura 39. Resultados Tração Perpendicular



FONTE: AUTORA

Na análise estatística do ensaio de tração perpendicular, observou-se que existem diferenças significativas entre os traços de painéis produzidos (valor-p é 0,0000000004, valor F-31,84425089 F Crítico 2,874187484). O teste de Tukey

proporcionou a apresentação de três grupos distintos A, B e C, sendo o T1 e T2 pertencentes ao A, portanto iguais estatisticamente, T3 contido no grupo B e T4 equivalentes ou grupo C.

A Tabela 4 contém uma compilação de todos os resultados dos ensaios físicos e de resistência mecânica, assim como os valores médias, valores máximos e valores mínimos, desvio padrão e o teste de Tukey com confiabilidade de 95%.

Tabela 4. Resultados Gerais dos Ensaios

VARIÁVEIS	T1	T2	T3	T4	ABNT NBR 14810-2 (2018)
DENSIDADE (kg/m ³)	872,62 A (953,44 - 813,65) 42,74	861,92 A (916,40 - 782,71) 48,82	832,31 A (856,02 - 804,75) 15,74	839,84 A (885,36 - 782,86) 35,43	Intervalo > 800 kg/m ³
INCHAMENTO ESPESSURA 24h (%)	9,25 C (11,95 - 6,74) 1,94	11,93 BC (13,91 - 8,23) 1,75	15,49 B (19,82 - 11,01) 2,79	26,08 A (34,88 - 17,46) 6,11	Máximo 12%
ABSORÇÃO DE ÁGUA 24h (%)	12,48 B (15,02 - 10,68) 1,31	17,2 B (25,00 - 13,40) 3,46	23,07 A (30,66 - 18,66) 4,28	25,07 A (36,53 - 17,92) 5,66	-----
TEOR DE UMIDADE (%)	7,90 A (9,17 - 6,23) 0,89	6,03 B (6,85 - 3,71) 1,01	7,04 AB (7,87 - 5,26) 0,76	6,73 B (7,58 - 4,72) 0,81	Mínimo 4% Máximo 11%
MÓD. FLEXÃO (MOR)	17,52 A (24,87 - 12,79) 4,32	14,28 A (16,41 - 11,85) 1,59	13,93 A (19,45 - 8,34) 3,70	7,85 A (10,76 - 4,52) 2,19	Mínimo 20 N/mm ²
MÓD. FLEXÃO (MOE)	2964,00 A (3934,00 - 2160,00) 577,50	2403,00 AB (2750,00 - 1921,0) 259,00	2279,00 B (3299,00 - 1437,00) 529,90	1535,00 C (1939,00 - 723,00) 411,00	Mínimo 2300 N/mm ²
TRAÇÃO PERPENDICULAR	2,78 A (4,05 - 2,15) 0,68	2,49 A (3,44 - 1,67) 0,65	1,63 B (2,25 - 1,31) 0,33	0,7 C (0,97 - 0,48) 0,19	Mínimo 0,55 N/mm ²

OBS: Valores médios seguidos de (máxima - mínima), abaixo desvio padrão;
médias seguidas de letras, teste de Tukey dentro de um nível de confiança de 95%

Melhor Resultado

Segundo Melhor

Terceiro Melhor

Pior resultado

Nota-se que na Tabela 4 os melhores resultados normalmente são obtidos com o traço T1 com 100% de partículas de *Corymbia Citriodora* e os piores resultados com o traço T4 com 70% de partículas de *Corymbia Citriodora* e 30% de fibras de coco e que por pequenas diferenças praticamente todos os ensaios apresentaram desempenho e tendências semelhantes entre os traços desenvolvidos em laboratórios sendo que ao se acrescentar fibra de coco se obtém um declínio na qualidade do painel, tanto na resistência física quanto na mecânica.

O único ensaio divergente desta correlação é o ensaio de Teor de Umidade no qual não apresenta tendência alguma ao se acrescentar fibras de coco.

6. CONCLUSÃO

Após produzir os painéis de alta densidade composto por partículas de *Corymbia Citriodora* com adesivo de poliuretano bi-componente à base de mamona nos traços de 100% de *Corymbia Citriodora* e nas adições de 10%, 20% e 30% de fibras de coco, foram realizados ensaios físicos e mecânicos para a determinação das propriedades do painel e análise estatística para aferir se existiria diferença significativa na qualidade ou em propriedades encontradas entre os traços.

Nestes quatro traços fabricados foi possível verificar que a mistura das partículas nos materiais referidos permitiu um painel compacto e com boa aderência da resina tendo em vista os bons resultados mecânicos obtidos pelo traço T1, no qual a mesma foi distribuída e aplicada manualmente, também foi constatado um bom controle no processo de fabricação que garantiram a padronização dos painéis produzidos.

Os ensaios de densidade não apresentam diferenças estatísticas e todos os traços atingem a densidade alvo;

Inchamento e espessura observa-se que o máximo de adição de fibra de coco é de 10% (T2) e misturas maiores não atingem valores mínimos exigidos pela norma técnica brasileira;

O mesmo comportamento entre os traços se aplica no ensaio de absorção de água em 24 horas;

Em teor de umidade os traços não apresentam diferenças estatísticas e atendem a norma referente.

Na análise dos resultados e avaliação dos ensaios mecânicos nos painéis particulados todos os traços atendem e apresentam resultados médios quando comparados a norma exceto na adição de 30%. O mesmo se reflete nos ensaios de tração perpendicular, MOR e MOE.

7. ESTUDOS FUTUROS

Como sugestões para trabalhos futuros seguindo esta mesma linha de pesquisa fica observada a necessidade da avaliação de outros fatores como:

- Desenvolvimento de painéis particulados de *Corymbia Citriodora* com outros tipos de adição de materiais como casca de arroz, amendoim, milho ou café;
- Desenvolvimento de painéis particulados de *Corymbia Citriodora* com outros tipos de resinas;
- Variação nos teores de resina;
- Realizar outros tipos de ensaios não destrutivos como raio-X, Mev ou microtomografia para melhorar o estudo e caracterização do painel.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAF (Associação Brasileira de Produtores de Floresta). Anuário Estatístico ABRAF 2013 (ano base 2012). Disponível em: <file:///C:/Users/Administrator/Downloads/anuario-ABRAF-2013.pdf>

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE PAINÉIS DE MADEIRA - ABIPA. MDP (2013) Disponível em: <
<http://www.abipa.org.br/produtosMDP.php>>

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14810-2 (2018) Chapa de madeira aglomerada. Rio de Janeiro, 2018.

ALMEIDA, C. DE O. R. Estudo da influência da temperatura e do tempo de prensagem nas características físico mecânicas, de diferentes tipos de MDF aquando do seu revestimento por prensagem. Lisboa: Universidade Técnica de Lisboa, 2006. 139 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Materiais lenho celulósicos) – Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa. Lisboa-PT, 2006.

ARCHANGELO, A. Painéis de bambu com casca de arroz e adesivo à base de mamona. UNESP – Faculdade de Engenharia de Bauru “Júlio de Mesquita Filho” – Bauru, SP (2016 p. 130).

BERTOLA, A. Eucalipto - 100 Anos de Brasil. “FALEM MAL, MAS CONTINUEM FALANDO DE MIM!”. 2004. 89p.

ABRAF – Associação Brasileira de Produtores de Florestas (2013). Disponível em: <http://www.ipef.br/estatisticas/relatorios/anuario-ABRAF13-BR.pdf> Acesso em: 24/01/2020.

BRACELPA- Associação Brasileira de Celulose e Papel. (2016). Disponível em: <http://bracelpa.org.br/bra2/index.php> Acesso em: 04/02/2020.

BRASIL, A.A. As exportações brasileiras de painéis de madeira. 2002. 74f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

BRASIL, A.A.; ANGELO, H.; JUAZEIRO DOS SANTOS, B.; SILVA, L.; GARZEL, J.C. Demanda de exportação de painéis de madeira do Brasil. Revista Floresta, Curitiba, v.33, n.2, p.135-146. 2003.

BOLAND, D.J. & BROOKER, M.I.H. & CHIPPENDALE, G.M. & HALL, N. & HYLAND, B.P.M. (2006). Forest Trees of Austrália. XF2006252024.

CARVALHO, R.M.M.A.; SOARES, T.S.; VALVERDE, S.R. Caracterização do setor florestal: uma abordagem comparativa com outros setores da economia. Ciência Florestal, Santa Maria, v. 15, n. 1, p. 105-118. 2005.

DINHANE, F. C. R.. Propriedades físico-mecânicas de painéis de MDP (Médium Density Particleboard) constituído de bambu e fibra de coco / Fernanda Christiane Rossetto Dinhane, 2015 100 f.

DNA DO ALIMENTO – Disponível em: <https://medium.com/@carolsa/dna-do-alimento-coco-5be96cd6e321>. Epub May 30, 2019. <http://dx.doi.org/10.5902/1980509818414>.

DIAS JUNIOR, A. F.; SANTOS, P. V.; PACE, J. H. C.; CARVALHO, A. M.; LATORRACA, J. V. F.de.Caracterização da madeira de quatro espécies florestais para uso em movelaria. Ciência da Madeira (Braz. J. Wood Sci.), Pelotas, v. 4, n. 1, p. 93-107, 2013.

FIBRIA (2016). Relações com investidores. Disponível em: <http://fibria.foinvest.com.br/ptb/s-13-ptb-2015.html> Acesso em: 14/01/2020.

FAO - Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (2014). Disponível em: http://faostat3.fao.org/browse/Q*/E. Acesso em janeiro 2020.

FONTENELE, R. E. S. Cultura do Coco no Brasil: Caracterização do Mercado Atual e Perspectivas Futuras. In: CONGRESSO DA SOBER, 43., 2005, Ribeirão Preto. Instituições, eficiência, gestão e contratos no sistema agroindustrial: anais. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural, 2005. p. 1-20.

FAO. World production. Rome, 2014. Disponível em: <www.faostat.org.br>.acesso em jan. 2020.

GEETHAMMA V.G., K.T. MATHEW, R. LAKSHIMINARAYANAN, S. THOMAS. Composite of short coir fibers and natural rubber: effect of chemical modification, loading and orientation of fiber Polymer, Polymer, 39 (pg. 6-7) (1998), pp. 1483-1491.

IBGE. Produção agrícola municipal 2016. Disponível em: Acesso em: 26 jan. 2020.

IBÁ - Indústria Brasileira de produtores de Árvores. Relatório anual IBÁ 2017 ano base 2016. Brasília: 2017. 100 pg.

IBÁ - Indústria Brasileira de produtores de Árvores. Relatório anual IBÁ 2019 ano base 2018. Brasília: 2019. 80 pg. Disponível em: <https://www.iba.org/datafiles/publicacoes/relatorios/iba-relatorioanual2019.pdf>

IWAKIRI, S. Painéis de madeira reconstituída. Curitiba: FUPEF, 2005. 247p.

JOSÉ, F.J. CHAPA DE PARTÍCULAS HOMOGÊNEAS DE BAMBU AGLOMERADAS COM RESINA POLIURETANA BI-COMPONENTE À BASE DE ÓLEO DE MAMONA. 2006. 102p. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Agrícola, Unicamp, Campinas, 2006

JUVENAL, T.L.; MATTOS R. L. G. O setor florestal no Brasil e a importância do reflorestamento. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n.16, p.3-30. 2002.

LOPES, C. S. D.; NOLASCO, A. M.; TOMAZELLO FILHO, M.; DIAS, C. T. S.; PANSINI, A. Estudo da massa específica e da variação dimensional da madeira de três espécies de eucalipto para a indústria moveleira. Ciência Florestal, Santa Maria, v. 21, p. 315-322, 2011. <https://doi.org/10.5902/198050983235>

LORENZI, H.; SOUZA, H. M. de; TORRES, M. A. V.; BACHER, L. B. Árvores exóticas no Brasil: madeiras, ornamentais e aromáticas. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2003. 352 p.

LSPA. LEVANTAMENTO SISTEMÁTICO DA PRODUÇÃO AGRÍCOLA. Pesquisa mensal de previsão e acompanhamento das safras agrícolas no ano civil. v.29. n.5. p.1-76 . Rio de Janeiro. Maio.2015.

MACEDO, A.R.P.; ROQUE, C.A.L. Painéis de Madeira. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n.6, p.117-132. 1997.

MAGALHÃES, M.A., VITAL, B.R., CARNEIRO, A.D., SILVA, C., FIALHO, L.D., FIGUEIRÓ, C.G., & FERREIRA, J.C. (2019). Adição de lignina Kraft à resina fenólica para a fabricação de compensados. Ciência da Madeira (Brazilian Journal of Wood Science).

MACHADO, N. A. F. et al. Propriedades físico-mecânicas de painéis multicamadas produzidas com partículas de coco babaçu e de Pinus sp. Revista Agro@mbiente On-line, Boa Vista, v. 11, n. 3, p. 191-199, jul./set. 2017.

MATTOS, A. L. A.; ROSA, M. F.; CRISÓSTOMO, L. A.; FIGUEIREDO, M. C. B.; VERAS, L. G. C. Processamento da casca de coco verde para a produção de pó e fibra. *Journal Interamerican Society for Tropical Horticulture*, v. 53, p. 85-88, 2011.

MATTOS, R.L.G.; GONÇALVES, R.M.; CHAGAS, F.B. Painéis de Madeira no Brasil: Panorama e Perspectivas. *BNDES Setorial*, Rio de Janeiro, n.27, p.121-156. 2008.

MEDEIROS, B. L. M. A. , Guimarães Junior J. B., Ribeiro M. X., Lisboa F. J. N., Guimarães I. L., Protásio T. de P. Avaliação das Propriedades Físicas e Químicas da Madeira de *Corymbia citriodora* e *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* Cultivadas no Piauí. *Revista Nativa*, Sinop, v.4, n.6, p.403-407, nov./dez. 2016.

MELO, R.R. de; MENEZZI, C. H. S. Del. Influence of the Density in Physical-Mechanical Properties of Particleboards. *Silva Lus.*, Lisboa , v. 18, n. 1, p. 59-73, jun. 2010.

MELO, R.R. et al., 2009. Propriedades físico-mecânicas de painéis aglomerados produzidos com diferentes proporções de madeira e casca de arroz. *Ciência Florestal* 19(4): 449-460.

MELO, R.R., 2009. Propriedades físico-mecânicas e resistência a bioterioradores de chapas aglomeradas constituídas por diferentes proporções de madeira e casca de arroz. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal), Universidade Federal de Santa Maria, 77 pp.

NAKAMURA, A.P.D. (2018). Propriedades de painel bio-compósito produzido com fibras de coco da baía e ácido cítrico como adesivo. Dissertação de Mestrado em Ciências Florestais, Publicação PPGEFL.DM - 01/2018, Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 118 p.

NASSER, S. M. Painéis de partículas de bambu e casca de amendoim com adesivo à base de mamona. UNESP – Faculdade de Engenharia de Bauru “Júlio de Mesquita Filho” – Bauru, SP (2016 p. 190)

OLIVEIRA, A. D.; RIBEIRO, I. S. A.; SCOLFORO, J.R.S. Análise do mercado internacional de compensado. *Revista Árvore*, Viçosa, v.29, n.2, p.311-320. 2005.

POLAT Y., STOJANOVSKA E., NEGAWO T.A., DONER E., KILIC A. (2017) Lignin as an Additive for Advanced Composites. In: Jawaid M., Sapuan S., Alothman O. (eds) Green Biocomposites. Green Energy and Technology. Springer, Cham.

SHOOK, S.R. Forecasting adoption and substitution of successive generations of structural wood panel products in the United States. Forest Science, Washington, v.45, n.2, p. 232-248. 1999.

SILVA, G. C. et. al. Propriedades de adesivo aplicado em painéis a partir da substituição por lignossulfonato do processo sulfito. Ciênc. Florest., Santa Maria, v. 29, n. 1, p. 322-335, Mar. 2019. Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1980-50982019000100322&lng=en&nrm=iso>. access on 06 Feb. 2020.

SILVEIRA, M. S. Aproveitamento das cascas de coco verde para produção de briquetes em Salvador-BA. Dissertação (Mestrado em Gerenciamento e Tecnologias Ambientais no Processo Produtivo). – Universidade Federal da Bahia. Escola Politécnica. 163 p. Salvador-BA. 2008.

TUOTO, M.A.M. Painéis de Madeira no Brasil. Revista Referência, v. p.42-44. 2002.

WU, Q.; VLOSKY, R.P. Panel products: perspective from furniture and cabinet manufacturers in the southern United States. Forest Products Journal, Madison, v.50, n.9.

APÊNDICE A – Dados Densidade

Densidade													
Corymbia Citriodora (CC) 100%													
Painel	Posição	Corpo de Prova	Lado A [mm]	Lado B [mm]	Lado C [mm]	Lado D [mm]	Ponto 1 [mm]	Ponto 2 [mm]	Ponto 3 [mm]	Ponto 4 [mm]	Ponto 5 [mm]	Massa [g]	Densidade kg/m³
Ch 1	P 5	CP 1	50,50	50,18	50,31	50,07	13,66	13,74	13,63	13,49	13,56	32,80	953,44
	P 8	CP 2	50,37	50,23	50,04	50,12	13,54	13,62	13,53	13,53	13,58	28,90	846,07
Ch 2	P 5	CP 3	50,26	50,05	50,21	50,28	13,50	13,29	13,52	13,48	13,50	31,10	917,01
	P 8	CP 4	50,64	50,35	50,40	50,03	13,34	13,38	13,84	13,38	13,58	28,20	823,58
Ch 3	P 5	CP 5	50,15	50,21	50,40	50,22	13,46	13,56	13,51	13,41	13,39	29,60	870,70
	P 8	CP 6	49,73	50,39	50,01	50,38	13,79	13,90	13,81	13,34	13,54	29,20	849,71
Ch 4	P 5	CP 7	49,83	50,28	50,18	49,88	13,45	13,45	13,33	13,54	13,54	29,70	880,99
	P 8	CP 8	50,43	50,33	50,32	50,35	13,39	13,45	13,90	13,13	13,36	29,70	871,03
Ch 5	P 5	CP 9	50,37	49,99	50,45	50,01	13,40	13,24	13,12	13,90	13,12	30,30	900,06
	P 8	CP 10	50,25	50,55	50,60	50,31	13,50	13,35	13,56	13,28	13,49	27,80	813,65

Comprimento = (Lado A + Lado B)/2 - Comprimento do corpo de prova expresso em milímetros [mm]

Largura = (Lado C + Lado D)/2 - Largura do corpo de prova expresso em milímetros [mm]

Espessura = (Ponto 1 + Ponto 2 +Ponto 3+Ponto 4+Ponto 5)/5 - Espessura do corpo de prova expresso em milímetros [mm]

Volume = Comprimento *Largura*Espessura - Volume do corpo de prova expresso em milímetros cubicos [mm³]

Ch = Chapa

$\rho = m / V \rightarrow \rho = (m / V) * 1000000 \rightarrow \text{Densidade em kg/m}^3$

m = é a massa do corpo-de-prova - (Gramas [g])

$\text{Volume (V)}=((A+B)/2) * ((C+D)/2) * ((P1+P2+P3+P4+P5)/5) - [mm^3]$

Resultados Corymbia Citriodora (CC) 100%	
Máximo	953,44
Média	872,62
Mínima	813,65
Desvio Padrão	42,74

Densidade

Corymbia Citriodora (CC) 90% + Fibra de Coco (FC) 10%													
Painel	Posição	Corpo de Prova	Lado A [mm]	Lado B [mm]	Lado C [mm]	Lado D [mm]	Ponto 1 [mm]	Ponto 2 [mm]	Ponto 3 [mm]	Ponto 4 [mm]	Ponto 5 [mm]	Massa [g]	Densidade kg/m³
Ch 1	P 5	CP 1	50,36	50,41	50,18	50,19	13,01	13,06	13,02	13,03	13,05	29,70	901,16
	P 8	CP 2	50,21	50,16	50,30	50,61	12,90	12,84	12,73	12,86	12,90	27,40	842,37
Ch 2	P 5	CP 3	50,37	50,36	50,33	50,45	13,00	12,95	12,99	12,96	12,97	29,30	889,86
	P 8	CP 4	50,10	50,17	50,21	50,52	13,09	12,99	12,94	12,76	12,95	26,20	801,49
Ch 3	P 5	CP 5	50,41	50,32	50,10	50,27	13,28	13,12	13,40	13,08	13,14	30,50	913,89
	P 8	CP 6	50,36	50,49	50,28	50,32	13,32	13,03	12,92	12,96	13,05	26,90	812,32
Ch 4	P 5	CP 7	50,15	50,13	50,27	50,07	13,09	13,08	13,10	13,30	13,15	30,30	916,40
	P 8	CP 8	50,39	50,89	50,08	50,49	13,46	13,30	13,26	13,35	13,36	26,60	782,71
Ch 5	P 5	CP 9	50,01	49,98	50,21	50,04	13,15	13,17	13,18	13,22	13,08	29,20	885,41
	P 8	CP 10	50,70	50,41	50,23	50,29	13,31	13,42	13,30	13,47	13,40	29,70	873,60

Comprimento = (Lado A + Lado B)/2 - Comprimento do corpo de prova expresso em milímetros [mm]

Largura = (Lado C + Lado D)/2 - Largura do corpo de prova expresso em milímetros [mm]

Espessura = (Ponto 1 + Ponto 2 + Ponto 3 + Ponto 4 + Ponto 5)/5 - Espessura do corpo de prova expresso em milímetros [mm]

Volume = Comprimento * Largura * Espessura - Volume do corpo de prova expresso em milímetros cúbicos [mm³]

Ch = Chapa

$\rho = m / V \rightarrow \rho = (m / V) * 1000000 \rightarrow \text{Densidade em kg/m}^3$

m = é a massa do corpo-de-prova - (Gramas [g])

Volume (V) = ((A+B)/2) * ((C+D)/2) * ((P1+P2+P3+P4+P5)/5) - [mm³]

Resultados Corymbia Citriodora (CC) 90% + Fibra de Coco (FC) 10%	
Máximo	916,40
Média	861,92
Mínima	782,71
Desvio Padrão	48,82

Densidade

Corymbia Citriodora (CC) 80% + Fibra de Coco (FC) 20%													
Painel	Posição	Corpo de Prova	Lado A [mm]	Lado B [mm]	Lado C [mm]	Lado D [mm]	Ponto 1 [mm]	Ponto 2 [mm]	Ponto 3 [mm]	Ponto 4 [mm]	Ponto 5 [mm]	Massa [g]	Densidade kg/m³
Ch 1	P 5	CP 1	50,20	50,38	50,11	50,12	13,42	13,50	13,36	13,40	13,46	27,90	824,41
	P 8	CP 2	49,44	50,22	50,53	49,84	13,34	13,28	13,21	13,25	13,39	27,50	827,20
Ch 2	P 5	CP 3	50,23	50,45	50,25	49,98	13,48	13,51	13,20	13,40	13,45	27,80	821,86
	P 8	CP 4	50,39	50,38	50,17	50,16	13,63	13,46	13,41	13,49	13,48	28,80	844,40
Ch 3	P 5	CP 5	50,47	50,42	50,60	50,01	13,08	13,02	13,12	13,20	13,18	28,50	856,02
	P 8	CP 6	50,22	50,40	50,24	50,49	13,14	13,19	13,18	13,17	13,28	26,90	804,75
Ch 4	P 5	CP 7	50,23	50,19	50,40	50,35	13,32	13,38	13,41	13,37	13,47	28,80	850,37
	P 8	CP 8	50,02	50,40	50,48	50,11	13,15	13,24	13,10	13,13	13,25	27,50	826,61
Ch 5	P 5	CP 9	50,21	50,25	50,13	50,38	13,06	13,21	13,10	13,14	13,14	27,30	823,67
	P 8	CP 10	50,20	50,24	50,26	50,27	13,15	12,99	13,13	13,22	13,24	28,00	843,77

Comprimento = (Lado A + Lado B)/2 - Comprimento do corpo de prova expresso em milímetros [mm]

Largura = (Lado C + Lado D)/2 - Largura do corpo de prova expresso em milímetros [mm]

Espessura = (Ponto 1 + Ponto 2 + Ponto 3 + Ponto 4 + Ponto 5)/5 - Espessura do corpo de prova expresso em milímetros [mm]

Volume = Comprimento * Largura * Espessura - Volume do corpo de prova expresso em milímetros cúbicos [mm³]

Ch = Chapa

$\rho = m / V \rightarrow \rho = (m / V) * 1000000 \rightarrow \text{Densidade em kg/m}^3$

m = é a massa do corpo-de-prova - (Gramas [g])

Volume (V) = ((A+B)/2)*((C+D)/2)*((P1+P2+P3+P4+P5)/5) - [mm³]

Resultados		Corymbia Citriodora (CC) 80% + Fibra de Coco (FC) 20%	
	Máximo	856,02	
	Média	832,31	
	Mínima	804,75	
	Desvio Padrão	15,74	

Densidade												
Corymbia Citriodora (CC) 70% + Fibra de Coco (FC) 30%												
Painel	Posição	Corpo de Prova	Lado A [mm]	Lado B [mm]	Lado C [mm]	Lado D [mm]	Ponto 1 [mm]	Ponto 2 [mm]	Ponto 3 [mm]	Ponto 4 [mm]	Ponto 5 [mm]	Densidade kg/m³
Ch 1	P 5	CP 1	50,11	50,01	50,46	50,21	13,17	13,02	13,04	13,16	13,15	868,93
	P 8	CP 2	50,51	50,14	50,06	50,04	13,12	13,03	13,01	13,02	13,04	821,80
Ch 2	P 5	CP 3	50,02	50,03	50,10	50,07	12,90	13,10	13,11	13,00	13,08	878,57
	P 8	CP 4	50,27	50,35	50,19	50,28	12,99	13,02	12,98	13,01	12,90	865,73
Ch 3	P 5	CP 5	50,15	50,16	50,23	50,29	13,18	13,14	13,18	13,19	13,34	808,06
	P 8	CP 6	50,42	50,30	50,25	50,17	13,23	13,21	13,29	13,24	13,46	782,86
Ch 4	P 5	CP 7	50,27	50,31	50,50	50,20	13,11	13,19	13,28	13,22	13,15	805,43
	P 8	CP 8	50,38	50,30	50,24	50,14	13,15	13,19	13,20	13,06	13,08	855,71
Ch 5	P 5	CP 9	50,30	50,27	50,37	50,29	13,44	13,33	13,22	13,36	13,37	885,36
	P 8	CP 10	49,97	50,50	50,00	50,47	13,33	13,28	13,38	13,44	13,26	825,93

Comprimento = (Lado A + Lado B)/2 - Comprimento do corpo de prova exposto em milímetros [mm]

Largura = (Lado C + Lado D)/2 - Largura do corpo de prova exposto em milímetros [mm]

Espessura = (Ponto 1 + Ponto 2 + Ponto 3 + Ponto 4 + Ponto 5)/5 - Espessura do corpo de prova exposto em milímetros [mm]

Volume = Comprimento * Largura * Espessura - Volume do corpo de prova exposto em milímetros cúbicos [mm³]

Ch = Chapa

$\rho = m / V \rightarrow \rho = (m / V) * 1000000 \rightarrow \text{Densidade em kg/m}^3$

m = é a massa do corpo-de-prova - (Gramas [g])

Volume (V) = ((A+B)/2) * ((C+D)/2) * ((P1+P2+P3+P4+P5)/5) - [mm³]

Resultados		Corymbia Citriodora (CC) 70% + Fibra de Coco (FC) 30%
Máximo		885,36
Média		839,84
Mínima		782,86
Desvio Padrão		35,43

Resultados do Ensaio de Densidade

Resultados	CC 100% (T1)	CC 90% + FC 10% (T2)	CC 80% + FC 20% (T3)	CC 70% + FC 30% (T4)
Máximo	953,44	916,40	856,02	885,36
Média	872,62	861,92	832,31	839,84
Mínima	813,65	782,71	804,75	782,86
Desvio Padrão	42,74	48,82	15,74	35,43
	21,37185656	24,40800564	7,870489377	17,71687313

Comprimento = (Lado A + Lado B)/2 - Comprimento do corpo de prova expresso em milímetros [mm]

Largura = (Lado C + Lado D)/2 - Largura do corpo de prova expresso em milímetros [mm]

Espessura = (Ponto 1 + Ponto 2 + Ponto 3 + Ponto 4 + Ponto 5)/5 - Espessura do corpo de prova expresso em milímetros [mm]

Volume = Comprimento * Largura * Espessura - Volume do corpo de prova expresso em milímetros cúbicos [mm³]

$\rho = m / V \rightarrow \rho = (m / V) * 1000000 \rightarrow$ Densidade em kg/m³

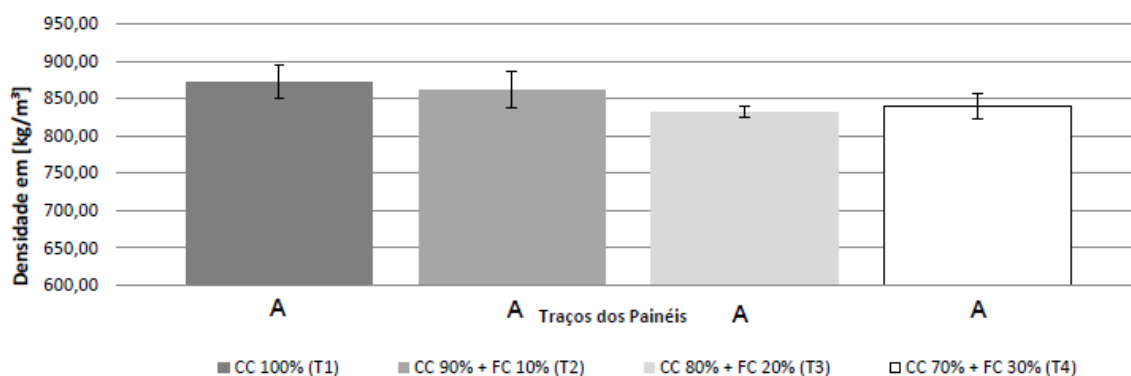
m = é a massa do corpo-de-prova - (Gramas [g])

(CC) → Corymbia Citriodora

Volume (V) = ((A+B)/2) * ((C+D)/2) * ((P1+P2+P3+P4+P5)/5) - [mm³]

(FC) → Fibra de Coco

Resultados Finais dos Painéis na Avaliação de Densidade



CC 100%	CC 90% + CP 10%	CC 80% + CP 20%	CC 70% + CP 30%
953,44	901,16	824,41	868,93
846,07	842,37	827,20	821,80
917,01	889,86	821,86	878,57
823,58	801,49	844,40	865,73
870,70	913,89	856,02	808,06
849,71	812,32	804,75	782,86
880,99	916,40	850,37	805,43
871,03	782,71	826,61	855,71
900,06	885,41	823,67	885,36
813,65	873,60	843,77	825,93

Análise Variância para Densidade

(CC) →

Corymbia Citriodora

(FC) →

Fibra de Coco

Anova: fator único

RESUMO

Grupo	Contagem	Soma	Média	Variância
CC 100%	10	8726,244503	872,6244503	1827,02501
CC 90% + CP 10%	10	8619,211258	861,9211258	2383,00296
CC 80% + CP 20%	10	8323,057816	832,3057816	247,778412
CC 70% + CP 30%	10	8398,371634	839,8371634	1255,55037

ANOVA

Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre grupos	10591,63521	3	3530,545071	2,47178338	0,077391286	2,866266
Dentro dos grupos	51420,2108	36	1428,339189			
Total	62011,84601	39				

Analise Tukey para Densidade

One-way ANOVA: CC 100%; CC 90% + CP 10%; CC 80% + CP 20%; CC 70% + CP 30%

Source	DF	SS	MS	F	P
Factor	3	10592	3531	2,47	0,077
Error	36	51420	1428		
Total	39	62012			

S = 37,79 R-Sq = 17,08% R-Sq(adj) = 10,17%

Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev

Level	N	Mean	StDev
CC 100%	10	872,62	42,74
CC 90% + CP 10%	10	861,92	48,82
CC 80% + CP 20%	10	832,31	15,74
CC 70% + CP 30%	10	839,84	35,43

825 850 875 900

Pooled StDev = 37,79

Grouping Information Using Tukey Method

	N	Mean	Grouping
CC 100%	10	872,62	A
CC 90% + CP 10%	10	861,92	A
CC 70% + CP 30%	10	839,84	A
CC 80% + CP 20%	10	832,31	A

Means that do not share a letter are significantly different.

(CC) → Corymbia Citriodora
(FC) → Fibra de Coco

Traços	Grupos
CC 100%	A
CC 90% + FC 10%	A
CC 80% + FC 20%	A
CC 70% + FC 30%	A

APÊNDICE B – Dados Inchamento em Espessura 24h

Inchamento em Espessura 24h					
Corymbia Citriodora (CC) 100%					
Painel	Posição	Corpo de Prova	E0 - [mm]	E1 - [mm]	Resultado 24h [%]
Ch 1	P 4	CP 1	13,42	15,00	11,77
	P 6	CP 2	13,47	15,08	11,95
Ch 2	P 4	CP 3	13,37	14,55	8,83
	P 6	CP 4	13,49	14,57	8,01
Ch 3	P 4	CP 5	13,27	14,25	7,39
	P 6	CP 6	13,46	14,71	9,29
Ch 4	P 4	CP 7	13,14	14,09	7,23
	P 6	CP 8	13,45	14,82	10,19
Ch 5	P 4	CP 9	13,06	13,94	6,74
	P 6	CP 10	13,26	14,74	11,16

Resultados Corymbia Citriodora (CC) 100%	
Máximo	11,95
Média	9,25
Mínima	6,74
Desvio Padrão	1,94

Ch = Chapa

$I = [(E1 - E0) / E0] \times 100$

E0 = espessura do CP antes da imersão [mm]

E1 = espessura do CP após a imersão [mm]

I = Inchamento em espessura do C.P. expressa em porcentagem [%]

24 Horas = 24h

(CC) → Corymbia Citriodora

(FC) → Fibra de Coco

Inchamento em Espessura 24h					
Corymbia Citriodora (CC) 90% + Fibra de Coco (FC) 10%					
Painel	Posição	Corpo de Prova	E0 - [mm]	E1 - [mm]	Resultado 24h [%]
Ch 1	P 4	CP 1	13,04	14,21	8,23
	P 6	CP 2	13,04	14,71	11,35
Ch 2	P 4	CP 3	12,95	14,43	10,26
	P 6	CP 4	12,96	14,87	12,84
Ch 3	P 4	CP 5	13,26	15,16	12,53
	P 6	CP 6	13,12	15,24	13,91
Ch 4	P 4	CP 7	13,25	15,01	11,73
	P 6	CP 8	13,28	14,81	10,33
Ch 5	P 4	CP 9	13,12	15,08	13,00
	P 6	CP 10	13,21	14,63	9,71
Resultados Corymbia Citriodora (CC) 90% + Fibra de Coco (FC) 10%					
Máximo			13,91		
Média			11,39		
Mínima			8,23		
Desvio Padrão			1,75		

Ch = Chapa

 $I = [(E1 - E0) / E0] \times 100$

E0 = espessura do CP antes da imersão [mm]

E1 = espessura do CP após a imersão [mm]

I = Inchamento em espessura do C.P. expressa em porcentagem [%]

24 Horas = 24h

(CC) → Corymbia Citriodora

(FC) → Fibra de Coco

Inchamento em Espessura 24h					
Corymbia Citriodora (CC) 80% + Fibra de Coco (FC) 20%					
Painel	Posição	Corpo de Prova	E0 - [mm]	E1 - [mm]	Resultado 24h [%]
Ch 1	P 4	CP 1	13,53	15,02	11,01
	P 6	CP 2	13,37	16,02	19,82
Ch 2	P 4	CP 3	13,36	15,74	17,81
	P 6	CP 4	13,42	15,77	17,51
Ch 3	P 4	CP 5	13,59	15,15	11,48
	P 6	CP 6	13,19	15,15	14,86
Ch 4	P 4	CP 7	13,27	15,35	15,67
	P 6	CP 8	13,17	15,10	14,65
Ch 5	P 4	CP 9	13,16	15,45	17,40
	P 6	CP 10	13,16	15,09	14,67
Resultados Corymbia Citriodora (CC) 80% + Fibra de Coco (FC) 20%					
Máximo			19,82		
Média			15,49		
Mínima			11,01		
Desvio Padrão			2,79		

Ch = Chapa

 $I = [(E1 - E0) / E0] \times 100$

E0 = espessura do CP antes da imersão [mm]

E1 = espessura do CP após a imersão [mm]

I = Inchamento em espessura do C.P. expressa em porcentagem [%]

24 Horas = 24h

(CC) → Corymbia Citriodora

(FC) → Fibra de Coco

Inchamento em Espessura 24h					
Corymbia Citriodora (CC) 70% + Fibra de Coco (FC) 30%					
Painel	Posição	Corpo de Prova	E0 - [mm]	E1 - [mm]	Resultado 24h [%]
Ch 1	P 4	CP 1	13,17	17,14	30,14
	P 6	CP 2	13,09	16,33	24,75
Ch 2	P 4	CP 3	13,04	15,50	18,87
	P 6	CP 4	12,00	16,08	34,00
Ch 3	P 4	CP 5	13,20	16,57	25,53
	P 6	CP 6	13,34	16,38	22,79
Ch 4	P 4	CP 7	13,25	17,31	30,64
	P 6	CP 8	13,36	18,02	34,88
Ch 5	P 4	CP 9	13,17	15,47	17,46
	P 6	CP 10	13,23	16,10	21,69
Resultados Corymbia Citriodora (CC) 70% + Fibra de Coco (FC) 30%					
Máximo			34,88		
Média			26,08		
Mínima			17,46		
Desvio Padrão			6,11		

Ch = Chapa

$$I = [(E1 - E0) / E0] \times 100$$

E0 = espessura do CP antes da imersão [mm]

E1 = espessura do CP após a imersão [mm]

I = Inchamento em espessura do C.P. expressa em porcentagem [%]

24 Horas = 24h

(CC) → Corymbia Citriodora

(FC) → Fibra de Coco

Resultados Finais para o Ensaio de Inchamento espessura 24h				
Resultados	CC 100% (T1)	CC 90% + FC 10% (T2)	CC 80% + FC 20% (T3)	CC 70% + FC 30% (T4)
Máximo	11,95	13,91	19,82	34,88
Média	9,25	11,39	15,49	26,08
Mínima	6,74	8,23	11,01	17,46
Desvio Padrão	1,94	1,75	2,79	6,11
	0,968934	0,87685	1,392818	3,054746

(E) → Eucalipto

(C) → Coco

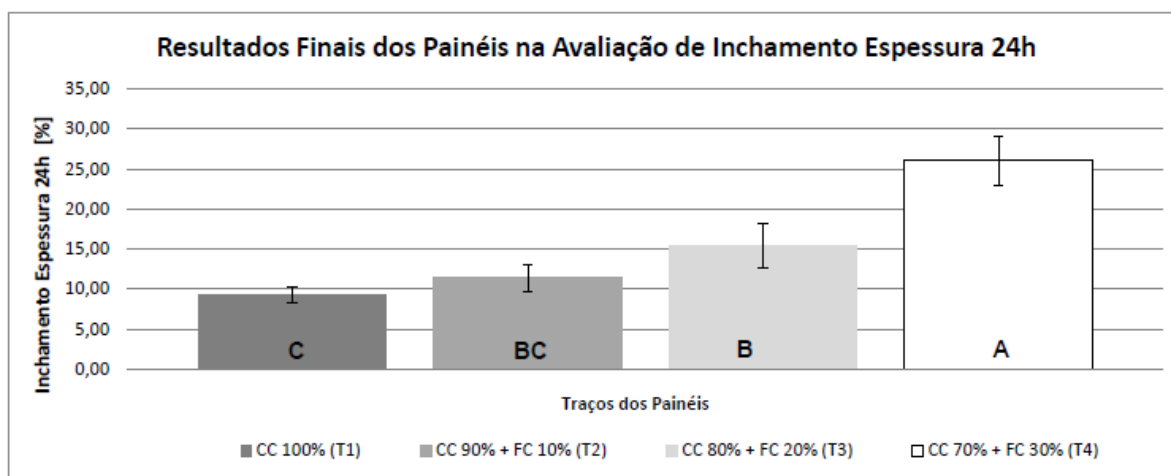
$$I = [(E1 - E0) / E0] \times 100$$

E0 = espessura do CP antes da imersão [mm]

E1 = espessura do CP após a imersão [mm]

I = Inchamento em espessura do C.P. expressa em porcentagem [%]

24 Horas = 24h



CC 100%	CC 90% + FC 10%	CC 80% + FC 20%	CC 70% + FC 30%
11,77	8,23	11,01	30,14
11,95	11,35	19,82	24,75
8,83	10,26	17,81	18,87
8,01	12,84	17,51	34,00
7,39	12,53	11,48	25,53
9,29	13,91	14,86	22,79
7,23	11,73	15,67	30,64
10,19	10,33	14,65	34,88
6,74	13,00	17,40	17,46
11,16	9,71	14,67	21,69

Análise Variância para Inchamento Espessura 24h

(CC) → Corymbia Citriodora
(FC) → Fibra de Coco

Anova: fator único

RESUMO				
Grupo	Contagem	Soma	Média	Variância
CC 100%	10	92,54469927	9,254469927	3,75533
CC 90% + FC 10%	10	113,8910708	11,38910708	3,075464
CC 80% + FC 20%	10	154,8932186	15,48932186	7,759769
CC 70% + FC 30%	10	260,7587294	26,07587294	37,32588

ANOVA						
Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre grupos	1677,443925	3	559,1479749	43,08061	0,000000000001	2,866266
Dentro dos grupos	467,2480095	36	12,97911137			
Total	2144,691934	39				

Análise Tukey para Inchamento Espessura 24h

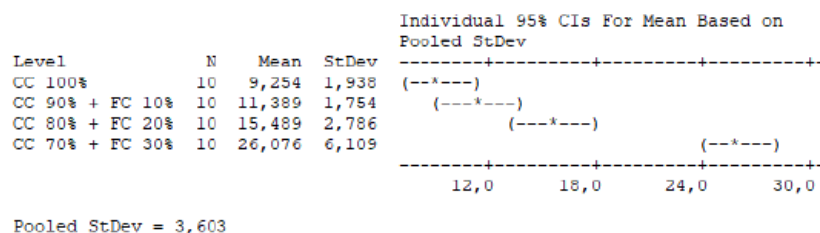
(E) → Eucalipto
(C) → Coco

Welcome to Minitab, press F1 for help.

One-way ANOVA: CC 100%; CC 90% + FC 10%; CC 80% + FC 20%; CC 70% + FC 30%

Source	DF	SS	MS	F	P
Factor	3	1677,4	559,1	43,08	0,000
Error	36	467,2	13,0		
Total	39	2144,7			

S = 3,603 R-Sq = 78,21% R-Sq(adj) = 76,40%



Grouping Information Using Tukey Method

	N	Mean	Grouping
CC 70% + FC 30%	10	26,076	A
CC 80% + FC 20%	10	15,489	B
CC 90% + FC 10%	10	11,389	B C
CC 100%	10	9,254	C

Traços	Grupos		
CC 100%			C
CC 90% + FC 10%		B	C
CC 80% + FC 20%		B	
CC 70% + FC 30%	A		

Means that do not share a letter are significantly different.

APÊNDICE C – Dados Absorção de Água 24h

Absorção de Água 24h					
Corymbia Citriodora (CC) 100%					
Painel	Posição	Corpo de Prova	M0 - [g]	M1 - [g]	Resultado 24h [%]
Ch 1	P 4	CP 1	30,40	34,30	12,83
	P 6	CP 2	33,40	37,10	11,08
Ch 2	P 4	CP 3	29,30	33,70	15,02
	P 6	CP 4	31,50	35,60	13,02
Ch 3	P 4	CP 5	29,40	33,30	13,27
	P 6	CP 6	30,70	34,40	12,05
Ch 4	P 4	CP 7	29,70	33,20	11,78
	P 6	CP 8	30,30	34,40	13,53
Ch 5	P 4	CP 9	29,50	32,90	11,53
	P 6	CP 10	30,90	34,20	10,68

Resultados Corymbia Citriodora (CC) 100%	
Máximo	15,02
Média	12,48
Mínima	10,68
Desvio Padrão	1,31

Ch = Chapa

$A = [(M1 - M0) / M0] \times 100$

M0 = Massa do CP antes da imersão [g]

M1 = Massa do CP após a imersão [g]

A = Absorção de água do C.P. expressa em porcentagem [%]

24 Horas = 24h

(CC) → Corymbia Citriodora

(FC) → Fibra de Coco

Absorção de Água 24h					
Corymbia Citriodora (CC) 90% + Fibra de Coco (FC) 10%					
Painel	Posição	Corpo de Prova	M0 - [g]	M1 - [g]	Resultado 24h [%]
Ch 1	P 4	CP 1	30,10	34,70	15,28
	P 6	CP 2	28,90	33,20	14,88
Ch 2	P 4	CP 3	29,60	33,90	14,53
	P 6	CP 4	28,30	33,80	19,43
Ch 3	P 4	CP 5	30,10	36,00	19,60
	P 6	CP 6	30,90	35,50	14,89
Ch 4	P 4	CP 7	29,70	34,80	17,17
	P 6	CP 8	30,80	36,30	17,86
Ch 5	P 4	CP 9	28,40	35,50	25,00
	P 6	CP 10	30,60	34,70	13,40
Resultados Corymbia Citriodora (CC) 90% + Fibra de Coco (FC) 10%					
Máximo			25,00		
Média			17,20		
Mínima			13,40		
Desvio Padrão			3,46		

Ch = Chapa
 $A = [(M1 - M0) / M0] \times 100$
M0 = Massa do CP antes da imersão [g]
M1 = Massa do CP após a imersão [g]
A = Absorção de água do C.P. expressa em porcentagem [%]
24 Horas = 24h

(CC) → Corymbia Citriodora
(FC) → Fibra de Coco

Absorção de Água 24h					
Corymbia Citriodora (CC) 80% + Fibra de Coco (FC) 20%					
Painel	Posição	Corpo de Prova	M0 - [g]	M1 - [g]	Resultado 24h [%]
Ch 1	P 4	CP 1	27,40	35,80	30,66
	P 6	CP 2	28,10	35,20	25,27
Ch 2	P 4	CP 3	27,40	35,50	29,56
	P 6	CP 4	29,00	34,80	20,00
Ch 3	P 4	CP 5	30,20	37,00	22,52
	P 6	CP 6	28,40	33,70	18,66
Ch 4	P 4	CP 7	28,40	33,90	19,37
	P 6	CP 8	26,40	32,50	23,11
Ch 5	P 4	CP 9	27,80	34,10	22,66
	P 6	CP 10	28,60	34,00	18,88
Resultados Corymbia Citriodora (CC) 80% + Fibra de Coco (FC) 20%					
Máximo			30,66		
Média			23,07		
Mínima			18,66		
Desvio Padrão			4,28		

Ch = Chapa
 $A = [(M1 - M0) / M0] \times 100$
M0 = Massa do CP antes da imersão [g]
M1 = Massa do CP após a imersão [g]
A = Absorção de água do C.P. expressa em porcentagem [%]
24 Horas = 24h

(CC) → Corymbia Citriodora
(FC) → Fibra de Coco

Absorção de Água 24h					
Corymbia Citriodora (CC) 70% + Fibra de Coco (FC) 30%					
Painel	Posição	Corpo de Prova	M0 - [g]	M1 - [g]	Resultado 24h [%]
Ch 1	P 4	CP 1	29,30	37,60	28,33
	P 6	CP 2	30,70	36,20	17,92
Ch 2	P 4	CP 3	29,90	36,40	21,74
	P 6	CP 4	29,90	35,60	19,06
Ch 3	P 4	CP 5	27,10	37,00	36,53
	P 6	CP 6	27,20	35,00	28,68
Ch 4	P 4	CP 7	27,80	36,30	30,58
	P 6	CP 8	28,80	36,60	27,08
Ch 5	P 4	CP 9	28,80	35,60	23,61
	P 6	CP 10	29,40	36,30	23,47
Resultados Corymbia Citriodora (CC) 70% + Fibra de Coco (FC) 30%					
Máximo			36,53		
Média			25,70		
Mínima			17,92		
Desvio Padrão			5,66		

Ch = Chapa

(CC) → Corymbia Citriodora

$A = [(M1 - M0) / M0] \times 100$

(FC) → Fibra de Coco

M0 = Massa do CP antes da imersão [g]

M1 = Massa do CP após a imersão [g]

A = Absorção de água do C.P. expressa em porcentagem [%]

24 Horas = 24h

Resultados do Ensaio de Absorção de Água 24h				
Resultados	CC 100% (T1)	CC 90% + FC 10% (T2)	CC 80% + FC 20% (T3)	CC 70% + FC 30% (T4)
Máximo	15,02	25,00	30,66	36,53
Média	12,48	17,20	23,07	25,70
Mínima	10,68	13,40	18,66	17,92
Desvio Padrão	1,31	3,46	4,28	5,66
	0,653049796	1,732396598	2,1417102	2,830578944

(CC) → Corymbia Citriodora

(FC) → Fibra de Coco

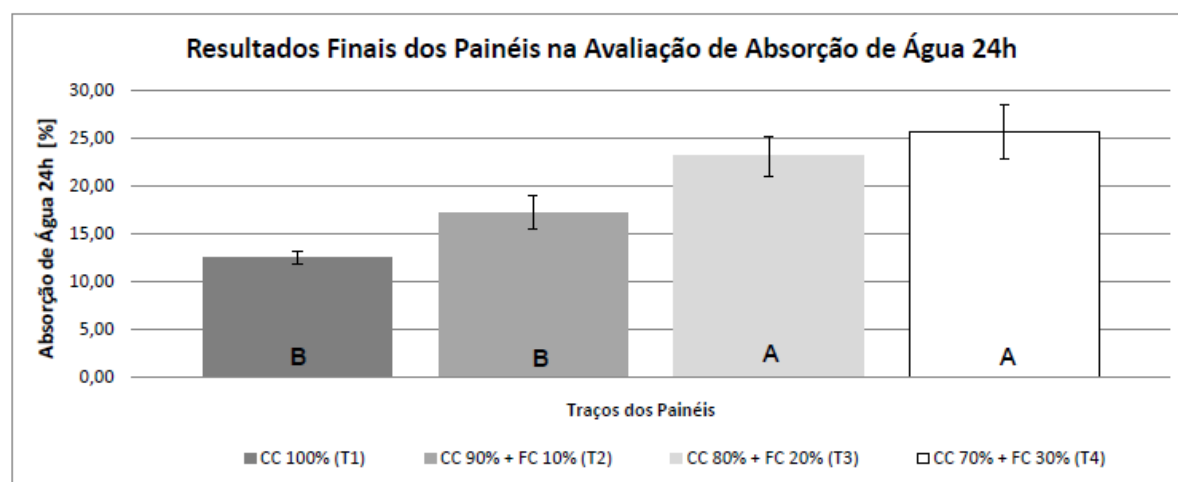
$A = [(M1 - M0) / M0] \times 100$

M0 = Massa do CP antes da imersão [g]

M1 = Massa do CP após a imersão [g]

A = Absorção de água do C.P. expressa em porcentagem [%]

24 Horas = 24h



CC 100%	CC 90% + CP 10%	CC 80% + CP 20%	CP 70% + CP 30%
12,83	15,28	30,66	28,33
11,08	14,88	25,27	17,92
15,02	14,53	29,56	21,74
13,02	19,43	20,00	19,06
13,27	19,60	22,52	36,53
12,05	14,89	18,66	28,68
11,78	17,17	19,37	30,58
13,53	17,86	23,11	27,08
11,53	25,00	22,66	23,61
10,68	13,40	18,88	23,47

Análise Variância para Absorção de Água 24h

(CC) → Corymbia Citriodora
(FC) → Fibra de Coco

Anova: fator único

RESUMO				
Grupo	Contagem	Soma	Média	Variância
CC 100%	10	124,7780532	12,47780532	1,705896
CC 90% + CP 10%	10	172,0385539	17,20385539	12,00479
CC 80% + CP 20%	10	230,6796573	23,06796573	18,34769
CP 70% + CP 30%	10	256,9928378	25,69928378	32,04871

ANOVA						
Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre grupos	1056,946168	3	352,3153895	21,98293	0,0000000290	2,866266
Dentro dos grupos	576,9637829	36	16,02677175			
Total	1633,909951	39				

Análise Tukey para Inchamento Espessura 24h

One-way ANOVA: CC 100%; CC 90% + CP 10%; CC 80% + CP 20%; CP 70% + CP 30%

Source	DF	SS	MS	F	P
Factor	3	1056,9	352,3	21,98	0,000
Error	36	577,0	16,0		
Total	39	1633,9			

(CC) → Corymbia Citriodora
(FC) → Fibra de Coco

S = 4,003 R-Sq = 64,69% R-Sq(adj) = 61,75%

Level	N	Mean	StDev
CC 100%	10	12,478	1,306
CC 90% + CP 10%	10	17,204	3,465
CC 80% + CP 20%	10	23,068	4,283
CP 70% + CP 30%	10	25,699	5,661

Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev

Level	Mean	Lower CI	Upper CI
CC 100%	12,478	10,870	14,086
CC 90% + CP 10%	17,204	13,470	20,938
CC 80% + CP 20%	23,068	18,100	28,036
CP 70% + CP 30%	25,699	19,570	31,828

Pooled StDev = 4,003

Grouping Information Using Tukey Method

	N	Mean	Grouping
CP 70% + CP 30%	10	25,699	A
CC 80% + CP 20%	10	23,068	A
CC 90% + CP 10%	10	17,204	B
CC 100%	10	12,478	B

Means that do not share a letter are significantly different.

Traços	Grupos
CC 100%	B
CC 90% + FC 10%	B
CC 80% + FC 20%	A
CC 70% + FC 30%	A

APÊNDICE D – Dados Teor de Umidade

Teor de Umidade					
Corymbia Citriodora (CC) 100%					
Painel	Posição	Corpo de Prova	MU - [g]	MS - [g]	Umidade Residual [%]
Ch 1	P 3	CP 1	26,40	24,40	8,20
	P 7	CP 2	32,70	30,40	7,57
Ch 2	P 3	CP 3	26,20	24,00	9,17
	P 7	CP 4	31,00	28,80	7,64
Ch 3	P 3	CP 5	27,00	24,80	8,87
	P 7	CP 6	31,40	29,10	7,90
Ch 4	P 3	CP 7	27,50	25,30	8,70
	P 7	CP 8	31,90	29,60	7,77
Ch 5	P 3	CP 9	26,10	24,40	6,97
	P 7	CP 10	30,70	28,90	6,23

Resultados Corymbia Citriodora (CC) 100%	
Máximo	9,17
Média	7,90
Mínima	6,23
Desvio Padrão	0,89

(CC) → Corymbia Citriodora

(FC) → Fibra de Coco

Ch = Chapa

$U = [(MU - MS) / MS] \times 100$

MU = massa umida do Corpo de Prova expressa em gramas [g]

MS = massa seca do Corpo de Prova expressa em gramas [g]

U = Umidade residual C.P. expressa em porcentagem [%]

Teor de Umidade					
Corymbia Citriodora (CC) 90% + Fibra de Coco (FC) 10%					
Painel	Posição	Corpo de Prova	MU - [g]	MS - [g]	Umidade Residual [%]
Ch 1	P 3	CP 1	28,50	26,80	6,34
	P 7	CP 2	27,60	25,90	6,56
Ch 2	P 3	CP 3	28,50	26,80	6,34
	P 7	CP 4	27,80	26,10	6,51
Ch 3	P 3	CP 5	26,70	25,10	6,37
	P 7	CP 6	30,90	29,20	5,82
Ch 4	P 3	CP 7	26,40	24,90	6,02
	P 7	CP 8	31,00	29,20	6,16
Ch 5	P 3	CP 9	26,50	24,80	6,85
	P 7	CP 10	31,60	30,60	3,27
Resultados Corymbia Citriodora (CC) 90% + Fibra de Coco (FC) 10%					
Máximo			6,85		
Média			6,03		
Mínima			3,27		
Desvio Padrão			1,01		

(CC) → Corymbia Citriodora

(FC) → Fibra de Coco

Ch = Chapa

 $U = [(MU - MS) / MS] \times 100$

MU = massa umida do Corpo de Prova expressa em gramas [g]

MS = massa seca do Corpo de Prova expressa em gramas [g]

U = Umidade residual C.P. expressa em porcentagem [%]

Teor de Umidade					
Corymbia Citriodora (CC) 80% + Fibra de Coco (FC) 20%					
Painel	Posição	Corpo de Prova	MU - [g]	MS - [g]	Umidade Residual [%]
Ch 1	P 3	CP 1	26,30	24,40	7,79
	P 7	CP 2	29,20	27,30	6,96
Ch 2	P 3	CP 3	27,40	25,40	7,87
	P 7	CP 4	29,10	27,20	6,99
Ch 3	P 3	CP 5	26,80	24,90	7,63
	P 7	CP 6	29,40	27,40	7,30
Ch 4	P 3	CP 7	26,00	24,70	5,26
	P 7	CP 8	28,10	26,20	7,25
Ch 5	P 3	CP 9	29,50	27,70	6,50
	P 7	CP 10	29,70	27,80	6,83
Resultados Corymbia Citriodora (CC) 80% + Fibra de Coco (FC) 20%					
Máximo			7,87		
Média			7,04		
Mínima			5,26		
Desvio Padrão			0,76		

(CC) → Corymbia Citriodora

(FC) → Fibra de Coco

Ch = Chapa

 $U = [(MU - MS) / MS] \times 100$

MU = massa umida do Corpo de Prova expressa em gramas [g]

MS = massa seca do Corpo de Prova expressa em gramas [g]

U = Umidade residual C.P. expressa em porcentagem [%]

Teor de Umidade					
Corymbia Citriodora (CC) 70% + Fibra de Coco (FC) 30%					
Painel	Posição	Corpo de Prova	MU - [g]	MS - [g]	Umidade Residual [%]
Ch 1	P 3	CP 1	27,60	25,90	6,56
	P 7	CP 2	28,90	26,90	7,43
Ch 2	P 3	CP 3	28,00	26,20	6,87
	P 7	CP 4	30,10	28,10	7,12
Ch 3	P 3	CP 5	26,30	24,60	6,91
	P 7	CP 6	27,60	25,80	6,98
Ch 4	P 3	CP 7	26,60	25,40	4,72
	P 7	CP 8	29,40	27,70	6,14
Ch 5	P 3	CP 9	26,00	24,30	7,00
	P 7	CP 10	29,80	27,70	7,58
Resultados Corymbia Citriodora (CC) 70% + Fibra de Coco (FC) 30%					
Máximo			7,58		
Média			6,73		
Mínima			4,72		
Desvio Padrão			0,81		

(CC) → Corymbia Citriodora

(FC) → Fibra de Coco

Ch = Chapa

$U = [(MU - MS) / MS] \times 100$

MU = massa umida do Corpo de Prova expressa em gramas [g]

MS = massa seca do Corpo de Prova expressa em gramas [g]

U = Umidade residual C.P. expressa em porcentagem [%]

Resultados do Ensaio de Teor de Umidade				
Resultados	CC 100% (T1)	CC 90% + FC 10% (T2)	CC 80% + FC 20% (T3)	CC 70% + FC 30% (T4)
Máximo	9,17	6,85	7,87	7,58
Média	7,90	6,03	7,04	6,73
Mínima	6,23	3,27	5,26	4,72
Desvio Padrão	0,89	1,01	0,76	0,81

(CC) → Corymbia Citriodora

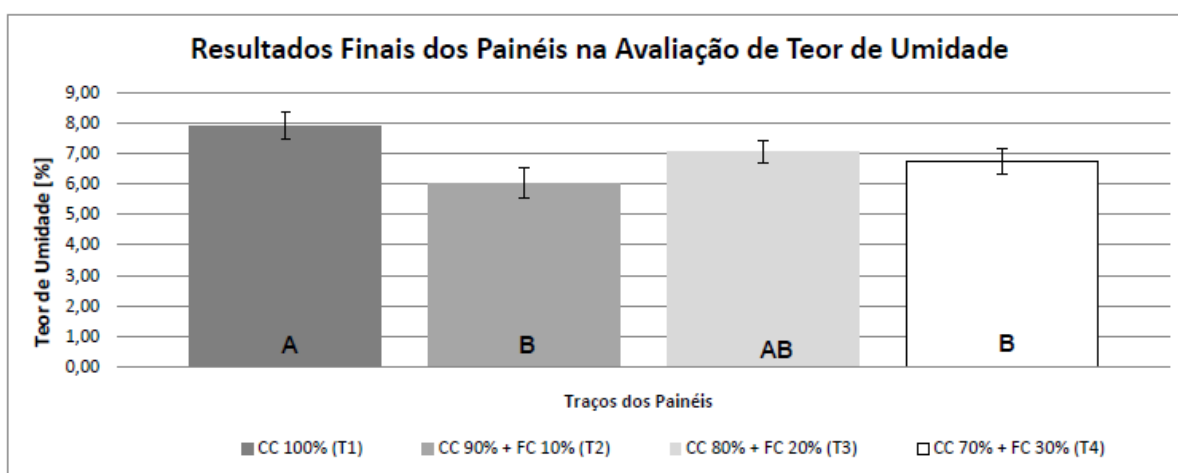
(FC) → Coco

$U = [(MU - MS) / MS] \times 100$

MU = massa umida do Corpo de Prova expressa em gramas [g]

MS = massa seca do Corpo de Prova expressa em gramas [g]

U = Umidade residual C.P. expressa em porcentagem [%]



CC 100%	CC90%+FC10%	CC80%+FC20%	CC70%+FC30%
8,20	6,34	7,79	6,56
7,57	6,56	6,96	7,43
9,17	6,34	7,87	6,87
7,64	6,51	6,99	7,12
8,87	6,37	7,63	6,91
7,90	5,82	7,30	6,98
8,70	6,02	5,26	4,72
7,77	6,16	7,25	6,14
6,97	6,85	6,50	7,00
6,23	3,27	6,83	7,58

Análise Variância para Teor de Umidade

(CC) → Corymbia Citriodora
(FC) → Fibra de Coco

Anova: fator único

RESUMO

Grupo	Contagem	Soma	Média	Variância
CC 100%	10	79,00432341	7,900432341	0,792163609
CC90%+FC10%	10	60,271396	6,0271396	1,022662245
CC80%+FC20%	10	70,38348784	7,038348784	0,579623587
CC70%+FC30%	10	67,3123366	6,73123366	0,661883524

ANOVA

Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre grupos	18,08012867	3	6,026709556	7,887503913	0,0003593	2,866266
Dentro dos grupos	27,50699669	36	0,764083241			
Total	45,58712536	39				

Análise Tukey para Teor de Umidade

(CC) → Corymbia Citriodora
(FC) → Fibra de Coco

Welcome to Minitab, press F1 for help.

One-way ANOVA: CC 100%; CC90%+FC10%; CC80%+FC20%; CC70%+FC30%

Source	DF	SS	MS	F	P
Factor	3	18,080	6,027	7,89	0,000
Error	36	27,507	0,764		
Total	39	45,587			

S = 0,8741 R-Sq = 39,66% R-Sq(adj) = 34,63%

Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev

Level	N	Mean	StDev
CC 100%	10	7,9004	0,8900
CC90%+FC10%	10	6,0271	1,0113
CC80%+FC20%	10	7,0383	0,7613
CC70%+FC30%	10	6,7312	0,8136

5,60 6,40 7,20 8,00

Grouping Information Using Tukey Method

	N	Mean	Grouping
CC 100%	10	7,9004	A
CC80%+FC20%	10	7,0383	A B
CC70%+FC30%	10	6,7312	B
CC90%+FC10%	10	6,0271	B

Means that do not share a letter are significantly different.

Traços	Grupos
CC 100%	A
CC 90% + FC 10%	B
CC 80% + FC 20%	A B
CC 70% + FC 30%	B

APÊNDICE E – Dados de Resistência à Flexão (Módulo de elasticidade (MOE), Módulo de Ruptura (MOR)) e Relatório de Ensaio EMIC

Flexão e Módulo de Elasticidade				
Corymbia Citriodora (CC) 100%				
Painel	Posição	Corpo de Prova	Largura - [mm]	Espessura - [mm]
Ch 1	P 2	CP 1	50,35	13,43
	P 9	CP 2	50,06	13,47
Ch 2	P 2	CP 3	50,40	13,25
	P 9	CP 4	50,74	13,50
Ch 3	P 2	CP 5	50,12	13,50
	P 9	CP 6	50,52	13,41
Ch 4	P 2	CP 7	50,40	13,31
	P 9	CP 8	50,13	13,40
Ch 5	P 2	CP 9	50,06	13,18
	P 9	CP 10	50,30	13,15

Largura = Largura do corpo de prova expresso em milímetros [mm]

Espessura = Espessura do corpo de prova expresso em milímetros [mm]

(CC) → Corymbia Citriodora

(FC) → Fibra de Coco

Flexão e Módulo de Elasticidade				
Corymbia Citriodora (CC) 90% + Fibra de Coco (FC) 10%				
Painel	Posição	Corpo de Prova	Largura - [mm]	Espessura - [mm]
Ch 1	P 2	CP 1	50,25	13,24
	P 9	CP 2	50,05	13,18
Ch 2	P 2	CP 3	50,25	13,12
	P 9	CP 4	50,27	13,08
Ch 3	P 2	CP 5	50,03	13,13
	P 9	CP 6	50,05	13,22
Ch 4	P 2	CP 7	50,51	13,52
	P 9	CP 8	50,53	13,56
Ch 5	P 2	CP 9	50,29	31,39
	P 9	CP 10	50,14	13,42

Largura = Largura do corpo de prova expresso em milímetros [mm]

Espessura = Espessura do corpo de prova expresso em milímetros [mm]

(CC) → Corymbia Citriodora

(FC) → Fibra de Coco

Flexão e Módulo de Elasticidade				
Corymbia Citriodora (CC) 80% + Fibra de Coco (FC) 20%				
Painel	Posição	Corpo de Prova	Largura - [mm]	Espessura - [mm]
Ch 1	P 2	CP 1	50,19	13,61
	P 9	CP 2	50,20	13,45
Ch 2	P 2	CP 3	50,32	13,40
	P 9	CP 4	50,05	13,40
Ch 3	P 2	CP 5	49,98	13,15
	P 9	CP 6	49,97	13,01
Ch 4	P 2	CP 7	50,09	13,29
	P 9	CP 8	50,02	13,05
Ch 5	P 2	CP 9	49,92	13,13
	P 9	CP 10	50,00	13,30

Largura = Largura do corpo de prova expresso em milímetros [mm]

Espessura = Espessura do corpo de prova expresso em milímetros [mm]

(CC) → Corymbia Citriodora

(FC) → Fibra de Coco

Flexão e Módulo de Elasticidade				
Corymbia Citriodora (CC) 70% + Fibra de Coco (FC) 30%				
Painel	Posição	Corpo de Prova	Largura - [mm]	Espessura - [mm]
Ch 1	P 2	CP 1	50,65	13,31
	P 9	CP 2	50,08	13,24
Ch 2	P 2	CP 3	50,02	13,28
	P 9	CP 4	50,03	13,24
Ch 3	P 2	CP 5	50,16	13,35
	P 9	CP 6	50,13	13,24
Ch 4	P 2	CP 7	50,13	13,23
	P 9	CP 8	50,3	13,30
Ch 5	P 2	CP 9	50,68	13,42
	P 9	CP 10	50,03	13,55

Largura = Largura do corpo de prova expresso em milímetros [mm]

Espessura = Espessura do corpo de prova expresso em milímetros [mm]

(CC) → Corymbia Citriodora

(FC) → Fibra de Coco

Flexão e Módulo de Elasticidade

Corymbia Citriodora (CC) 100%				
Painel	Posição Reserva	Corpo de Prova	Largura - [mm]	Espessura - [mm]
Ch 1	P. R. 1	CP 1	50,12	13,03
Ch 2	P. R. 1	CP 2	50,10	13,04
Ch 3	P. R. 1	CP 3		
Ch 4	P. R. 1	CP 4		
Ch 5	P. R. 1	CP 5		
Corymbia Citriodora (CC) 90% + Fibra de Coco (FC) 10%				
Ch 1	P. R. 1	CP 1	50,04	13,04
Ch 2	P. R. 1	CP 2	50,00	13,02
Ch 3	P. R. 1	CP 3		
Ch 4	P. R. 1	CP 4		
Ch 5	P. R. 1	CP 5		
Corymbia Citriodora (CC) 80% + Fibra de Coco (FC) 20%				
Ch 1	P. R. 1	CP 1	50,13	13,00
Ch 2	P. R. 1	CP 2	50,03	13,02
Ch 3	P. R. 1	CP 3		
Ch 4	P. R. 1	CP 4		
Ch 5	P. R. 1	CP 5		
Corymbia Citriodora (CC) 70% + Fibra de Coco (FC) 30%				
Ch 1	P. R. 1	CP 1	50,04	13,07
Ch 2	P. R. 1	CP 2	50,10	13,02
Ch 3	P. R. 1	CP 3		
Ch 4	P. R. 1	CP 4		
Ch 5	P. R. 1	CP 5		

Largura = Largura do corpo de prova expresso em milímetros [mm]

Espessura = Espessura do corpo de prova expresso em milímetros [mm]

P.R 1 = Posição Reserva

Ch = Chapa

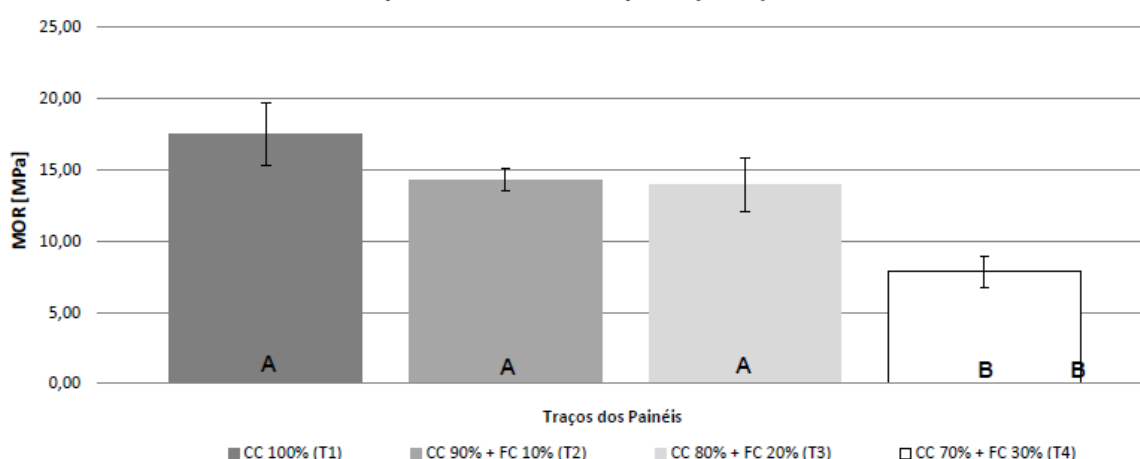
Resultados do Módulo de Ruptura (MOR) na Flexão Estática

Resultados	CC 100% (T1)	CC 90% + FC 10% (T2)	CC 80% + FC 20% (T3)	CC 70% + FC 30% (T4)
Máximo	24,87	16,41	19,45	10,76
Média	17,52	14,28	13,94	7,85
Mínima	12,79	11,85	8,34	4,52
Desvio Padrão	4,32	1,59	3,70	2,19
	2,1615	0,7935	1,848	1,094

(CC) → Corymbia + Coco

(FC) → Fibra de Coco

Resultados Finais para o Módulo de Ruptura (MOR) na Flexão Estática



CC 100%	CC 90% + FC 10%	CC 80% + FC 20%	CC 70% + FC 30%
24,87	14,10	9,56	10,48
20,03	12,55	11,62	8,67
14,65	15,08	14,90	6,72
12,79	16,41	16,83	10,76
14,08	15,09	18,79	5,32
12,93	11,85	19,45	4,52
17,58	15,68	12,48	7,91
16,86	15,19	12,78	9,93
24,14	14,76	14,62	8,28
17,24	12,06	8,34	5,91

Anova: fator único

Resultados do Módulo de Ruptura (MOR) na Flexão Estática

RESUMO

Grupo	Contagem	Soma	Média	Variância
CC 100%	10	175,17	17,517	18,686223
CC 90% + FC 10%	10	142,77	14,277	2,5233344
CC 80% + FC 20%	10	139,37	13,937	13,669179
CC 70% + FC 30%	10	78,5	7,85	4,7891778

(CC) → Corymbia Citriodorã Coco

(FC) → Fibra de Coco

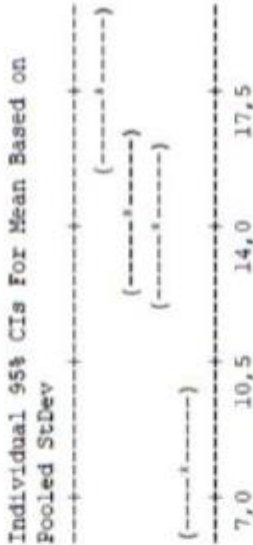
ANOVA

Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre grupos	488,0959675	3	162,6986558	16,406071	0,000000695	2,866266
Dentro dos grupos	357,01123	36	9,916978611			
Total	845,1071975	39				

Resultados do Módulo de Ruptura (MOR) na Flexão Estática

One-way ANOVA: CC 100%; CC 90% + FC 10%; CC 80% + FC 20%; CC 70% + FC 30%

Source	DF	SS	MS	F	P
Factor	3	488,10	162,70	16,41	0,000
Error	36	357,01	9,92		
Total	39	845,11			
S = 3,149 R-Sq = 57,76% R-Sq(adj) = 54,24%					



Pooled StDev = 3,149

Grouping Information Using Tukey Method

	N	Mean	Grouping
CC 100%	10	17,517	A
CC 90% + FC 10%	10	14,277	A
CC 80% + FC 20%	10	13,937	A
CC 70% + FC 30%	10	7,850	B

Means that do not share a letter are significantly different.

Tukey 95% Simultaneous Confidence Intervals
All Pairwise Comparisons

Traços	Grupos
CC 100%	A
CC 90% + FC 10%	A
CC 80% + FC 20%	A
CC 70% + FC 30%	B

(CC) → Corymbia Citriodora
(FC) → Fibra de Coco

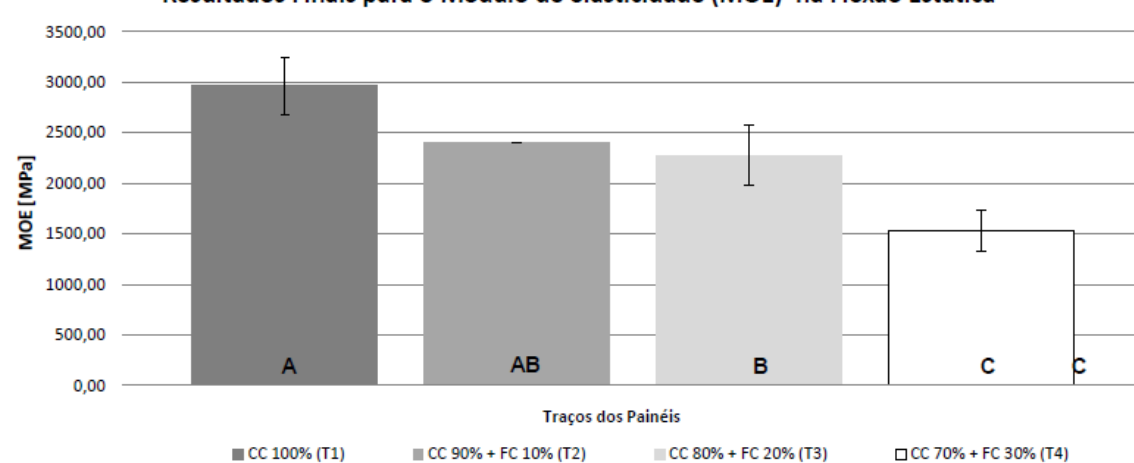
Resultados do Módulo de elasticidade (MOE) na Flexão Estática

Resultados	CC 100% (T1)	CC 90% + FC 10% (T2)	CC 80% + FC 20% (T3)	CC 70% + FC 30% (T4)
Máximo	3934,00	27,50	3299,00	1939,00
Média	2964,00	2403,00	2279,00	1535,00
Mínima	2160,00	1921,00	1437,00	723,50
Desvio Padrão	577,50	10,78	592,90	411,00
	288,75	5,39	296,45	205,5

(CC) → Corymbia (Coco)

(FC) → Fibra de Coco

Resultados Finais para o Módulo de elasticidade (MOE) na Flexão Estática



CC 100%	CC 90% + FC 10%	CC 80% + FC 20%	CC 70% + FC 30%
3933,73	2248,27	1653,22	1870,52
3487,31	2048,11	1838,22	1521,59
2685,94	2547,10	2494,00	1265,64
2160,19	2749,70	2759,69	1928,89
2797,47	2584,51	2880,37	
2248,83	1921,34	3299,04	
2835,39	2559,80	1844,22	1613,59
2843,47	2508,25	2273,52	1938,70
3667,26	2505,25	2311,97	1416,42
2980,57	2356,79	1436,98	723,49

Anova: fator único

Resultados do Módulo de elasticidade (MOE)

RESUMO

(CC) → Corymbia Citriodor: Coco

(FC) → Fibra de Coco

Grupo	Contagem	Soma	Média	Variância
CC 100%	10	29640,16	2964,016	333641,68
CC 90% + FC 10%	10	24029,12	2402,912	67116,708
CC 80% + FC 20%	10	22791,23	2279,123	351605,69
CC 70% + FC 30%	8	12278,84	1534,855	168888,18

ANOVA

Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre grupos	9155807,939	3	3051935,98	13,046571	0,000007870	2,882604
Dentro dos grupos	7953493,901	34	233926,2912			
Total	17109301,84	37				

One-way ANOVA: CC 100%; CC 90% + FC 10%; CC 80% + FC 20%; CC 70% + FC 30%

Source	DF	SS	MS	F	P
Factor	3	9155808	3051936	13,05	0,000
Error	34	7953494	233926		
Total	37	17109302			

S = 483,7 R-Sq = 53,51% R-Sq(adj) = 49,41%



Pooled StDev = 483,7

(CC) → Corymbia Citriodora
(FC) → Fibra de Coco

Resultados do Módulo de elasticidade (MOE)

Traços	Grupos
CC 100%	A
CC 90% + FC 10%	A
CC 80% + FC 20%	B
CC 70% + FC 30%	C

Grouping Information Using Tukey Method

	N	Mean	Grouping
CC 100%	10	2964,0	A
CC 90% + FC 10%	10	2402,9	A B
CC 80% + FC 20%	10	2279,1	B
CC 70% + FC 30%	8	1534,9	C

Means that do not share a letter are significantly different.

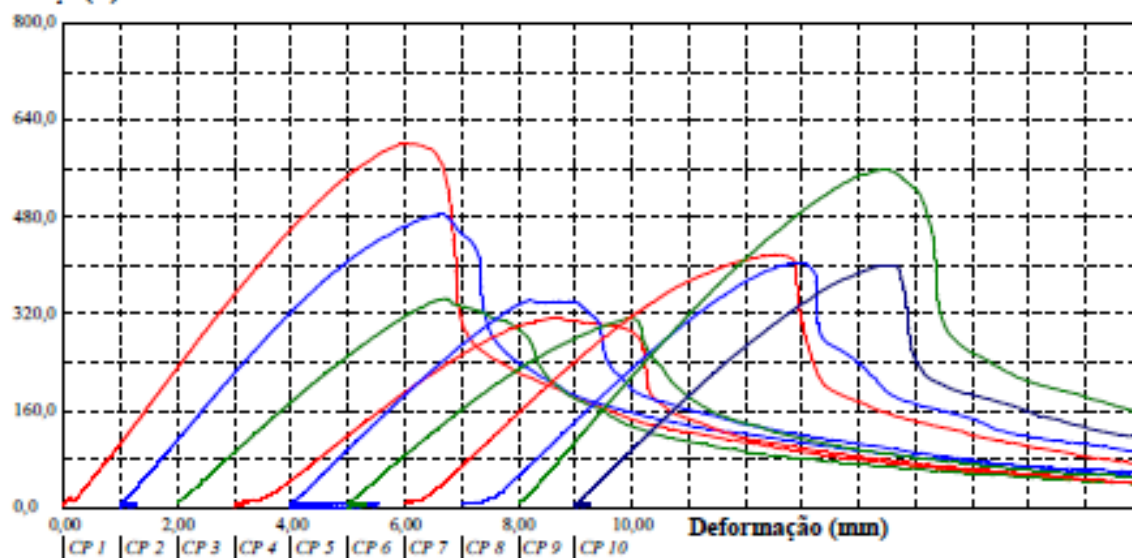
UNESP - Universidade Estadual Paulista
Faculdade de Engenharia de Bauru - Laboratório de Construção Civil

Relatório de Ensaio

Máquina: **Emic DL30000N** Célula: **Trd 26** Extensômetro: **-** Data: **10/07/2019** Hora: **10:50:58** Trabalho nº **3738**
 Programa: **Tesc versão 1.13** Método de Ensaio: **Chapa Aglomerado Flexão estática B MOE Gilma**
 Ident. Amostra: **>>>>>>>>>>** Material: **Painel Particulado** Traço: **Cytridora 100%** Projeto Pesquisa: **Mestrado Gilma**

Corpo de Prova	espessura (mm)	largura (mm)	P est (N)	velocidade carga (mm/min)	carga ruptura P (N)	MOR (MPa)	MOE 10% a 50% (MPa)
CP 1	13,43	50,35	508,30	7	602,17	24,87	3933,73
CP 2	13,47	50,06	508,30	7	485,06	20,03	3487,31
CP 3	13,25	50,40	508,30	7	345,78	14,65	2685,94
CP 4	13,50	50,74	508,30	7	315,29	12,79	2160,19
CP 5	13,50	50,12	508,30	7	343,01	14,08	2797,47
CP 6	13,41	50,52	508,30	7	313,21	12,93	2248,83
CP 7	13,31	50,40	508,30	7	418,54	17,58	2835,39
CP 8	13,40	50,13	508,30	7	404,68	16,86	2843,47
CP 9	13,18	50,06	508,30	7	559,90	24,14	3667,26
CP 10	13,15	50,30	508,30	7	399,83	17,24	2980,57
Número CPs	10	10	10	10	10	10	10
Média	13,36	50,31	508,3	7,000	418,7	17,52	2964
Desv. Padrão	0,1297	0,2212	0,0000	0,0000	100,8	4,323	577,6
Coef.Var.(%)	0,9708	0,4397	0,0000	0,0000	24,07	24,68	19,49
Mínimo	13,15	50,06	508,3	7,000	313,2	12,79	2160
Máximo	13,50	50,74	508,3	7,000	602,2	24,87	3934

Força (N)



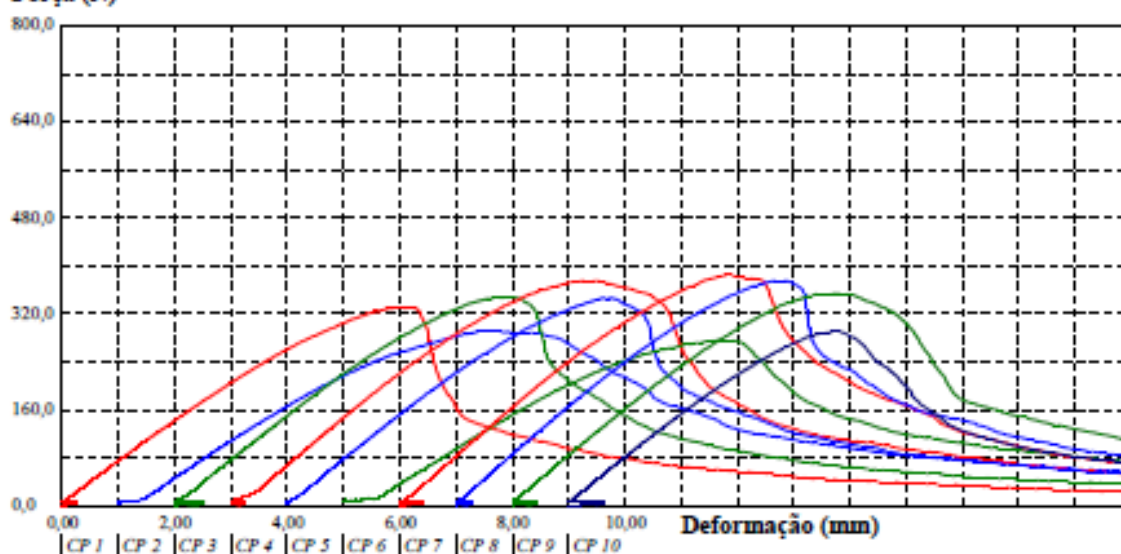
UNESP - Universidade Estadual Paulista
Faculdade de Engenharia de Bauru - Laboratório de Construção Civil

Relatório de Ensaio

Máquina: **Emic DL30000N** Célula: **Trd 26** Extensômetro: - Data: **10/07/2019** Hora: **10:52:22** Trabalho n° **3739**
Programa: **Tesc versão 1.13** Método de Ensaio: **Chapa Aglomerado Flexão estática B MOE Gilma**
Ident. Amostra: >>Material: **Painel Particulado** Traço: **Cytridora 90% + 10% Coco** Projeto Pesquisa: **Mestrado Gilma**

Corpo de Prova	espessura (mm)	largura (mm)	P est (N)	velocidade carga (mm/min)	carga ruptura P (N)	MOR (MPa)	MOE 10% a 50% (MPa)
CP 1	13,24	50,25	346,50	7	331,23	14,10	2248,27
CP 2	13,18	50,05	346,50	7	291,04	12,55	2048,11
CP 3	13,12	50,25	346,50	7	347,86	15,08	2547,10
CP 4	13,08	50,27	346,50	7	376,27	16,41	2749,70
CP 5	13,13	50,03	346,50	7	347,16	15,09	2584,51
CP 6	13,22	50,05	346,50	7	276,48	11,85	1921,34
CP 7	13,52	50,51	346,50	7	385,97	15,68	2559,80
CP 8	13,56	50,53	346,50	7	376,27	15,19	2508,25
CP 9	13,39	50,29	346,50	7	354,79	14,76	2505,25
CP 10	13,42	50,14	346,50	7	290,34	12,06	2356,79
Número CPs	10	10	10	10	10	10	10
Média	13,29	50,24	346,5	7,000	337,7	14,28	2403
Desv. Padrão	0,1734	0,1785	0,0000	0,0000	39,44	1,587	259,1
Coef. Var. (%)	1,305	0,3553	0,0000	0,0000	11,68	11,12	10,78
Mínimo	13,08	50,03	346,5	7,000	276,5	11,85	1921
Máximo	13,56	50,53	346,5	7,000	386,0	16,41	2750

Força (N)



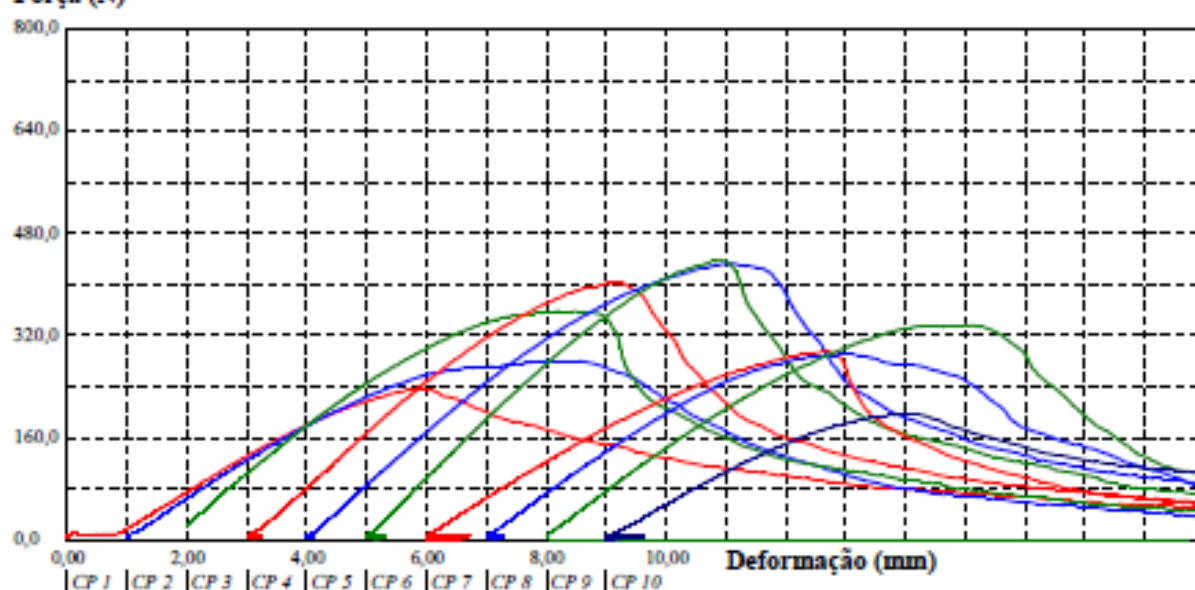
UNESP - Universidade Estadual Paulista
Faculdade de Engenharia de Bauru - Laboratório de Construção Civil

Relatório de Ensaio

Máquina: **Emic DL30000N** Célula: **Trd 26** Extensômetro: - Data: **10/07/2019** Hora: **10:52:48** Trabalho n° **3740**
Programa: **Tesc versão 1.13** Método de Ensaio: **Chapa Aglomerado Flexão estática B MOE Gilma**
Ident. Amostra: >>Material: **Painel Particulado** Traço: **Cytriodora 80% + 20% Coco** Projeto Pesquisa: **Mestrado Gilma**

Corpo de Prova	espessura (mm)	largura (mm)	P est (N)	velocidade carga (mm/min)	carga ruptura P (N)	MOR (MPa)	MOE 10% a 50% (MPa)
CP 1	13,61	50,19	369,70	7	236,99	9,56	1653,22
CP 2	13,45	50,20	369,70	7	281,34	11,62	1838,98
CP 3	13,40	50,32	369,70	7	358,94	14,90	2494,00
CP 4	13,40	50,05	369,70	7	403,29	16,83	2759,69
CP 5	13,15	49,98	369,70	7	433,09	18,79	2880,37
CP 6	13,01	49,97	369,70	7	438,63	19,45	3299,04
CP 7	13,29	50,09	369,70	7	294,50	12,48	1844,22
CP 8	13,05	50,02	369,70	7	290,34	12,78	2273,52
CP 9	13,13	49,99	369,70	7	336,08	14,62	2311,97
CP 10	13,30	50,00	369,70	7	196,80	8,34	1436,98
Número CPs	10	10	10	10	10	10	10
Média	13,28	50,08	369,7	7,000	327,0	13,94	2279
Desv. Padrão	0,1921	0,1180	0,0000	0,0000	81,77	3,696	592,9
Coef. Var. (%)	1,447	0,2356	0,0000	0,0000	25,01	26,52	26,01
Mínimo	13,01	49,97	369,7	7,000	196,8	8,344	1437
Máximo	13,61	50,32	369,7	7,000	438,6	19,45	3299

Força (N)



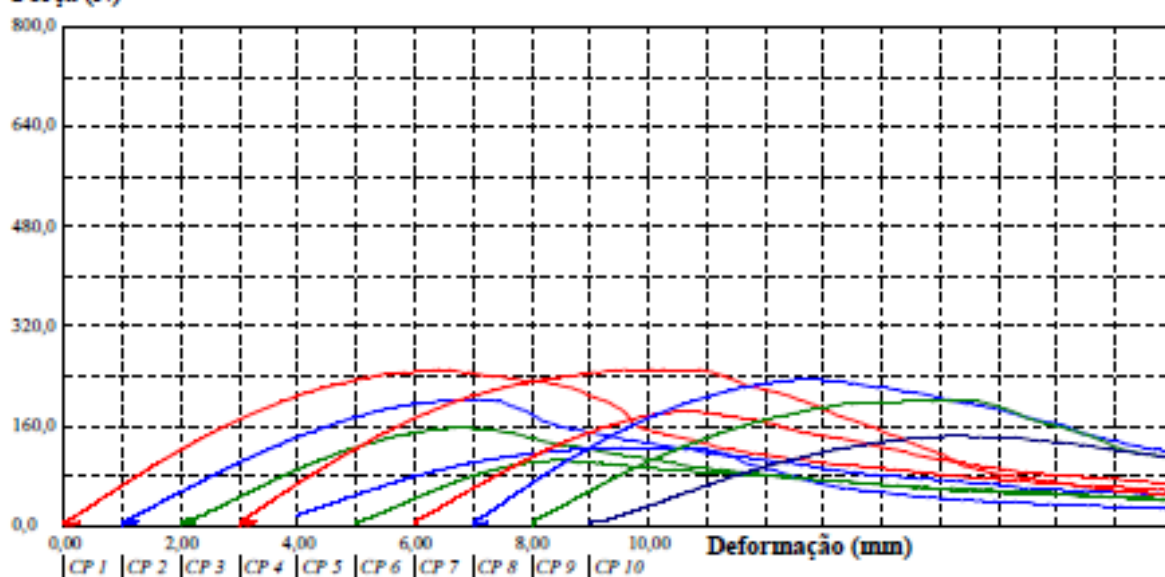
UNESP - Universidade Estadual Paulista
Faculdade de Engenharia de Bauru - Laboratório de Construção Civil

Relatório de Ensaio

Máquina: **Emic DL30000N** Célula: **Trd 26** Extensômetro: - Data: **10/07/2019** Hora: **10:53:24** Trabalho n° **3741**
Programa: **Tesc versão 1.13** Método de Ensaio: **Chapa Aglomerado Flexão estática B MOE Gilma**
Ident. Amostra: >>Material: **Painel Particulado** Traço: **Cytridora 70% + 30% Coco** Projeto Pesquisa: **Mestrado Gilma**

Corpo de Prova	espessura (mm)	largura (mm)	P est (N)	velocidade carga (mm/min)	carga ruptura P (N)	MOR (MPa)	MOE 10% a 50% (MPa)
CP 1	13,31	50,65	283,80	7	250,85	10,48	1870,52
CP 2	13,24	50,08	283,80	7	203,03	8,67	1521,89
CP 3	13,28	50,02	283,80	7	157,99	6,72	1265,64
CP 4	13,24	50,03	283,80	7	251,54	10,76	1928,89
CP 5	13,35	50,16	283,80	7	126,81	5,32	*
CP 6	13,24	50,13	283,80	7	106,02	4,52	*
CP 7	13,23	50,13	283,80	7	185,02	7,91	1613,59
CP 8	13,30	50,30	283,80	7	235,60	9,93	1938,70
CP 9	13,42	50,68	283,80	7	201,65	8,28	1416,42
CP 10	13,55	50,03	283,80	7	144,83	5,91	723,49
Número CPs	10	10	10	10	10	10	8
Média	13,32	50,22	283,8	7,000	186,3	7,851	1535
Desv. Padrão	0,1017	0,2482	0,0000	0,0000	51,51	2,188	411,0
Coef.Var.(%)	0,7636	0,4942	0,0000	0,0000	27,64	27,87	26,77
Mínimo	13,23	50,02	283,8	7,000	106,0	4,524	723,5
Máximo	13,55	50,68	283,8	7,000	251,5	10,76	1939

Força (N)



APÊNDICE F – Dados de Tração Perpendicular e Relatório de Ensaio EMIC

Tração Perpendicular									
Corymbia Citriodora (CC) 100%									
Painel	Posição	Corpo de Prova	Lado A [mm]	Lado B [mm]	Lado C [mm]	Lado D [mm]	Comprimento [mm]	Largura [mm]	Área [mm²]
Ch 1	P 5	CP 1	50,50	50,18	50,31	50,07	50,34	50,19	2526,56
	P 8	CP 2	50,37	50,23	50,04	50,12	50,30	50,08	2519,02
Ch 2	P 5	CP 3	50,26	50,05	50,21	50,28	50,16	50,25	2520,04
	P 8	CP 4	50,64	50,35	50,40	50,03	50,50	50,22	2535,61
Ch 3	P 5	CP 5	50,15	50,21	50,40	50,22	50,18	50,31	2524,56
	P 8	CP 6	49,73	50,39	50,01	50,38	50,06	50,20	2512,76
Ch 4	P 5	CP 7	49,83	50,28	50,18	49,88	50,06	50,03	2504,25
	P 8	CP 8	50,43	50,33	50,32	50,35	50,38	50,34	2535,88
Ch 5	P 5	CP 9	50,37	49,99	50,45	50,01	50,18	50,23	2520,54
	P 8	CP 10	50,25	50,55	50,60	50,31	50,40	50,46	2542,93

Comprimento = (Lado A + Lado B)/2 - Comprimento do corpo de prova expresso em milímetros [mm]

Largura = (Lado C + Lado D)/2 - Largura do corpo de prova expresso em milímetros [mm]

Área = Comprimento *Largura - Área do corpo de prova expresso em milímetros quadrado [mm²]

Tração Perpendicular (TP)

TP=P/S

TP é a resistência a tração perpendicular em newtons por milímetros quadrado [N/mm²]

Carga de ruptura em newtons (P)

Área da superfície do CP em milímetros quadrado [mm²]

(CC) → Corymbia Citriodora

(FC) → Fibra de Coco

Tração Perpendicular									
Corymbia Citriodora (CC) 90% + Fibra de Coco (FC) 10%									
Painel	Posição	Corpo de Prova	Lado A [mm]	Lado B [mm]	Lado C [mm]	Lado D [mm]	Comprimento [mm]	Largura [mm]	Área [mm²]
Ch 1	P 5	CP 1	50,36	50,41	50,18	50,19	50,39	50,19	2528,57
	P 8	CP 2	50,21	50,16	50,30	50,61	50,19	50,46	2532,08
Ch 2	P 5	CP 3	50,37	50,36	50,33	50,45	50,37	50,39	2537,89
	P 8	CP 4	50,10	50,17	50,21	50,52	50,14	50,37	2525,05
Ch 3	P 5	CP 5	50,41	50,32	50,10	50,27	50,37	50,19	2527,57
	P 8	CP 6	50,36	50,49	50,28	50,32	50,43	50,30	2536,38
Ch 4	P 5	CP 7	50,15	50,13	50,27	50,07	50,14	50,17	2515,52
	P 8	CP 8	50,39	50,89	50,08	50,49	50,64	50,29	2546,43
Ch 5	P 5	CP 9	50,01	49,98	50,21	50,04	50,00	50,13	2506,00
	P 8	CP 10	50,70	50,41	50,23	50,29	50,56	50,26	2540,89

Comprimento = (Lado A + Lado B)/2 - Comprimento do corpo de prova expresso em milímetros [mm]

Largura = (Lado C + Lado D)/2 - Largura do corpo de prova expresso em milímetros [mm]

Área = Comprimento *Largura - Área do corpo de prova expresso em milímetros quadrado [mm²]

Tração Perpendicular (TP)

TP=P/S

TP é a resistência a tração perpendicular em newtons por milímetros quadrado [N/mm²]

Carga de ruptura em newtons (P)

Área da superfície do CP em milímetros quadrado [mm²]

(CC) → Corymbia Citriodora

(FC) → Fibra de Coco

Tração Perpendicular									
Corymbia Citriodora (CC) 80% + Fibra de Coco (FC) 20%									
Painel	Posição	Corpo de Prova	Lado A [mm]	Lado B [mm]	Lado C [mm]	Lado D [mm]	Comprimento [mm]	Largura [mm]	Área [mm²]
Ch 1	P 5	CP 1	50,20	50,38	50,11	50,12	50,29	50,12	2520,28
	P 8	CP 2	49,44	50,22	50,53	49,84	49,83	50,19	2500,72
Ch 2	P 5	CP 3	50,23	50,45	50,25	49,98	50,34	50,12	2522,79
	P 8	CP 4	50,39	50,38	50,17	50,16	50,39	50,17	2527,56
Ch 3	P 5	CP 5	50,47	50,42	50,60	50,01	50,45	50,31	2537,64
	P 8	CP 6	50,22	50,40	50,24	50,49	50,31	50,37	2533,86
Ch 4	P 5	CP 7	50,23	50,19	50,40	50,35	50,21	50,38	2529,33
	P 8	CP 8	50,02	50,40	50,48	50,11	50,21	50,30	2525,31
Ch 5	P 5	CP 9	50,21	50,25	50,13	50,38	50,23	50,26	2524,31
	P 8	CP 10	50,20	50,24	50,26	50,27	50,22	50,27	2524,31

Comprimento = (Lado A + Lado B)/2 - Comprimento do corpo de prova expresso em milímetros [mm]

Largura = (Lado C + Lado D)/2 - Largura do corpo de prova expresso em milímetros [mm]

Área = Comprimento *Largura - Área do corpo de prova expresso em milímetros quadrado [mm²]

Tração Perpendicular (TP)

TP=P/S

TP é a resistência a tração perpendicular em newtons por milímetros quadrado [N/mm²]

Carga de ruptura em newtons (P)

Área da superfície do CP em milímetros quadrado [mm²]

(CC) → Corymbia Citriodora

(FC) → Fibra de Coco

Tração Perpendicular									
Corymbia Citriodora (CC) 70% + Fibra de Coco (FC) 30%									
Painel	Posição	Corpo de Prova	Lado A [mm]	Lado B [mm]	Lado C [mm]	Lado D [mm]	Comprimento [mm]	Largura [mm]	Área [mm²]
Ch 1	P 5	CP 1	50,11	50,01	50,46	50,21	50,06	50,34	2519,77
	P 8	CP 2	50,51	50,14	50,06	50,04	50,33	50,05	2518,77
Ch 2	P 5	CP 3	50,02	50,03	50,10	50,07	50,03	50,09	2505,50
	P 8	CP 4	50,27	50,35	50,19	50,28	50,31	50,24	2527,32
Ch 3	P 5	CP 5	50,15	50,16	50,23	50,29	50,16	50,26	2520,79
	P 8	CP 6	50,42	50,30	50,25	50,17	50,36	50,21	2528,58
Ch 4	P 5	CP 7	50,27	50,31	50,50	50,20	50,29	50,35	2532,10
	P 8	CP 8	50,38	50,30	50,24	50,14	50,34	50,19	2526,56
Ch 5	P 5	CP 9	50,30	50,27	50,37	50,29	50,29	50,33	2530,84
	P 8	CP 10	49,97	50,50	50,00	50,47	50,24	50,24	2523,56

Comprimento = (Lado A + Lado B)/2 - Comprimento do corpo de prova expresso em milímetros [mm]

Largura = (Lado C + Lado D)/2 - Largura do corpo de prova expresso em milímetros [mm]

Área = Comprimento *Largura - Área do corpo de prova expresso em milímetros quadrado [mm²]

Tração Perpendicular (TP)

TP=P/S

TP é a resistência a tração perpendicular em newtons por milímetros quadrado [N/mm²]

Carga de ruptura em newtons (P)

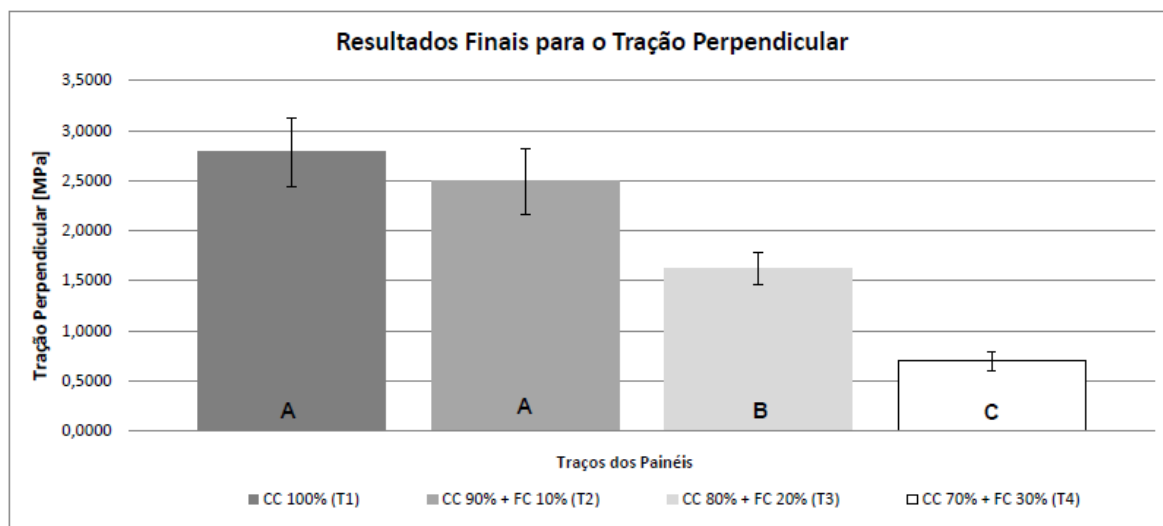
Área da superfície do CP em milímetros quadrado [mm²]

(CC) → Corymbia Citriodora

(FC) → Fibra de Coco

Resultados do Ensaio de Tração Perpendicular				
Resultados	CC 100% (T1)	CC 90% + FC 10% (T2)	CC 80% + FC 20% (T3)	CC 70% + FC 30% (T4)
Máximo	4,0520	3,4390	2,2530	0,9701
Média	2,7840	2,4920	1,6260	0,6981
Minima	2,1530	1,6690	1,3110	0,4829
Desvio Padrão	0,6809	0,6468	0,3273	0,1887
	0,34045	0,3234	0,16365	0,09435

(CC) → Corymbia Citriodora
(FC) → Fibra de Coco



CC 100%	CC 90% + FC 10%	CC 80% + FC 20%	CC 70% + FC 30%
4,05	3,08	1,68	0,48
2,39	1,67	1,60	0,76
3,36	2,98	1,67	0,96
2,25	2,04	2,14	
2,81	3,44	1,31	0,49
2,15	1,91	1,42	0,64
2,80	3,29	1,42	0,83
2,23	1,93	2,25	0,97
3,62	2,38	1,32	0,58
2,17	2,20	1,46	0,57

Análise Variância para Tração Perpendicular
Anova: fator único

(CC) → Corymbia Citriodora
(FC) → Fibra de Coco

RESUMO

Grupo	Contagem	Soma	Média	Variância
CC 100%	10	27,83	2,783	0,46229
CC 90% + FC 10%	10	24,92	2,492	0,416862
CC 80% + FC 20%	10	16,27	1,627	0,107223
CC 70% + FC 30%	9	6,28	0,697777778	0,036044

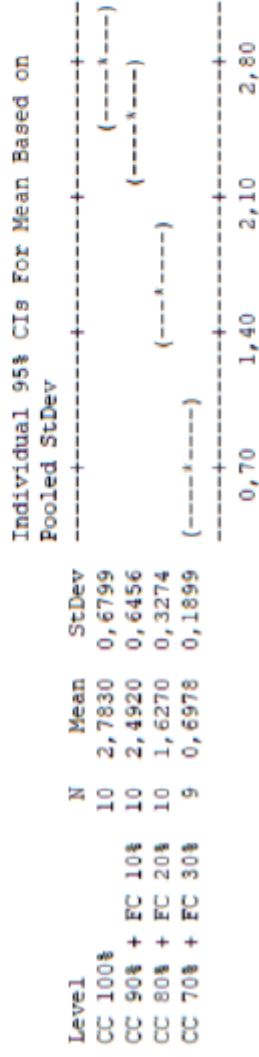
ANOVA

Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre grupos	25,01794137	3	8,339313789	31,84425	0,0000000004	2,874187
Dentro dos grupos	9,165735556	35	0,261878159			
Total	34,18367692	38				

One-way ANOVA: CC 100%; CC 90% + FC 10%; CC 80% + FC 20%; CC 70% + FC 30%

Source	DF	SS	MS	F	P
Factor	3	25,018	8,339	31,84	0,000
Error	35	9,166	0,262		
Total	38	34,184			

S = 0,5117 R-Sq = 73,19% R-Sq(adj) = 70,89%



Pooled StDev = 0,5117

Grouping Information Using Tukey Method

	N	Mean	Grouping
CC 100%	10	2,7830	A
CC 90% + FC 10%	10	2,4920	A
CC 80% + FC 20%	10	1,6270	B
CC 70% + FC 30%	9	0,6978	C

Means that do not share a letter are significantly different.

Tukey 95% Simultaneous Confidence Intervals
All Pairwise Comparisons

Traços	Grupos		
CC 100%	A		
CC 90% + FC 10%	A		
CC 80% + FC 20%		B	
CC 70% + FC 30%			C

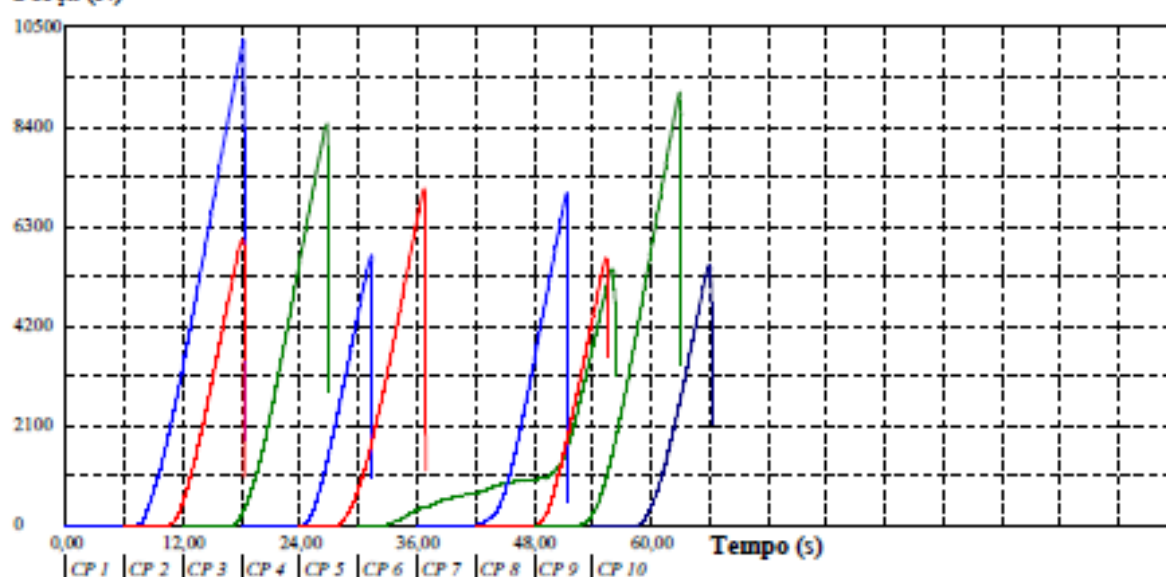
UNESP - Universidade Estadual Paulista
Faculdade de Engenharia de Bauru - Laboratório de Construção Civil

Relatório de Ensaio

Máquina: **Emic DL30000N** Célula: **Trd 26** Extensômetro: - Data: **12/07/2019** Hora: **10:33:49** Trabalho nº **3746**
Programa: **Tesc versão 1.13** Método de Ensaio: **Chapa Particulado Tração Perpendicular NBR14810 Gilma**
Ident. Amostra: >>>>>>>>>> Material: **Chapa Particulado** Traço: **100% Cytridora** Proj. Pesquisa: **Mestrado Gilma**

Corpo de Prova	L (mm)	C (mm)	S (mm ²)	P (N)	TP (MPa)
CP 1	50,19	50,34	2526,56	10238,00	4,05
CP 2	50,08	50,30	2519,02	6023,45	2,39
CP 3	50,25	50,16	2520,54	8465,09	3,36
CP 4	50,22	50,50	2536,11	5701,55	2,25
CP 5	50,31	50,18	2524,56	7103,40	2,81
CP 6	50,20	50,06	2513,01	5410,79	2,15
CP 7	50,03	50,06	2504,50	7018,25	2,80
CP 8	50,34	50,38	2536,13	5648,24	2,23
CP 9	50,23	50,18	2520,54	9131,06	3,62
CP 10	50,46	50,40	2543,18	5511,86	2,17
Número CPs	10	10	10	10	10
Média	50,23	50,26	2524	7025	2,784
Desv. Padrão	0,1233	0,1499	11,63	1712	0,6809
Coef. Var. (%)	0,2455	0,2983	0,4606	24,37	24,46
Mínimo	50,03	50,06	2505	5411	2,153
Máximo	50,46	50,50	2543	10240	4,052

Força (N)



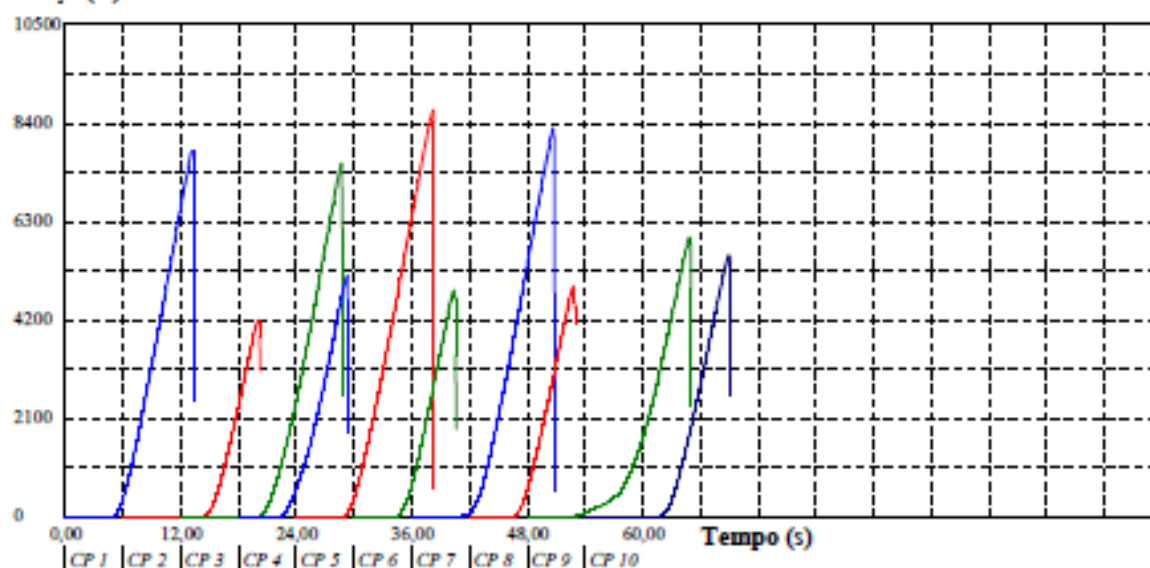
UNESP - Universidade Estadual Paulista
Faculdade de Engenharia de Bauru - Laboratório de Construção Civil

Relatório de Ensaio

Máquina: **Emic DL30000N** Célula: **Trd 26** Extensômetro: **-** Data: **12/07/2019** Hora: **10:35:00** Trabalho n° **3747**
Programa: **Tesc versão 1.13** Método de Ensaio: **Chapa Particulado Tração Perpendicular NBR14810 Gilma**
Ident. Amostra: **>>>** Material: **Chapa Particulado** Traço: **90% Cytrodora + 10% Coco** Proj. Pesquisa: **Mestrado Gilma**

Corpo de Prova	L (mm)	C (mm)	S (mm ²)	P (N)	TP (MPa)
CP 1	50,19	50,39	2529,07	7801,90	3,08
CP 2	50,16	50,19	2517,53	4200,70	1,67
CP 3	50,39	50,37	2538,14	7558,22	2,98
CP 4	50,37	50,14	2525,55	5158,11	2,04
CP 5	50,19	50,37	2528,07	8692,85	3,44
CP 6	50,30	50,43	2536,63	4836,21	1,91
CP 7	50,17	50,14	2515,52	8288,56	3,29
CP 8	50,29	50,64	2546,69	4914,43	1,93
CP 9	50,13	50,00	2506,50	5965,99	2,38
CP 10	50,26	50,56	2541,15	5592,17	2,20
Número CPs	10	10	10	10	10
Média	50,24	50,32	2528	6301	2,492
Desv. Padrão	0,09071	0,2017	12,61	1630	0,6468
Coef. Var. (%)	0,1805	0,4007	0,4988	25,87	25,95
Mínimo	50,13	50,00	2507	4201	1,669
Máximo	50,39	50,64	2547	8693	3,439

Força (N)



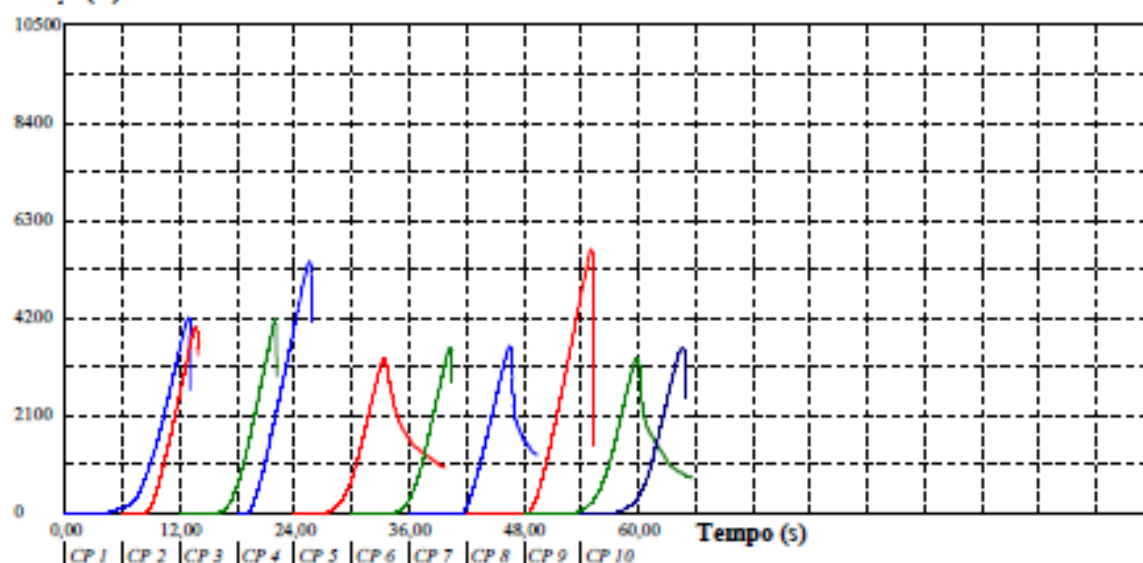
UNESP - Universidade Estadual Paulista
Faculdade de Engenharia de Bauru - Laboratório de Construção Civil

Relatório de Ensaio

Máquina: **Emic DL30000N** Célula: **Trd 26** Extensômetro: **-** Data: **12/07/2019** Hora: **10:35:52** Trabalho n° **3748**
Programa: **Tesc versão 1.13** Método de Ensaio: **Chapa Particulado Tração Perpendicular NBR14810 Gilma**
Ident. Amostra: >>> Material: **Chapa Particulado** Traço: **80% Cytiridora + 20% Coco** Proj. Pesquisa: **Mestrado Gilma**

Corpo de Prova	L (mm)	C (mm)	S (mm ²)	P (N)	TP (MPa)
CP 1	50,12	50,29	2520,53	4222,16	1,68
CP 2	50,12	50,34	2523,04	4035,94	1,60
CP 3	50,17	50,39	2528,07	4211,09	1,67
CP 4	50,31	50,45	2538,14	5424,64	2,14
CP 5	50,37	50,31	2534,11	3321,52	1,31
CP 6	50,38	50,21	2529,58	3579,74	1,42
CP 7	50,30	50,21	2525,56	3598,43	1,42
CP 8	50,26	50,23	2524,56	5689,09	2,25
CP 9	50,27	50,22	2524,56	3342,98	1,32
CP 10	50,19	48,83	2450,78	3569,35	1,46
Número CPs	10	10	10	10	10
Média	50,25	50,15	2520	4099	1,626
Desv. Padrão	0,09527	0,4702	24,85	836,3	0,3273
Coef. Var. (%)	0,1896	0,9376	0,9862	20,40	20,12
Mínimo	50,12	48,83	2451	3322	1,311
Máximo	50,38	50,45	2538	5689	2,253

Força (N)



UNESP - Universidade Estadual Paulista
Faculdade de Engenharia de Bauru - Laboratório de Construção Civil

Relatório de Ensaio

Máquina: **Emic DL30000N** Célula: **Trd 26** Extensômetro: **-** Data: **12/07/2019** Hora: **10:37:01** Trabalho nº **3749**
Programa: **Tesc versão 1.13** Método de Ensaio: **Chapa Particulado Tração Perpendicular NBR14810 Gilma**
Ident. Amostra: >>>Material: **Chapa Particulado** Traço: **70% Cytridiora + 30% Coco** Proj. Pesquisa: **Mestrado Gilma**

Corpo de Prova	L (mm)	C (mm)	S (mm ²)	P (N)	TP (MPa)
CP 1	50,34	50,06	2520,02	1217,01	0,48
CP 2	50,05	50,33	2519,02	1903,05	0,76
CP 3	50,09	50,03	2506,00	2400,80	0,96
CP 4	50,24	50,31	2527,57	13999,80	5,54
CP 5	50,21	50,36	2528,58	1250,93	0,49
CP 6	50,35	50,29	2532,10	1626,15	0,64
CP 7	50,19	50,34	2526,56	2103,12	0,83
CP 8	50,33	50,29	2531,10	2455,49	0,97
CP 9	50,24	50,24	2524,06	1460,00	0,58
CP 10	50,26	50,16	2521,04	1432,31	0,57
Número CPs	10	10	10	10	10
Média	50,23	50,24	2524	2985	1,182
Desv. Padrão	0,1009	0,1180	7,660	3896	1,541
Coef. Var. (%)	0,2008	0,2348	0,3035	130,5	130,4
Mínimo	50,05	50,03	2506	1217	0,4829
Máximo	50,35	50,36	2532	14000	5,539

Força (N)

