



Universidade Estadual Paulista
“Júlio de Mesquita Filho”



FACULDADE DE ENGENHARIA DE BAURU
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA
ÁREA DE PROCESSOS DE FABRICAÇÃO

SILVIA MARANA NASSER

**PAINÉIS DE PARTÍCULAS DE BAMBU E CASCA DE
AMENDOIM COM ADESIVO À BASE DE MAMONA**

Bauru, SP

2016

SILVIA MARANA NASSER

**PAINÉIS DE PARTÍCULAS DE BAMBU E CASCA DE
AMENDOIM COM ADESIVO À BASE DE MAMONA**

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia da UNESP – Câmpus de Bauru, programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, na Área de Processos de Fabricação, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia Mecânica.

Orientador: Prof. DR. Ivaldo De Domenico Valarelli

Bauru, SP

2016

FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada para Seção Técnica de Aquisição e Tratamento de Informação/Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação da UNESP de Bauru, conforme padrão especificado.

Nasser, Sílvia Marana

Painéis de partículas de bambu e casca de amendoim com adesivo à base de mamona / Sílvia Marana Nasser, 2016. 189 f.: il.

Orientador: DR. Ivaldo de Domenico Valarelli.

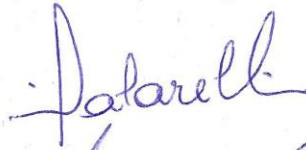
Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista. "Júlio de Mesquita Filho", Bauru, 2016.

1. Painéis de fibras. 2. Resíduos agroindustriais. 3. Resistência física. 4. Resistência mecânica. I. Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia. II. Painéis de partículas de bambu e casca de amendoim com adesivo à base de mamona.

ATA DA DEFESA PÚBLICA DA DISSERTAÇÃO DE Mestrado de SÍLVIA MARANA NASSER, DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA, DA FACULDADE DE ENGENHARIA.

Aos 08 dias do mês de dezembro do ano de 2016, às 10:30 horas, no(a) Anfiteatro da Diretoria Técnica de Informática/FEB, 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, Prof. Dr. ALEXANDRE JORGE DUARTE SOUZA do(a) Engenharia Industrial Madeireira / Unidade de Itapeva/UNESP, Profa. Dra. ROSANE APARECIDA G BATTISTELLE do(a) Departamento de Engenharia Civil e Ambiental / Faculdade de Engenharia de Bauru/UNESP, sob a presidência do primeiro, a fim de proceder a arguição pública da DISSERTAÇÃO DE Mestrado de SÍLVIA MARANA NASSER, intitulada **PAINÉIS DE PARTÍCULAS DE BAMBU E CASCA DE AMENDOIM COM ADESIVO A BASE DE MAMONA**. 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



Prof. Dr. ALEXANDRE JORGE DUARTE SOUZA



Profa. Dra. ROSANE APARECIDA G BATTISTELLE



“O merecimento maior é do homem que se encontra na arena, com o rosto manchado de sangue, suor e poesia ...;

Que conhece os grandes entusiasmos, as grandes devoções;

Que sacrifica a si próprio por uma causa digna; e, quando muito, experimenta no final o triunfo de uma grande realização; e, se ele fracassa, pelo menos fracassou ao ousar grandes feitos; e por isso mesmo, seu lugar nunca pode ser tomado por essas almas tímidas e frias que não conhecem nem vitórias nem derrotas”.

(J. F. Kennedy)

Dedico este trabalho à minha família, e aos verdadeiros amigos, que sempre acreditam e motivaram a busca pelo conhecimento e aprimoramento do aprendizado. Que os estudos aqui descritos, sejam úteis ao desenvolvimento de novas pesquisas

AGRADECIMENTOS

O conhecimento é uma ferramenta, e como todas as ferramentas, o seu impacto está nas mãos de quem as usa. (Dan Brown)

Á todos que direta ou indiretamente apoiaram e incentivaram o desenvolvimento deste trabalho, meus sinceros agradecimentos:

- *Agradeço a Deus, pela dádiva da vida e por este momento;*
- *Agradeço aos pais, avós e tios (in memoriam) que deixam seu legado permitindo-me assim prosseguir, mesmo com suas ausências.*
- *Agradeço em especial à meu irmão Hanilton por seu exemplo, cumplicidade e apoio; minha cunhada Thais por valorizar o estudo e compreender os momentos de ausência; meus tios Laila e Múcio, que com sabedoria souberam conduzir-me através de suas experiências; Yara, prima que motivou este projeto; e finalmente a pequena Lailinha minha sobrinha à quem dedico todos os meus esforços; família onde encontro forças e motivos para continuar.*
- *Agradeço ao prof. DR. Ivaldo De Domenico de Valarelli, do Departamento de Engenharia Mecânica da UNESP de Bauru, por orientar, confiar e acreditar em meus propósitos, e pela oportunidade em compartilhar de vosso conhecimento e experiência;*
- *Agradeço aos profs. DR. Manoel Cléber de Sampaio, Alves do Departamento de Materiais e Tecnologia UNESP de Guaratinguetá, DR. Carlos Alberto Soufen, DR. Eduardo Carlos Bianchi, DR. César Renato Foschini, DR. Luiz Daré Neto, DR. Luiz Eduardo de Ângelo Sanchez, do Departamento de Engenharia Mecânica da UNESP de Bauru, e DRA. Gladys Cacsire Barriga, do Departamento de Engenharia de Produção UNESP de Bauru, pelos conhecimento a mim transferidos, os quais me permitiram nortear esta pesquisa;*

- *Agradeço ao amigo MSC. Fransber Santade, por conduzir, orientar, apoiar e participar diretamente, em todas as etapas deste projeto, desde sua concepção.*
- *Agradeço ao MSC. Marcus Antônio Pereira Bueno, pelo auxílio no desenvolvimento dos corpos de prova ensaiados nesta pesquisa.*
- *Agradeço ao Técnico Mecânico Marcos Antônio Roque, do curso noturno de Técnico em Mecânica da Etec de Ourinhos, pelo auxílio com as medições e registros dos corpos de prova para ensaios;*
- *Agradeço também ao Prof. DR. Obede Borges Faria e ao Técnico de laboratório Israel Luiz Pereira Dos Santos do Laboratório de Construção, Civil da Unesp-Bauru que concedeu o uso do equipamento para análise mecânica do material desenvolvido em pesquisa.*
- *Agradeço ao amigo Evaldo Noel Garcia, pelo auxílio com a montagem dos corpos de prova de ensaio em tração perpendicular.*
- *Agradeço ao tecnólogo e projetista mecânico André Luiz Mariano, pelo auxílio com os desenhos em AutoCad.*
- *Agradeço aos colegas mestrandos, em especial a amiga e companheira de estudo Andréia Archangelo, pelos conhecimentos discutidos e compartilhados durante os estudos, pelo apoio e troca de experiências;*
- *Finalmente, agradeço a FEB pelo importante apoio a esta pesquisa.*

À todos, muito obrigada!

RESUMO

Painéis de partículas de bambu e casca de amendoim com adesivo à base de mamona

Na atualidade, pesquisas com painéis a base de madeira e outros materiais lignocelulósicos, como o bambu, casca de amendoim, casca de arroz, bagaço de cana de açúcar, entre outros, ganharam espaços buscando aproveitamento para os resíduos agroindustriais. Seguindo essa iniciativa, este trabalho tem como objetivo, determinar as potencialidades dos painéis de partículas aglomeradas homogêneas, construídos com bambu (B), juntamente com partículas de casca de amendoim (A), para aplicação na indústria moveleira e de construção civil, comparando os resultados obtidos nesta pesquisa com outros autores. Para tanto, foram produzidos painéis com partículas aglomeradas em quatro traços onde, através da análise das propriedades físicas e mecânicas conforme a norma brasileira NBR 14810 - 2 (2013), determinou-se os valores de inchamento em espessura 24h, absorção de água 24h, umidade, densidade, resistência a flexão (MOR e MOE), tração perpendicular e arranchamento de parafusos (topo e face). A densidade alvo dos painéis foi de 850 kg/m³ considerados painéis de alta densidade. O adesivo utilizado foi a poliuretana bi componente a base de óleo de mamona, na proporção de uma parte de polioliol para uma parte de pré polímero (12% da massa de partícula = 157,52g). Os resultados analisados, indicam que os traços contendo bambu e amendoim, apresentaram resultados satisfatórios quando comparados à norma, e em alguns casos, com índices bem superiores aos definidos na NBR 14810-2 (2013), e por trabalhos de autores com pesquisas semelhantes. Pelos resultados aqui descritos, o material ensaiado apresenta bom potencial para fabricação de painéis de partículas, com aplicabilidade em condições secas (Tipo P4), conforme a norma, com oportunidade para estudos futuros.

PALAVRAS-CHAVE: Painéis de partículas, resíduos agroindustriais, resistência física e mecânica, adesivo de mamona.

ABSTRACT

Particleboard made of bamboo and peanut shell with castor based adhesive

Currently, research on wood-based panels and other lignocellulosic materials, such as bamboo, peanut hulls, rice hulls, sugar cane bagasse, among others, won spaces seeking to use the agro-industrial waste. Following this initiative, this study aims to determine the potential of panels of homogeneous agglomerated particles, built with bamboo (B), along with peanut shell particles (A), for use in the furniture industry and construction, comparing results obtained in this study with other authors. For this purpose, panels were produced with particles agglomerated in four traces which, by analyzing the physical and mechanical properties as the Brazilian NBR 14810-2 (2013), we determined the values of swelling in thickness 24h Water uptake 24h moisture, density, bending strength (MOR and MOE), perpendicular traction and arranchamento screws (top and side). The target density of the panels was 850 kg / m considered high density panels. The adhesive used was a bicomponent polyurethane castor oil base in proportion to one part of polyol to a part of prepolymer (12% particle mass = 157,52g). The analyzed results indicate that the traces containing bamboo and peanuts showed satisfactory results when compared to standard, and in some cases, with much higher rates to those defined in NBR 14810-2 (2013), and works by authors with similar research. The results described herein, the material tested has good potential for the production of particle board, can be applied in dry conditions (Type P4) as the norm, with opportunity for future studies.

Keywords: Particle board, agro-industrial waste, physical and mechanical resistance, castor adhesive.

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1 – Estrutura simplificada da fibra vegetal de materiais lignocelulósicos	06
Figura 3.2 – Bambu: Gêneros Bambusa, Dendrocalamus e Guadua	13
Figura 3.3 – Distribuição geográfica dos bambus lenhos no mundo.	14
Figura 3.4 – Partes da Planta do bambu	15
Figura 3.5 – Amendoim em casca	18
Figura 3.6 – Amendoim em grão - IAC-Caiapó	18
Figura 3.7 – Amendoim em grão - Variedade Runner	19
Figura 3.8 – Amendoim em grão - Variedade IAC Tatu	19
Figura 3.9 – Casca de Amendoim	20
Figura 3.10 – Esquema representativo dos principais tipos de painéis	22
Figura 3.11 – Sistema de distribuição de partículas no painel aglomerado	23
Figura 3.12 – Representação química da formação de uma poliuretana	29
Figura 3.13 – Etapas do processo produtivo de painéis aglomerados.	31
Figura 4.14 – Polioli e Pré-Polímero – Resinas utilizadas na produção dos painéis.	35
Figura 4.15 – Prensa hidráulica PHS.	35
Figura 4.16 – Prensa manual em madeira.	36
Figura 4.17 – Conjunto de peneiras vibratórias.	36
Figura 4.18 – Caixa em madeira para formação dos painéis.	37
Figura 4.19 – Balança digital Marte.	37
Figura 4.20 – Máquina de ensaios mecânicos EMIC.	38
Figura 4.21 – Partículas de bambu picadas – Dimensões menores.	39
Figura 4.22 – Partículas de casca de amendoim picadas – Dimensões menores.	39
Figura 4.23 – Seleção de partículas em conjunto de peneiras com agitador.	40
Figura 4.24 – Pesagem das partículas e adesivo para composição dos painéis.	40
Figura 4.25 – Conjunto de painéis produzidos conforme traços (T1, T2, T3 e T4).	41
Figura 4.26 – Adição do Polioli e Pré- Polímero (A) Mistura dos componentes manualmente (B) e Mistura mecânica dos componentes.	42
Figura 4.27 – Caixa formadora 380 x 320 x 12,7 mm (A) e quadro metálico (B).	43
Figura 4.28 – Colchão revestido em filme de poliéster.	43
Figura 4.29 – Prensa manual de alavanca.	44
Figura 4.30 – Colchão entre chapas metálica em prensa hidráulica.	45

Figura 4.31 – Plano de corte conforme norma NBR 14810-2.	45
Figura 4.32 – Posição dos corpos de prova no painel.	47
Figura 4.33 – Mapeamento do Painel – Ensaio Físicos.	48
Figura 4.34 – Micrômetro Mitutoyo com 0 – 25 mm e sensibilidade de 0,0001 mm (A) e Medida do corpo de prova para determinação da densidade (B).	49
Figura 4.35 – Pontos de medidas dos corpos de prova.	49
Figura 4.36 – Corpos de prova medido e pesados para ensaio de umidade.	51
Figura 4.37 – Corpos de prova submersos em água para determinar absorção de água.	52
Figura 4.38 – Corpos de prova medidos e pesados para ensaio (A) e Submersos em água para determinação do inchamento em espessura (B).	53
Figura 4.39 – Pontos de medição dos corpos de prova.	54
Figura 4.40 – Forma de colocação do corpo de prova sobre os apoios da máquina universal de ensaios.	55
Figura 4.41 – Montagem do corpo de prova no dispositivo de ensaio.	56
Figura 4.42 – Blocos de fixação e área de colagem.	57
Figura 4.43 – Corpos de prova colados ao suportes de madeira (A) Adesivo de colagem - Araldite (B) Suportes prensados para cura do Araldite (C) Ensaio de tração perpendicular (D).	58
Figura 4.44 - Esquema para ensaio de arranque de face (A) Esquema para ensaio de arranque de topo (B).	59
Figura 5.45 – Resultados dos cálculos para densidade	60
Figura 5.46 – Resultados dos ensaios para teor de umidade.	64
Figura 5.47 – Resultados dos ensaios para absorção de água 24h.	66
Figura 5.48 – Resultados dos ensaios para inchamento em espessura 24h.	68
Figura 5.49 – Resultados dos ensaios para determinação do modulo de elasticidade na flexão estática - MOE	70
Figura 5.50 – Resultado dos ensaios para determinação do módulo de ruptura na flexão estática - MOR.	72
Figura 5.51 – Resultados de ensaios para determinação da tração perpendicular às faces.	74
Figura 5.52 – Resultados dos ensaios para determinação da resistência ao arrancamento de parafuso de topo.	75

Figura 5.53 – Resultados dos ensaios para determinação da resistência ao 77
arrancamento de parafuso de face.

LISTA DE TABELAS

Tabela 4.1 – Composição dos painéis de partículas aglomeradas com resina.	41
Tabela 4.2 – Composição dos traços dos painéis.	41
Tabela 4.3 – Dimensões e quantidades de corpos de prova para ensaios de avaliação dos painéis de partículas aglomeradas conforme NBR 14.810-2 de 2013.	46
Tabela 5.4 - Tabela 5 da NBR 14.810-2/2013 – Painéis estruturais para uso em condições secas (Tipo P4): Requisitos para propriedades mecânicas e inchamento.	61
Tabela 5.5 – Resultados dos cálculos para densidade.	62
Tabela 5.6 – Resultados dos ensaios para teor de umidade.	63
Tabela 5.7 – Resultados dos ensaios para absorção de água 24h.	65
Tabela 5.8 – Resultados dos ensaios para inchamento em espessura 24h.	67
Tabela 5.9 – Resultados dos ensaios para determinação do módulo de elasticidade na flexão estática - MOE	70
Tabela 5.10 – Resultados dos ensaios para determinação do módulo de ruptura na flexão estática - MOR.	71
Tabela 5.11 – Resultados de ensaios para determinação da tração perpendicular às faces.	73
Tabela 5.12 – Resultados dos ensaios para determinação da resistência ao arrancamento de parafuso de topo.	75
Tabela 5.13 – Resultados dos ensaios para determinação da resistência ao arrancamento de parafuso de topo.	76

LISTA DE ABREVIATURAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABIPA	Associação Brasileira da Indústria de Painéis de Madeira
CITES	Comércio Internacional das Espécies da Fauna e Flora Selvagens em Perigo de Extinção.
CMMAD	Centro Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento
COP15	15º Conferência das Partes da Convenção sobre Mudanças do Clima.
CP	Corpo de prova
CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento
IAC	Instituto Agrônomo de Campinas
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
MDF	Medium Density Fiberboard
MOE	Módulo de Elasticidade
MOR	Módulo de Ruptura
OSB	Oriented Strand Board.
RIO/92	Conferência das Nações Unidas para Meio Ambiente e Desenvolvimento.
RIO+10	Conferência das Nações Unidas para Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável.
RNC	Registro Nacional de Cultivares
UF	Uréia-Formaldeído
UFTPR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná
UNESP	Universidade Estadual Paulista
USP	Universidade de São Paulo

LISTA DE SÍMBOLOS

bar	Unidade de Pressão
cm	Centímetro
°C	Grau Célsius
dB	Decibéis
g/cm ³	Gramas por centímetros cúbicos
ha	Hectare
h	Hora
kN	Quilo Newton
kg	Quilograma
kgf	Quilograma força
kgf/cm ²	Quilograma força por centímetro quadrado
kg/m ³	Quilograma por metro cúbico
l	Litros
m	Metro
mim	Minuto
MPa	Mega Pascal
mm	Milímetro
mm ³	Milímetro Cúbico
N	Newton
N/mm ²	Newton por milímetro quadrado
%	Porcentagem

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 4.1 - Densidade do Corpo de Prova	50
Equação 4.2 - Volume do Corpo de Prova	50
Equação 4.3 - Cálculo do Teor de Umidade	50
Equação 4.4 - Absorção de Água	51
Equação 5.5 - Inchamento em Espessura	53
Equação 5.6 - Módulo de Ruptura (MOR).....	56
Equação 5.7 - Módulo de Elasticidade (MOE)	57
Equação 5.8 - Resistência a Tração Perpendicular.....	57

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	19
1.1. CONTEÚDO ORGANIZACIONAL	21
2. OBJETIVOS	23
2.1. OBJETIVOS GERAIS.....	23
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	23
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	24
3.1. SUSTENTABILIDADE.....	25
3.1.1. <i>Desenvolvimento sustentável</i>	27
3.2. RESÍDUOS	29
3.2.1. <i>Resíduos lignocelulósicos</i>	30
3.3. BAMBU: ORIGENS E APLICABILIDADE	31
3.3.1. <i>Bambu: Dendrocalamus giganteus</i>	33
3.4. CULTURA DO AMENDOIM.....	35
3.4.1. <i>Casca de amendoim</i>	38
3.5. PAINÉIS DE PARTÍCULAS	39
3.6. MERCADO DE PAINÉIS NO BRASIL.....	42
3.7. PRODUÇÃO DE PAINÉIS ALTERNATIVOS.....	43
3.8. RESINAS	46
3.9. RESINA POLIURETANA À BASE DE ÓLEO DE MAMONA.....	47
3.10. PROCESSO PRODUTIVO DOS PAINÉIS DE PARTÍCULAS	49
4. MATERIAIS E MÉTODOS	52
4.1. MATERIAIS UTILIZADOS.....	52
4.1.1. <i>Equipamentos utilizados</i>	53
4.2. METODOLOGIA	56
4.2.1. <i>Obtenção das partículas de bambu e casca de amendoim</i>	56
4.2.2. <i>Preparo das resina e produção dos painéis</i>	59
4.2.3. <i>Homogeneização dos componentes</i>	59
4.2.4. <i>Formação do colchão</i>	60
4.2.5. <i>Prensagem do colchão</i>	62
4.2.6. <i>Composição dos painéis</i>	63
4.3. MÉTODOS DE ENSAIO.....	64
4.4. ENSAIOS FÍSICOS	65

4.4.1. Determinação da densidade.....	66
4.4.2. Determinação do teor de umidade	68
4.4.3. Determinação da absorção de água 24h (NBR 14.810-3/2006).....	69
4.4.4. Determinação do inchamento em espessura 24h.....	70
4.5. ENSAIOS MECÂNICOS	71
4.5.1. Determinação da resistência a flexão e módulo de elasticidade	71
4.5.2. Determinação da resistência a tração perpendicular às faces.....	74
4.5.3. Determinação da resistência ao arrancamento de parafuso	75
4.6. ANÁLISE ESTATÍSTICA	76
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	78
5.1. RESULTADOS DA AVALIAÇÃO DOS ENSAIOS FÍSICOS	78
5.1.1. Ensaio de determinação da densidade.....	78
5.1.2. Ensaio determinação do teor de umidade.....	80
5.1.3. Ensaio determinação da absorção de água 24h.....	81
5.1.4. Ensaio de determinação do inchamento em espessura 24h.....	83
5.2. RESULTADO DAS AVALIAÇÕES DOS ENSAIOS MECÂNICOS	86
5.2.1. Ensaio de determinação da resistência a flexão e módulo de elasticidade	86
5.2.2. Ensaio de determinação da resistência a tração perpendicular – Faces.....	90
5.2.3. Ensaio de determinação da resistência ao arrancamento de parafuso.....	91
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	96
7. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	98
APÊNDICE A – ENSAIOS FÍSICOS: DADOS DE DENSIDADE	104
APÊNDICE B – ENSAIOS FÍSICOS: DADOS DE TEOR DE UMIDADE.....	111
APÊNDICE D – ENSAIOS FÍSICOS: DADOS ENSAIO INCHAMENTO EM ESPESSURA.....	125
APÊNDICE E – ENSAIOS MECÂNICOS: DADOS DE RESISTÊNCIA A FLEXÃO E MÓDULO DE ELASTICIDADE (MOE/MOR).....	132
APÊNDICE F – ENSAIOS MECÂNICOS: DADOS DE RESISTÊNCIA A TRAÇÃO PERPENDICULAR	146
APÊNDICE G – ENSAIOS MECÂNICOS: DADOS DE RESISTÊNCIA AO ARRANCAMENTO DE PARAFUSO (TOPO/SUPERFÍCIE).....	157
ANEXO A - DECLARAÇÃO DE ESTOCOLMO SOBRE O AMBIENTE HUMANO - 1972	179
ANEXO B – DADOS DE PREVISÃO DA SAFRA NO BRASIL - 2016	186

1. INTRODUÇÃO

Visando alcançar modernidade e riqueza, as grandes nações foram estimuladas a explorar indiscriminadamente os recursos naturais do planeta além do seu limite de renovação, e lançar no meio ambiente mais dejetos do que a natureza pode absorver, trazendo assim, consequências como as mudanças climáticas, extinção de espécies vegetais e animais, escassez de recursos naturais e poluição.

Segundo Donaire (1995), o meio ambiente sempre foi considerado rico com recursos naturais em abundância, no entanto, a utilização dos materiais de forma disseminada e sem controle, configura uma das principais causas da poluição ambiental, afetando a sociedade, através de uma apropriação indevida do ar, da água e do solo.

Conforme Matuchevski *et al.* (2004), a sociedade está experimentando hoje o resultado de todos os progressos tecnológicos e científicos ocorridos desde início deste século. Atrelado a esse desenvolvimento, surgiram os problemas relacionados à poluição e aos prejuízos causados ao meio ambiente, conferindo à questão ambiental um destaque internacional, principalmente quanto ao consenso da poluição mundial sobre a necessidades de preservação do meio ambiente, assim como de impedir novos danos a ele causados.

Desta forma, a sociedade está sendo obrigada a repensar seus conceitos e investir em novas alternativas de manejo dos recursos e destinação correta dos poluentes, a fim de minimizar os impactos já em curso, evitando novos danos ao meio ambiente e, por consequência, para a vida terrestre.

De acordo com Kon *et al.* (2012), mundialmente o pensamento inovativo mobilizou a intensificação dos estudos e pesquisas para a identificação de medidas e estratégias de políticas públicas que conduzissem a economias “verdes”. Sendo assim, paralelamente busca-se, também, o desenvolvimento de novos materiais, que possibilitem substituir com eficiência os já existentes, explorando-se as relações custo-benefício que possam vir a trazer melhor administração no uso dos recursos naturais e no aproveitamento de resíduos que não encontram destino apropriado, e que poderiam ser matéria-prima de grande potencial no setor industrial.

Com este pensamento, os painéis aglomerados a base de resíduos lignocelulósicos propondo múltiplas aplicações, dentre as quais destacam-se o uso em mobiliário e na construção civil, como divisórias, forros, entre outras, e caracterizam-se pela transformação da madeira, em pequenas partículas, que secas e misturadas são incorporadas à adesivos sintéticos e

reconstituídos numa matriz randômica e consolidados através de aplicação de calor e pressão em prensa quente (IWAKIRI, 2005).

O Brasil, segundo Glycerio (2004), é o país com maior número de espécies de bambu da América Latina, contando com 134 espécies, o equivalente a 10% da diversidade mundial. Pertencente à família das gramíneas, tem acompanhado a evolução humana desde o princípio do desenvolvimento tecnológico, fornecendo abrigo, alimento, utensílios domésticos e outros artefatos, sendo conhecida no oriente como a planta dos mil usos, devido às suas excelentes características físicas, químicas e mecânicas. Considerado um material altamente ecológico, leva pouco tempo para ser renovado, produzindo colmos assexuadamente durante anos sem necessidade de plantio.

Quando comparado a madeira, o emprego do bambu apresenta, vantagens e benefícios como baixo custo, leveza, possibilidade de curvatura, superfície lisa, coloração atrativa, resistência à tração comparável à do aço, resistência à compressão superior à do concreto, grande rigor estético e excelentes resultados na fabricação de móveis, estruturas, tubulações, drenos e habitações (PEREIRA, 2006).

Ainda para Pereira (2001), o bambu é uma matéria prima renovável, de baixa densidade, alta flexibilidade e de baixo custo, cujo aproveitamento industrial ainda é pouco explorado no setor comercial brasileiro. Produtos processados à base desse material, como painéis aglomerados e laminados podem substituir, ou até mesmo evitar, o corte e a extração predatória de florestas tropicais entre outros meios naturais sujeitos a extração de madeiras.

Paralelo ao uso do bambu em painéis, produtos reciclados e reutilização dos resíduos gerados pela agroindústria, é uma metodologia que vem demonstrando relevância cada vez maior no sistema econômico e na preservação ambiental. Desta forma o emprego de alguns desses resíduos, estão sendo utilizados com sucesso na confecção dos painéis de partículas, assim como a casca de amendoim.

O percentual de casca do amendoim após beneficiamento, representa 30% da produção do grão, e seu principal uso é atualmente combustível para caldeiras e alimento bovino.

Uma outra possibilidade de destino para este resíduo seria a adição da casca do amendoim particulada na fabricação de painéis, com promissoras perspectivas em relação aos painéis de madeira aglomerada já existentes. As propriedades mecânicas desses painéis, permitem aplicabilidade em diversas áreas da construção civil, arquitetura e indústria moveleira.

Para a agroindústria brasileira esse cenário é favorável, pois o país apresenta inúmeros resíduos lignocelulósicos com potencial de aproveitamento para a fabricação de novos materiais, como, por exemplo, a casca de amendoim, CARASCHI *et al.* (2009).

Frente a essa realidade, a produção de painéis a base de casca amendoim e bambu apresenta caráter inovador, sustentável e econômico, uma vez que sua produção, utilizando resíduos, visa à redução no descarte dos mesmos, além de agregar valor a um material que seria frequentemente, descartado ou desperdiçado nos processos de fabricação de bens de consumo não duráveis, como por exemplo, nas indústrias alimentícias que os utilizam como matéria prima.

1.1. Conteúdo organizacional

O presente trabalho, está dividido em 7 capítulos, baseado no tema do trabalho para uma melhor compreensão cronológica dos conteúdos abordados, conforme os seguintes tópicos:

- **Capítulo 1 – Introdução**

Este capítulo aborda os principais conceitos utilizados nesta pesquisa, bem como trabalhos publicados de outros autores relevantes à linha de pesquisa de materiais lignocelulósicos, além do esclarecimento sobre painéis compostos por partículas, sua classificação, propriedades dos materiais alternativos bambu e casca de amendoim, com resina poliuretana bi componente a base de óleo de mamona.

- **Capítulo 2 – Objetivos**

Os objetivos estão definindo a finalidade deste trabalho científico, bem como meta atingida com a elaboração da pesquisa com clareza, no intuito da tomada de decisões quanto aos aspectos metodológicos da pesquisa.

- **Capítulo 3 – Fundamentação teórica**

Este capítulo aborda os principais conceitos utilizados nesta pesquisa, bem como trabalhos relevantes publicados de outros autores à linha de pesquisa de materiais

lignocelulósicos, além do esclarecimento sobre painéis compostos por partículas, sua classificação, propriedades dos materiais alternativos bambu e casca de amendoim, com resina poliuretana bi componente a base de óleo de mamona.

- **Capítulo 4 – Materiais e métodos**

Neste item são apresentados os materiais e equipamentos utilizados nesta pesquisa, bem como a metodologia desenvolvida para confecção dos painéis de partículas e elaboração dos testes físicos e mecânicos afim de determinar as propriedades do material em estudo.

- **Capítulo 5 – Resultados e discussões**

Neste capítulo são apresentados os resultados analíticos, e estatísticos obtidos através dos ensaios experimentais para cada traço dos painéis compostos por partículas de bambu e casca de amendoim, explicitando discussões sobre os aspectos comparativos entre os diferentes tipos de materiais lignocelulósicos abordados nesta literatura.

- **Capítulo 6 – Considerações finais**

Este capítulo apresenta as conclusões referentes aos objetivos propostos inicialmente nesta dissertação.

- **Capítulo 7 – Sugestões para trabalhos futuros**

Neste capítulo são apresentadas sugestões de alteração de parâmetros para base de novos trabalhos a fim de elucidar outros aspectos relacionados ao estudo e emprego de materiais lignocelulósicos.

2. OBJETIVOS

Os objetivos descritos neste capítulo, representam a intenção desta pesquisa, demonstrando as decisões tomadas na etapa da metodologia. Os objetivos gerais são mais amplos e tem relação direta com o problema de pesquisa, e os objetivos específicos demonstram o desmembramento dos objetivos gerais.

2.1. Objetivos gerais

O presente trabalho teve como objetivo verificar a possibilidade de adição de partículas casca de amendoim ao bambu, como alternativa para aproveitamento do referido resíduo da agroindústria.

2.2. Objetivos específicos

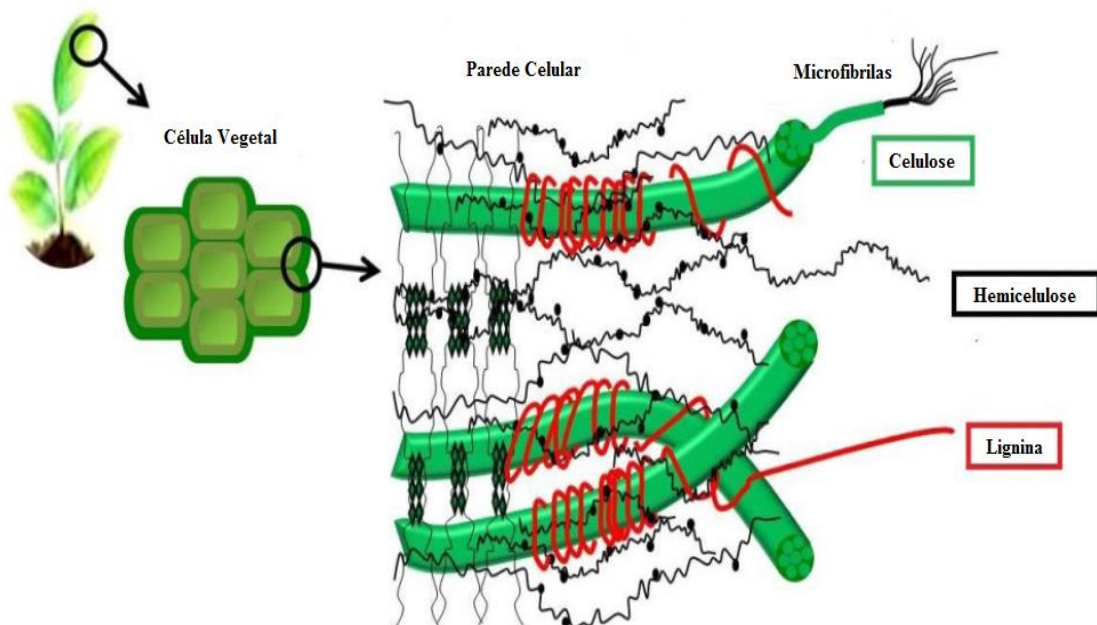
- Produzir painéis aglomerados com partículas de bambu da espécie *Dendracalamus giganteus*, com diferentes porcentagem de resíduo agrícola oriundo de amendoim, com resina à base de mamona.
- Avaliar a resistência física do painel através dos ensaios de inchamento em espessura e absorção de água, teor de umidade e densidade, conforme norma ABNT 14.810-2 e ANSI – A208-1.
- Avaliar a resistência mecânica através dos ensaios de flexão estática e tração perpendicular as faces e arranchamento de parafuso (topo e superfície); conforme norma ABNT 14.810-2 e ANSI – A208-1.
- Comparar os resultados obtidos entre os traços produzidos em laboratórios e com outros pesquisadores da área.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A inovação tecnológica na produção de painéis ou chapas aglomeradas para uso na indústria moveleira e construção civil, intensificou-se principalmente após a Segunda Guerra Mundial, em decorrência da escassez de matéria-prima, e necessidade em reduzir as perdas no processamento da madeira e exploração florestal. Segundo Iwakiri (2003), no Brasil a produção de painéis de madeira aglomerada teve início em 1966.

Nos Estado Unidos da América, os painéis estruturais são utilizados em larga escala na indústria da construção civil. Segundo Juvenal e Mattos, (2003) o Brasil, utiliza painéis aglomerados, geralmente produzidos a partir de partículas de madeira aglutinadas com adesivos sintéticos ou outro aglomerante de maneira homogêneos e prensados a quente, por tempo suficiente para que a cura da resina se efetue. Os painéis aglomerados homogêneos, podem à princípio, ser fabricados a partir de qualquer outro material lignocelulósico, que tem em sua composição química, semelhanças com a madeira, mais precisamente com a das madeiras duras que contêm menor teor de lignina e maior teor de hemiceluloses do tipo pentosanas, e que lhes garantam boa resistência mecânica com peso específico pré-estabelecido, conforme Figura 3.1.

Figura 3.1: Estrutura simplificada da fibra vegetal de materiais lignocelulósicos.



Fonte: JANUS, 2014

Segundo Iwakiri (2003), a madeira reconstituída, sob a forma de chapas e painéis, tem despertado do interesse do mercado consumidor de materiais lignocelulósicos. A preservação das florestas nativas e a prática do reflorestamento, contribuem para busca e desenvolvimento de materiais alternativos para fabricação de painéis à base bambu e de resíduos industriais de diferentes origens, como proposta de alternativa para aplicabilidade no setor arquitetônico, minimizando desta forma, os impactos ambientais promovendo a adequada disposição final destes resíduos, e gerando materiais que preservem os recursos naturais.

Com relação às propriedades e qualidade dos painéis, são inúmeros os fatores que colaboram para as características do produto final, no processo de produção de painéis. No entanto, a obtenção de painéis e lâminas com boa qualidade, está diretamente relacionada às características da madeira ou do material lignocelulósico utilizado, da resina, e dos processos de fabricação empregados na confecção dos painéis. Segundo Hillig (2000), a indústria brasileira de painéis aglomerados, faz uso das partículas de madeira de reflorestamento provenientes de pinus e de algumas espécies de eucalipto, o que determina, inclusive, uma melhor qualidade do produto, visando o melhor controle de homogeneidade da matéria-prima.

No entanto, uma diversidade de materiais lignocelulósicos proveniente de resíduos agroindustriais, podem substituir as partículas de madeira com bons resultados na fabricação de chapas e painéis aglomerados de média e alta densidade, com baixos custo e vantagens, quando comparados a madeira, bem como a redução da oferta de madeiras nativas comerciais e de reflorestamento. As aplicações dos painéis particulados, principalmente na indústria moveleira, e construção civil, resultou em uma evolução tecnologia, tendo como elemento de pesquisa a viabilidade de novos processos de fabricação, e possibilidade de utilização dos resíduos e materiais alternativos como, bagaço de cana de açúcar, palha e sabugo de milho, fibra de coco, casca de arroz, casca de amendoim, agregados a fibras de bambu, na fabricação de chapas e painéis.

3.1. Sustentabilidade

O conceito de sustentabilidade, sempre esteve presente no contexto histórico ao longo dos tempos, no entanto nas últimas décadas passou a ser discutido com maior ênfase em virtude dos impactos ambientais, gerados pelo uso indiscriminado dos recursos naturais.

O homem já acreditava na necessidade do equilíbrio no uso dos recursos naturais, mesmo antes deste tornar-se um dos assuntos mais discutidos e defendidos pela humanidade.

Segundo Umpiérre *et al.* (2014), por volta do ano 1560, na Província da Saxônia Alemanha, deu-se pela primeira vez os cuidados com uso racional das florestas, favorecendo a regeneração e manutenção permanente da madeira. No entanto, apesar da população nesta época, ter conscientizando-se de que o meio ambiente era limitado, foi apenas em 1713 que o conceito de sustentabilidade tornou-se um modelo estratégico, tendo em vista o receio da população quanto a escassez da madeira utilizada como combustível dos fornos de mineração, importante fonte de recursos para época.

Desta forma, a ideia do conceito de sustentabilidade era assegurar que a matéria-prima que gerava renda e garantia o prosperidade dos negócios, não fosse finita, desta forma, as localidades afetadas pelo desmatamento, eram incentivadas pelo Poder Público, a realizar plantios e reflorestamento nas áreas devastadas. Esta prática se faz presente ainda hoje, através das prerrogativas do Ministério Público, garantindo uma das formas de controlar a degradação ao meio ambiente.

Mesmo com a preocupação e consciência formada pelo medo de uma possível crise do setor madeireiro, foi no início da Revolução Industrial no século XVIII em virtude da necessidade de expansão territorial e crescimento populacional, que o homem foi devastando lugares antes intocados, que a miséria ambiental nasceu.

Esse período, assim como hoje, foi marcado com as preocupações do crescimento econômico, onde o homem em toda a história, coloca-se, segundo Umpiérre *et al.* (2014), de forma superior ao meio ambiente, não percebendo que faz parte deste sistema, e que não se trata apenas da falência do planeta, mas sim a falência de si.

Atualmente, existe um grande número de conceitos para o termo sustentabilidade, com o propósito de definir um conjunto de regras e questões que envolvem o destino de um produto e sua relação com o meio ambiente.

O conceito de desenvolvimento sustentável, é definido pelo Centro Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD) como sendo "um processo de transformação, no qual a exploração de recursos, a direção de investimentos, a orientação do desenvolvimento tecnológico e a mudança institucional se harmonizem e reforcem o potencial presente e futuro, a fim de atender às necessidades humanas". Desta forma, a medida que um novo produto é desenvolvido e em seguida lançado no mercado consumidor, deve-se igualmente considerar os custos econômicos, sociais e ambientais, desde sua inserção no mercado, até seu descarte final.

No entanto, deve-se ter o cuidado para manter outros valores em equilíbrio e possíveis de serem integrados, como aspectos culturais, científicos e tecnológicos. Não se deve encarar a condição de sustentabilidade, apenas como uma tendência; é importante que ocorra um

dinamismo a fim de favorecer adaptações às novas circunstâncias, imprevistos e fatos impostos pela realidade, apresentando uma abordagem progressiva, em consonância com políticas de inclusão e multidisciplinaridade.

3.1.1. Desenvolvimento sustentável

Para Medeiros *et al.* (2010), a preocupação com as questões de preservação e manutenção com meio ambiente é mundial, e em alguns países mais do que em outros. Em 1972, a Conferência das Nações sobre Meio Ambiente e Direito Humano, convidou os governos a desenvolverem esforços comuns para a preservação do ambiente humano e sua prosperidade, acerca das questões ambientais, desenvolvimento e sustentabilidade. Com a participação de cento e quatorze países, a Declaração de Estocolmo na Suíça, resultou em vinte e seis princípios instituídos pelas nações participantes, afim de minimizar os problemas ambientais e reconhecer o meio ambiente como um direito humano, uma vez que em seu Princípio nº 1, traz a obrigação de proteger e melhorar o meio ambiente para as gerações presentes e futuras.

Princípio 1. O homem tem o direito fundamental à liberdade, à igualdade e ao desfrute de condições de vida adequadas em um meio ambiente de qualidade tal que lhe permita levar uma vida digna e gozar de bem-estar, tendo a solene obrigação de proteger e melhorar o meio ambiente para as gerações presentes e futuras. A este respeito, as políticas que promovem ou perpetuam o apartheid, a segregação racial, a discriminação, a opressão colonial e outras formas de opressão e de dominação estrangeira são condenadas e devem ser eliminadas. (DECLARAÇÃO DE ESTOCOLMO SOBRE O AMBIENTE HUMANO DE 1972)

Da mesma forma, o artigo 225 da Constituição Federal de 1988, traz em seu texto, como Lei Federal, o direito do povo ao meio ambiente equilibrado e à qualidade de vida, atribuindo tal responsabilidade ao poder público.

Art. 225. Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações. (CONSTITUIÇÃO FEDERAL, 1988).

E ainda, o Princípio 8, da Declaração de Estocolmo associa o desenvolvimento econômico e social à melhor qualidade de vida do ser humano.

Princípio 8. O desenvolvimento econômico e social é indispensável para assegurar ao homem um ambiente de vida e trabalho favorável e para criar na terra as condições necessárias de melhoria da qualidade de vida (DECLARAÇÃO DE ESTOCOLMO SOBRE O AMBIENTE HUMANO, 1972).

Em 1973, em Washington, nos Estados Unidos, foi celebrada a Convenção sobre o Comércio Internacional das Espécies da Fauna e Flora Selvagens em Perigo de Extinção (CITES), com o objetivo de controlar e regulamentar transações comerciais internacionais de espécies catalogadas quanto ao grau de extinção, com a adesão de cento e setenta e cinco países.

Alguns anos após a Declaração de Estocolmo, em 1983, deu-se outra conferência de relevante importância, com a participação de especialistas em meio ambiente e sustentabilidade presidida pela Primeira-Ministra da Noruega Gro Harlem Brundtland, afim de dar continuidade e avaliar os resultados percebidos em Estocolmo. Os resultados dos estudos deste encontro, foi publicado em 1987, em um documento chamado “*Nosso Futuro Comum*”, conhecido também como Relatório de Brundtland, dando novas diretrizes aos atos relativos ao meio ambiente, bem como conceituando o que vem a ser o desenvolvimento sustentável, definindo como “é o desenvolvimento que encontra as necessidades atuais sem comprometer a habilidade das futuras gerações de atender suas próprias necessidades” (UMPIÉRRE et. al 2014).

Vinte anos após a Conferência de Estocolmo, em 1992, ocorreu no Rio de Janeiro, a Rio 92 ou Cúpula da Terra, com a participação de cento e setenta países, que reuniram-se em torno das questões sobre conceito de desenvolvimento sustentável, e a Agenda 21 destacando o meio ambiente, e o equilíbrio do desenvolvimento econômico, bem como as necessidades humanas com a conservação e preservação do meio ambiente, reforçando o conceito de Desenvolvimento Sustentável e atribuindo as nações o compromisso de elaborarem suas agendas conforme as seções:

- Dimensões sociais e econômicas;
- Conservação e gerenciamento dos recursos para desenvolvimento;
- Fortalecimento do papel dos grupos principais e,
- Meios de implementação (MEDEIROS et al. 2010).

Por sua vez, o Protocolo de Kyoto no Japão, realizado em 1997, estabeleceu metas para redução de gases poluentes, buscando reforçar os compromissos firmados pelas nações na RIO/92, recebendo ratificações de outras nações, até entrar em vigor em 2005.

Em 2002, passados 10 anos da RIO/92, em Johannesburgo na África do Sul, reuniram-se cento e noventa e um países para a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente conhecida como RIO + 10, foram discutidos princípios e conjunto de diretrizes no sentido de reafirmar os compromissos estabelecidos nos encontros anteriores, bem como objetivos para

mudanças nos padrões insustentáveis de produção e consumo, e a proteção dos recursos naturais. Já no ano de 2009 em Copenhague na Dinamarca, a COP15, 15ª Conferência das Partes sobre Mudanças do Clima, as nações participantes discutiram questões envolvendo o aquecimento global.

Em junho de 2012, novamente o Rio de Janeiro serviu como palco para uma Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável, também conhecida como Rio+20, realizada pela ONU, mobilizando líderes do mundo todo, tendo como proposta inicial renovar as ações discutidas anteriormente, além de fazer um balanço dos avanços e retrocessos ocorridos no período de 20 anos, após a consciência de “desenvolvimento sustentável” (UMPIÉRRE *et al.* 2014).

Por quatro décadas de discussão, as conferências serviram de meio para que uma consciência ambiental surgisse diante de ofertas apresentadas pela globalização, que por muitas vezes não visa o bem estar do planeta, mas sim busca os avanços econômicos, esquecendo-se de que o planeta é fundamental à permanência da vida.

Atualmente, as questões de sustentabilidade, vem sendo discutidas devido à necessidade de reequilíbrio do planeta. Desta forma, a reutilização de resíduos em bens de consumo, além de contribuir com este contexto, agrega valor ao produto final, viabilizando sua utilização, através da evolução tecnológica, com o objetivo de manter o meio ambiente em total equilíbrio, e assim dar ao homem a garantia de que sua espécie não será extinta.

3.2. Resíduos

Embora o termo “resíduo”, geralmente esteja associado à ideia de “lixo”, Quirino (2003), define como sendo tudo aquilo que sobra de um processo de produção ou exploração, de transformação ou de utilização. Este mesmo autor apresenta a seguinte classificação para os resíduos, definida pela Comunidade Europeia:

- Resíduos urbanos ou também chamados de domésticos;
- Resíduos industriais;
- Resíduo industrial banal: não possui aditivos tóxicos, como a madeira sem tratamento e materiais de origem vegetal em geral;
- Resíduo industrial especial: Podem ser considerados;
 - ✓ Inerte: não libera nem reage com outro tipo de substância;
 - ✓ Último: sem possibilidades de transformação como as cinzas;
 - ✓ Tóxico ou perigoso: libera substâncias tóxicas durante o tratamento ou estocagem, como o resíduo nuclear. (QUIRINO, 2013).

Por sua vez, a Legislação Federal nº 12.305 de 02 de Agosto de 2010 que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos no inciso X, regulamenta as ações diretas ou indiretas quanto as etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destino final ambientalmente adequado aos resíduos sólidos e rejeitos, conforme legislação municipal.

X - gerenciamento de resíduos sólidos: conjunto de ações exercidas, direta ou indiretamente, nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, de acordo com plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos ou com plano de gerenciamento de resíduos sólidos, exigidos na forma desta Lei. (CONSTITUIÇÃO FEDERAL – 2010).

Segundo a NBR 1004/2004, resíduos nos estados sólido e semi-sólido, resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam também inclusos nesta definição, os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, resultante dos equipamentos para controle de poluição, e dos líquidos quando suas particularidades, tornam inviáveis seu lançamento em rede pública.

Os resíduos vegetais, caracterizam-se por apresentar alta umidade, baixa densidade, grandes volumes, e dimensões variadas. Desta forma, demandam grandes áreas de estocagem ficando dispersos geograficamente, o que dificulta a coleta e transporte dos mesmos, sendo estes, alguns dos motivos que levam a uma subutilização dessa matéria-prima.

3.2.1. Resíduos lignocelulósicos

Quirino (2003), define resíduos lignocelulósicos, como resíduos que apresentam em sua constituição lignina e celulose, juntamente com outros componentes, como as hemiceluloses e os extrativos, podendo ser de origem das culturas florestais, do processamento da madeira ou da madeira em uso como postes, móveis, estacas, dormentes, páletes, moirões, etc.; além de resíduos de culturas agrícolas produzidos no cultivo da terra, resíduos agroindustriais como palhas de arroz, trigo, café; cascas de amendoim, aveia, frutos; e ainda sabugos, bagaço de cana e folhas, gerados no beneficiamento destes.

Os resíduos resultante da exploração florestal, são em geral produzidos durante o processo de retirada da madeira nativa ou áreas de cultivo, e posterior industrialização da mesma. Neste caso os resíduos deixados nas áreas exploradas não são aproveitados, podendo ocasionar problemas nos tratos culturais subsequentes. Da mesma forma, ocorre em culturas agrícolas onde um volume considerável de descarte das colheitas permanece no campo, assim

como no beneficiamento do produto agrícola, onde as “sobras” dos resíduos potencialmente possível de ser utilizada, acabam descartadas.

Sendo assim, os resíduos provenientes de materiais lignocelulósicos, podem ser reutilizados como matéria prima em processo de fabricação de painéis à base de partículas de madeira, como combustível na produção de calor, vapor ou eletricidade em grupos geradores, ou termelétricas.

3.3. Bambu: Origens e aplicabilidade

Segundo Filgueiras (2004), os bambus pertencem à família *Poaceae* ou *gramíneas* e subfamília *Bambusoideae*, chamados de bambu lenhosos Olyrae, conhecida como bambus herbáceos (Figura 3.2). Predominantemente de países com climas tropicais, é uma cultura renovável e permanente, sem necessidade de replantio, com rápido crescimento, a alta capacidade para absorção de carbono atmosférico, o que classifica-o como um material com princípios de materiais sustentáveis.

Figura 3.2: Detalhe do bambu Gênero *Bambusa*, *Dendrocalamus* e *Guadua*.



Fonte: MANHÃES, 2008

Conforme Pereira (1997), o bambu surgiu durante o período Cretáceo, pouco antes da era Terciária, sendo de origem Asiática, expandindo-se de forma natural para o Sri Lanka, Bangladesh, Tailândia e China. Na Indonésia, Filipinas e Brasil, a cultura do Bambu foi introduzida na colonização por portugueses e mais tarde pelos japoneses (Figura 3.3).

Nos países asiáticos, o uso do bambu na produção de painéis para construção civil, arquitetura e designer, com excelentes qualidades estruturais e estéticas, movimentam a cultura

e o plantio de florestas desta gramínea, por suas características físicas e mecânicas, além de um material leve, resistente e versátil.

Figura 3.3: Distribuição geográfica dos bambus lenhosos no mundo



Fonte: MANHÃES, 2008

O bambu tem servido a humanidade por milhares de anos, e sempre foi utilizado na construção de casas, móveis, instrumentos musicais, utensílios domésticos, embalagens, brinquedos, produção de papel e outros artigos da vida diária.

Segundo Moizés (2007), como parte da história ocidental, sabe-se que o primeiro filamento utilizado por Thomas Alva em uma lâmpada foi de bambu, e que na construção de um dos primeiros aviões, o modelo Demoiselle, Santos Dumont utilizou colmos de bambu para sua estrutura.

Na América Latina, vários países como Equador, Colômbia, Brasil e Costa Rica, cultivam o bambu para uso e pesquisas no entanto, é na Colômbia onde construções rurais e urbanas com pisos, estruturas e paredes tipo “taipa” utilizam em maior proporção a gramínea.

Os bambus brasileiros pertencem à tribo *Bambuseae*, da espécie *Dendrocalamus giganteus*, considerada a mais importante da subfamília pela sua utilidade prática e aplicação econômica. Segundo Marinho (2012), *apud* Murakami, (2007), os estados da Bahia, Minas Gerais, São Paulo, Paraná e Santa Catarina, possuem a maior diversidade de espécie de bambu. Os índios no Brasil, utilizavam o bambu em sua forma natural como instrumentos manuais, utensílios e ornamentos.

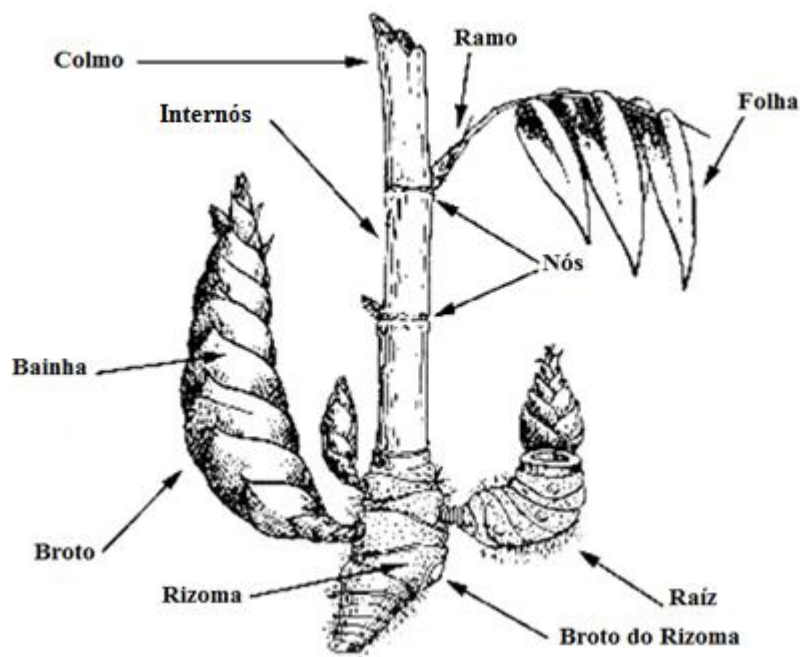
Nos anos 80 a partir do cultivo sustentável e da cultura extrativista retirado de reservas naturais, o uso do bambu expandiu-se para construção civil, artesanato, mobiliário e indústria de papel e celulose.

Os dados atuais, segundo o Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, no RELATÓRIO DE PROJEÇÕES DE AGRONEGÓCIOS (2015/2016), apontam a produção de grãos para safra de 2014 a 2016 entre 206,2 e 223,5 milhões de toneladas, numa área plantada entre 58,1 e 61,0 milhões de hectares, sendo que o maior rendimento em kg por hectare é o da cana de açúcar. Para Móises, (2007), *apud* Vasconcellos (2006), a China tem uma produtividade de varas de bambu de 35 t/ há; na Colômbia a produção é de 42 t/ ano de espécies de *Guadua angustifolia*, e no Brasil a espécie de *Dendrocalamus giganteus* maduros pode chegar de 70 a 80 t/ ano, sendo esta produção anual promissora, quando comparada com outras culturas.

3.3.1. Bambu: *Dendrocalamus giganteus*

A planta do bambu (Figura 3.4) é constituída por diversas partes, na superior sobre o solo, encontram-se os colmos, os ramos, os entrenós, as folhas, os nós, as bainhas e os brotos e na parte inferior abaixo do solo, estão os rizomas, os brotos do rizoma e as raízes (MARINHO, 2012).

Figura 3.4: Detalhe das partes da planta do bambu



Fonte: MARINHO (2012)

A estrutura anatômica do colmo do bambu, determinam suas propriedades na forma do lenho, na medida em que nos internós as células são axialmente orientadas, enquanto que nos nós aparecem nas interconexões transversais. O tecido de um colmo é composto por cerca de 50 % pelas células de parênquima, que são um conjunto de células responsáveis pelas funções vitais da planta, 40 % por feixes vasculares ou tecidos condutores, e 10% pelas fibras.

No Brasil, a maior incidência do bambu *Dendrocalamus gigantes*, é nas regiões do sul e sudeste onde adaptou-se ao clima e solo. Segundo Marinho (2012) *apud* Lin (1968), a espécie de grande porte conhecida como bambu gigante, possui altura entre 20 e 30 m, diâmetro do colmo entre 20 e 30 cm, comprimento intermodal de 30 a 45 cm, e espessura de parede variando entre 1 e 3 cm, podendo atingir até 36 m de altura e 25 cm de diâmetro.

Quanto a velocidade média de crescimento, o bambu gigante obedece um ciclo de vida de 80 a 100 dias, compreendidos entre a germinação da semente e florescimento, após o qual a planta morre, dando lugar a novos brotos, a exemplo de outras gramíneas.

De acordo com Marinho (2012) *apud* Jansenn (1988), a durabilidade natural do bambu quando não tratado é de 1-3 anos em contato com o solo e exposto as intempéries, de 4-6 anos sob cobertura de 10-15 anos sob cobertura e clima mais seco.

Segundo Pereira (2001), o bambu na condição seca, apresenta maior resistência do que na condição verde, sendo que esta diferença é mais perceptível em colmos jovens do que em colmos de maioridade. Para Pereira (2001), a variação das propriedades quanto a resistência do colmo, é mais representativa na direção horizontal, enquanto que a densidade dos nós é maior do que dos internós, em virtude da menor quantidade de células de parênquima. Porém, a resistência à tração, flexão, compressão e cisalhamento são menores, desta forma, a presença dos nós, está diretamente relacionada a uma redução em todas as propriedades de resistência do colmo.

O teor de umidade do colmo recém cortado, é em média de 80%, conforme a idade, posição e época do ano em que foi efetuado o abate. Sendo assim, após o corte do colmo, é necessário um período de um a quatro meses de secagem ao ar para que a umidade do colmo atinja em média de 10 a 15 %.

Mediante essas considerações, o bambu apresenta-se como um material com potencial voltado para aplicação de painéis e estruturas para construção civil, além de apto aos requisitos ambientais necessários atualmente, e possível ao desenvolvimento de novos produtos, propondo soluções imediatas ou então no planejamento futuro, visando o aproveitamento desta espécie como alternativa para substituição da madeira em escassez, incentivando áreas de cultivo para a cultura desta gramínea.

3.4. Cultura do amendoim

O amendoim é uma planta oleaginosa, dicotiledônea, pertencente à família Leguminosa, da espécie *Arachis hypogaea*, com grande importância no Brasil apesar não possuir grande área de cultivo. Segundo dados do IBGE (2016) - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, o país possui uma área cultivada de amendoim de aproximadamente 110 mil ha, com produção estimada em pouco mais de 370 mil toneladas e rendimento de 3.387 kg/ha na safra de 2015, sendo o estado de São Paulo o maior produtor brasileiro, responsável por cerca de 80% do total produzido no país.

O estado produz basicamente o amendoim Runner, considerado resistente a pragas e altamente produtivo com 4.500 kg/ha conforme dados da CONAB (2014), COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Em torno de 80% da produção desta oleaginosa, é exportada para o mercado europeu, sendo o restante comercializado internamente para empresas do ramo alimentício.

Ainda segundo a CONAB (2014), o estado de Minas Gerais foi responsável por 3,2% da produção nacional na safra 2012/13 e deve se manter neste patamar para safras futuras. No Triângulo Mineiro e Noroeste, as lavouras são de alta tecnologia, com sementes de boa qualidade e produtividade média variando de 4.500 a 5.000 kg/ha. Mas, nas demais regiões do estado predomina o cultivo em áreas de agricultura familiar, com baixo nível tecnológico e produtividades bem menores. Na média do estado, estima-se uma produtividade de 3.630 kg/ha e uma produção de 9,4 mil toneladas.

No setor mundial o amendoim representa 10% da produção de óleo comestível, o que o coloca num patamar de grande importância no setor, sendo inclusive o quinto mais consumido. A exemplo do mercado brasileiro, seu cultivo além do óleo, é também destinado à produção de doces, e ao consumo *in natura* como aperitivos salgados, pelo elevado valor nutritivo e energético, atuando como importante antioxidante, e fonte de vitaminas do complexo B e minerais, como cálcio, potássio, zinco e fósforo.

A cultura do amendoim pode ser utilizada em áreas de reformas de canaviais, a exemplo das lavouras de soja, geralmente nos meses de setembro ou outubro, como preparo para o próximo ciclo canavieiro que habitualmente inicia-se entre os meses de fevereiro e março do ano seguinte, passando por tratamentos químicos e tratamentos culturais através do cultivo do amendoim, devolvendo à terra os nutrientes indispensáveis para que a lavoura da cana-de-açúcar tenha produtividade desejada.

O Brasil possui aproximadamente 27 espécies de amendoim (Figura 3.5), registradas no Registro Nacional de Cultivares (RNC), no entanto, algumas delas recebem maior destaque e são consideradas as principais do país, como o IAC-Caiapó, Runner e Valência cultivar Tatu.

Figura 3.5: Amostra de amendoim com casca



Fonte: CAVALLI, 2015

Segundo Cavalli (2015), a espécie IAC-Caiapó (Figura 3.6), foi desenvolvida pelo Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) em 1996. Planta de hábito rasteiro, com elevado rendimento e de ciclo longo, atingindo 135-140 dias, alta produtividade em geral de 25 a 30% a mais que a Valência cultivar Tatu, com baixo custo, resultando num produto final de boa qualidade, com interesse para o mercado interno e externo, de baixo custo para o consumidor. A espécie, caracteriza-se por apresentar cascas de espessura fina e possuir dois grãos bastante desenvolvidos em cada vagem, o que lhe propicia maior rendimento no momento de descascamento.

Figura 3.6: Detalhe do amendoim em grão - IAC-Caiapó



Fonte: CAVALLI, 2015

Por ter ciclo longo essa cultura que apresenta maior quantidade de vagens, granação sadia e resistência a doenças foliares, permita a colheita dos grãos em determinados períodos do ano, favorecendo o processo de secagem, portanto viabilizando seu beneficiamento.

Em seu artigo sobre a cultura do amendoim Cavalli (2015), afirma que oleaginosas da variedade Runner, (Figura 3.7) em uma saca de 25 kg de vagem, 19 kg são de grãos sendo o restante de casca, o que representa aproximadamente 6 kg do peso da saca comercializada, principalmente às indústrias de confeitaria e produção dos grãos sem pele, os blanchados.

Figura 3.7: Detalhe do amendoim em grão da variedade Runner



Fonte: CAVALLI, 2015

A variedade Valencia (Figura 3.8) cultivar Tatu, através de pesquisas para melhoramentos genéticos realizados pelo IAC, caracteriza-se por apresenta vagens alongadas com média de 3 a 4 grãos em seu interior, com dimensões maiores as anteriores ao estudo, garantindo boa produtividade á espécies, sendo esta a variedade, mais consumida e tradicional do país.

Figura 3.8: Detalhe do amendoim em grão da Variedade IAC Tatu



Fonte: CAVALLI, 2015

3.4.1. Casca de amendoim

A casca do amendoim (Figura 3.9) é obtida no momento do beneficiamento do grão, com separação da semente da casca. Este processo é feito de forma mecanizada pela indústria, já que o amendoim é comercializado em vagens, uma vez que a casca oferece ao produto, uma maior proteção contra a deterioração.

Segundo Chamma (2004) *apud* Themem (1998), o amendoim com casca, quando está seco e limpo, pode ser armazenado por períodos mais prolongados, comparados com o amendoim descascado, já que sem a proteção da casca estará sujeito a danos mecânicos e exposto ao ataque de insetos e microrganismos.

A casca do amendoim considerada como um dos resíduos agroindustriais, representa 30% da produção do grão, sendo atualmente, utilizada como combustível para caldeira e fornos, e alimento para gado, no entanto, pesquisas e estudos sobre o aproveitamento deste subproduto em materiais alternativos, a casca do amendoim é atualmente, um recurso abundante e acessível para o desenvolvimento de produtos reciclados.

Figura 3.9: Detalhe da casca do amendoim



Fonte: CHAMMA, 2004

A opção de fabricação de painéis de partículas, viabilizam a utilização desses resíduos, com a proposta de minimizar os custos em relação aos painéis de madeira compensada, além de as propriedades mecânicas desse produto permitirem sua aplicação em diversas áreas da construção civil, arquitetura e indústria moveleira.

Caraschi (2009), pesquisou a viabilidade e as propriedades físico-mecânicas dos painéis à base de casca de amendoim, afim de serem utilizados como elemento de reforço em

embalagens cartonadas e plásticas. Os resultados foram analisados e classificados conforme propriedades de desempenho requeridas para painéis de partículas, o que permitiu classificar os painéis como de baixa densidade, sendo indicados para uso em forros, divisórias, revestimento decorativo e demais aplicações que requerem as mesmas propriedades físicas e mecânicas, segundo norma ANSI A208.1:1993.

Conforme a tendência de desenvolvimento de produtos sustentáveis, e aplicação de resíduos da agroindústria em novos materiais, vem como proposta para agregar valor a este resíduo, com o propósito de evitar seu descarte ou queima.

3.5. Painéis de partículas

Partindo da proposta de reutilização dos resíduos agroindustriais agregados a fibras do bambu gigante, surge a necessidade de diagnosticar novos materiais que possam ser inseridos no mercado como aproveitamento destes produtos. Uma das alternativas é a aplicação de compósitos particulados na fabricação de painéis, que possam ser utilizados na construção, civil, arquitetura, paisagismo, e outros.

Segundo Iwakiri (2005), os painéis de madeira são produzidos a partir do processamento desta, transformando-as em elementos com formas e dimensões diversas, associando-as a adesivos adequados que sobre ação conjunta de pressão e calor, geram produtos de madeira reconstituída, afim de substituir o uso da madeira maciça.

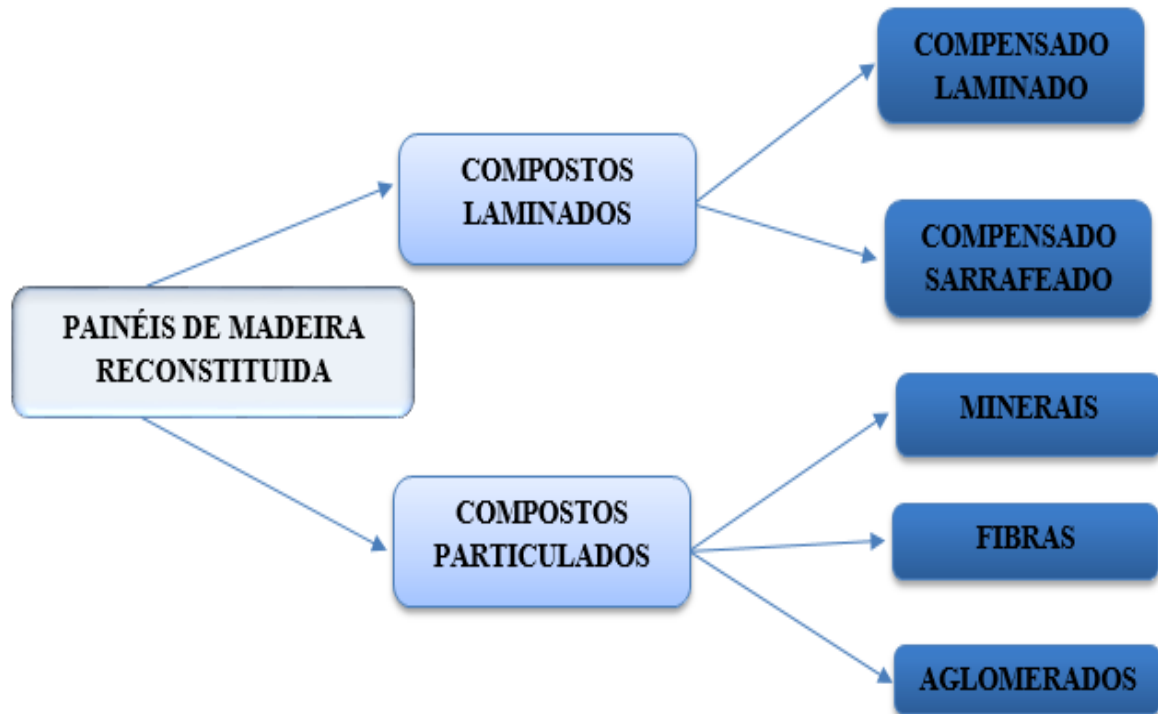
A ABNT 14.810-1/2013, em seu item 2.28, define painel de partícula como sendo de constituídos de partículas de madeira aglutinada com resina sintética que se consolidam sob a ação conjunta de pressão e calor. E ainda no item 2.5, a norma relata que o painel é constituído de 3 camadas ou multicamadas, duas externas superficiais com partículas finas e uma camada interna com partículas grossas.

Iwakiri (2005), define painéis de madeira como compostos de elementos de madeira como lâminas, sarrafos, partículas e fibras, obtidos a partir da redução da matéria sólida, e reconstruídos através de ligação adesiva (Figura 3.10).

Ainda nesta obra, o autor atribui o início da produção de painéis, ao final do século XIX, e posteriormente o desenvolvimento de inúmeros tipos foram surgindo até o momento, sempre com a preocupação da busca por novos produtos, com melhor relação custo/benefício, para a aplicações específicas a que se destinam.

Segundo Barros Filho (2009), o painel de madeira aglomerada, pode ser considerado como um dos mais bem sucedidos painéis já criados, ficando atrás apenas do MDF, para algumas aplicações.

Figura 3.10: Esquema representativo dos principais tipos de painéis



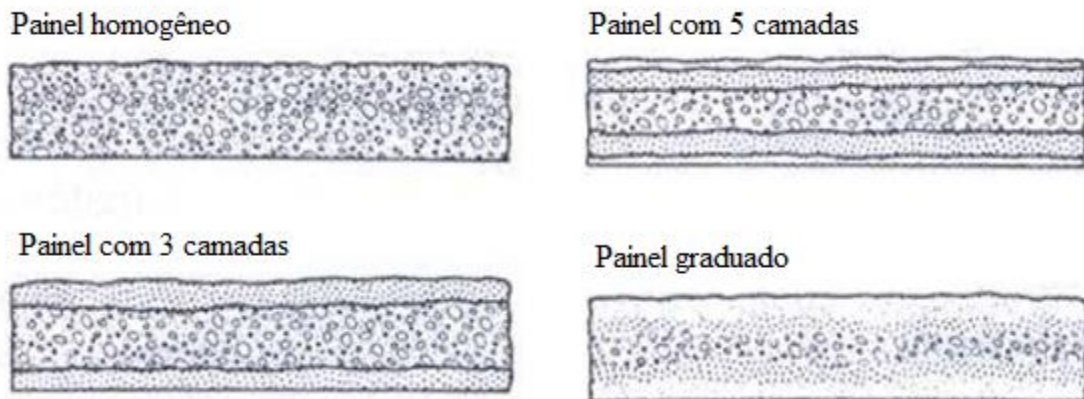
Fonte: Adaptado de IWAKIRI, 2005

Os painéis podem ser classificados quanto à geometria das partículas como: aglomerados convencionais, partículas do tipo “flake” (flakeboard), partículas do tipo “wafer” (waferboard), e partículas do tipo “strand” (strandboard). A distribuição das partículas na chapa também caracteriza tipos diferentes de painéis, podendo esta ser randômica ou orientada.

Outro fator que diferencia os painéis, é a granulometria de suas partículas. Sendo assim, são classificados como homogêneos para painéis compostos por apenas uma camada, de múltiplas camadas o qual possui camadas bem definidas e que diminuem a granulometria do centro para as extremidades, e de camadas graduadas onde suas camadas também diminuem de granulometria do centro para as extremidades, porém estas não são tão distintas quanto o anterior e o painel de partículas orientadas (OSB). Esta classificação pode ser bem visualizada através da Figura 3.11.

A densidade do painel é também um parâmetro utilizado para a classificação dos painéis aglomerado sendo: baixa densidade até $0,59 \text{ g/cm}^3$, média densidade de $0,60$ a $0,79 \text{ g/cm}^3$ e alta densidade: acima de $0,80 \text{ g/cm}^3$.

Figura 3.11: Sistema de distribuição de partículas no painel aglomerado



Fonte: Adaptado de BARROS FILHO (2009)

Quanto a matéria prima para a composição dos painéis aglomerados Iwakiri (2005), define como principais componentes os lignocelulósicos, adesivos, aditivos químicos como catalisadores, emulsão de parafina, preservantes contra fungos e insetos e retardantes de fogo.

Valarelli (2016) apud Gonçalves (2000), classifica as partículas para produção de painéis como:

Cavacos: partículas longas e espessas, com ou sem casca, produzidas por picadores no corte de rejeitos de madeira, gerados por operações em serras de refilamento de destopo.

Serragem: partículas curtas e finas geradas em operações para cortar toras e costaneiras por meio de serras de fita ou de peças de madeira por serras circulares.

Flocos (Flakes) ou Maravalhas: partículas longas e finas, de largura variável, produzidas por fresas ou facas, em operações de fresamento de peças de madeira.

Aparas de Madeira (Shaving): partículas de madeira obtidas através de operações de marcenaria que envolve facas rotativas, produzindo cavacos de pequenas dimensões e densidade variáveis. Valarelli (2016) apud GONÇALVES (2000).

Segundo Barros Filho (2009), para a produção de partículas, a princípio, servem todas as espécies vegetais. É fundamental que se possa cortá-las na forma plana e que sejam compatíveis com os adesivos usados. O grande volume de matéria-prima exigido para a produção de partículas faz com que a principal fonte seja a madeira de florestas plantadas. No entanto, resíduos de outras indústrias também estão sendo pesquisados e usados na geração de

partículas. Os painéis aglomerados são constituído com cerca de 90% da massa, por partículas lignocelulósicas. No Brasil os painéis são constituídos principalmente de madeira, sendo as espécies mais utilizadas são o *Pinus spp* e o *Eucalyptus spp*, embora outras espécies possam ser empregadas como a acácia e a bracatinga. Normalmente são partículas puras de uma espécie apenas, porém pode-se misturá-las em proporções determinadas, de acordo com a necessidade de mercado ou pela busca de novas propriedades.

A crescente demanda do mercado consumidor por painéis particulados, bem como a escassez de matéria prima derivadas da madeira, tem incentivado pesquisas e estudos na busca por materiais alternativos para produção destes painéis.

Para Caraschi (2008), os materiais lignocelulósicos provenientes de subprodutos agroindustriais vêm sendo utilizados com sucesso na fabricação dos painéis, com destaque para a casca de arroz, folhas de bambu e também o bagaço de cana-de-açúcar.

3.6. Mercado de painéis no Brasil

De acordo com Barros Filho (2009) a primeira indústria de chapas de madeira aglomerada a se instalar no Brasil, foi em Curitiba em 1966. A partir de então, outras indústrias foram se instalando nas regiões Sul e Sudeste do país, no entanto, as primeiras chapas de madeira aglomerada, foram fabricadas pela Placas do Paraná S.A.

Ainda segundo Barros Filho (2009), a empresa Arauco do Brasil, grupo à qual pertence a indústria Placas do Paraná S.A., também afirma que “O pioneirismo fez da Placas do Paraná S.A. o primeiro fabricante de painéis de madeira aglomerada do Brasil, revolucionando a indústria moveleira da época”.

Visando a preservação das matas nativas, a cultura quanto ao uso do painel de madeira aglomerada, propôs a solução ao grave problema de escassez da madeira que até então, inibia a produção da indústria moveleira no país, apesar do mercado consumidor estar em franca expansão. Por ser um produto desconhecido e ainda pouco utilizado no Brasil, os empresários da indústria moveleira não deram muita atenção ao novo produto na época em que foi lançado. Os painéis aglomerados não eram considerados produtos com boa resistência e propriedades necessárias para o fim a que se propunha, que era até o momento a indústria moveleira.

Entretanto, com o incentivo de empresários do setor moveleiro no exterior, bem como brasileiros que tiveram contato em feiras e divulgação de trabalhos através de publicações, houve um crescente interesse no setor brasileiro pela nova matéria prima disponível. Barros Filho (2009) descreve que nunca a indústria moveleira do Brasil foi submetida a mudanças tão

intensas e profundas como as que aconteceram nas últimas décadas em razão do surgimento das chapas de madeira aglomerada e outras, que revolucionaram processos de fabricação e conceitos tradicionais. Os motivos para tanta transformação, baseiam-se na escassez de madeiras nobres como o mogno, a cerejeira e o cedro, além do alto custo, dificuldade de exploração em virtude da leis de preservação, e dificuldade de oferta.

A utilização da madeira *Pinus spp* e *eucalyptus spp* na fabricação dos painéis aglomerados, revolucionou o setor movimentando a indústria de produção de painéis, a partir da segunda metade dos anos 70. Nos anos 80, a indústria moveleira passou a demandar chapas de aglomerado revestidas com melamina (BP), principal insumo para a fabricação de móveis em todo o mundo.

Segundo Bueno (2014), nos últimos anos, a produção e o consumo da indústria de painéis de madeira industrializada apresentou o maior crescimento médio anual dentre os produtos florestais do Brasil. Esse aumento foi devido ao incremento do consumo doméstico e aos investimentos significativos realizados pelas indústrias do setor, as quais dobraram a capacidade nominal instalada na última década e a substituição de compensados pelos painéis de madeira na produção de móveis.

Segundo a ABIPA, em 2015, o setor de árvores plantadas, favorecido pela desvalorização cambial, registrou alta nas exportações de celulose, painéis de madeira e papel. De janeiro a dezembro de 2015, as exportações de painéis de madeira alcançaram 641 mil m³, alta de 52,3% em relação ao mesmo período de 2014, enquanto que as vendas internas de painéis foram de 6,4 milhões de m³, volume 11,3% menor quando comparado ao ano anterior.

3.7. Produção de painéis alternativos

Conforme citado em itens anteriores neste trabalho, a produção e comercialização de painéis aglomerados, surgiram como alternativas ecologicamente corretas, a fim de reduzir os impactos ambientais e gerenciar da melhor forma o uso dos recursos naturais, incentivando as pesquisas desenvolvidas com materiais de construção alternativos.

Seguindo essa iniciativa, vários estudos foram realizados com o objetivo de analisar as propriedades dos painéis de material particulado, fabricados com fibras e resíduos de aproveitamento da agroindústria com bambu, bagaço da cana-de-açúcar, casca de arroz, palmitero, fibras de coco, e outros.

Valarelli (2009) em sua pesquisa com painel de partículas de alta densidade, composto de resíduos de bambu e palmeira pupunha, com resina poliuretana bi-componente a base de mamona, comenta:

O Brasil apresenta em sua estrutura territorial uma ampla potencialidade em soluções de reaproveitamento de insumos e ou resíduos agroindustriais. A aplicação adequada desses recursos renováveis, como a reutilização na fabricação de painéis, minimiza as dificuldades ambientais, além de agregar valor ao produto final. (VALARELLI, 2009).

Cravo (2013), realizou pesquisas com compósito particulado de baixa densidade com casca de amendoim, fibra de coco verde e resina poliuretana à base de óleo de mamona, para aplicação como forro de galpões avícolas, e concluiu que para uma instalação avícola, as propriedades mecânicas demonstram que o painel híbrido pode ser aplicado aos aviários, quanto à solicitação de forças. Porém quanto as propriedades físicas, é necessário aplicação de verniz, resina ou demais produtos que visem a redução de absorção de água, uma vez que nos aviários a umidade relativa fica em torno de 50 a 70%.

Batistelle *et al.* (2011), avaliaram a acústica das chapas de partículas produzidas com bagaço de cana-de-açúcar e folha caulinar de bambu, concluindo que resultados que influenciaram diretamente no isolamento acústico dos blocos, são a distância entre o decibelímetro com relação a fonte sonora, o que já é esperado na avaliação acústica, e a densidade do painel, onde o material com 100% de bagaço de cana obteve o melhor resultado para atenuação de ruído 13,6 dB.

Batistelle *et al.* (2005), em outro trabalho de análise de intemperismo natural em chapas de partículas compostas de resíduos agroindustriais, recomenda o emprego das chapas de partículas compostas por resíduos, bambu e celulose para ambientes internos. Entretanto, as chapas com resíduos de embalagens Tetra Pak destacaram-se positivamente aos agentes climáticos, não sofrendo mudanças significativas, podendo assim, serem utilizadas tanto internamente como externamente.

Chamma *et al.* (2014), em seu artigo “Produtos ecoeficientes na arquitetura: a produção de painéis feitos a partir do compósito de plástico e casca de arroz” afirma, que o material desenvolvido apresenta características físicas e mecânicas aceitáveis, indicando uma importância de aprofundamento de estudos sobre o mesmo, e recomenda a produção em escala industrial. O resultado foi satisfatório, não só por ter surpreendido com aspectos como cor e textura, mas por contribuir para geração de produtos sustentáveis.

Barbirato *et al.* (2014) relata que a casca de amendoim é um resíduo agroindustrial com potencial para fabricação de painéis de partículas, no entanto, as propriedades físico-mecânicas mais satisfatórias foram observadas para painéis híbridos de casca de amendoim e partículas de madeira com densidade 0,8 g/cm³, produzidos com proporção de 50% casca de amendoim, 50% madeira itaúba (*Mezilaurus itauba*) e aglomerados com resina poliuretana de óleo de mamona, atendendo às recomendações mínimas dos documentos normativos nacionais e internacionais, representando a formulação que proporciona um uso significativo de partículas de casca de amendoim, sem prejuízo das propriedades físico-mecânicas.

Chamma *et al.* (2008), em seu artigo “O aproveitamento de resíduos sólidos na produção de painéis para aplicações arquitetônicas”, conclui que a resina PU de mamona é eficiente na atuação como produto impermeabilizante de painéis de partículas de casca de amendoim, e as propriedades físico-mecânicas indicam que o material apresenta um potencial de utilização em ambientes internos de residências, construções agrícolas, nos setores moveleiro e decorativo, para aplicação como revestimento de superfícies;

Já em sua tese de doutorado Chamma (2004) sobre produção de painéis a partir de resíduos sólidos para uso como elemento arquitetônico, afirma que os tratamentos que alcançaram os melhores resultados, foram aqueles compostos por embalagens plásticas e casca de arroz, nas proporções 50/50 e 60/40 apresentando resultados que atenderam à norma ANSI A208-1 (ANSI, 1993), em relação à densidade, inchamento, tração perpendicular à superfície e MOR.

Em seu artigo “Viabilidade técnica de produção e propriedades de painéis de partículas de casca de amendoim”, Gatani *et al.* (2013), concorda com Chamma (2008), quando observam que as propriedades físico-mecânicas indicam que o material apresenta um potencial de utilização em ambientes internos de residências, construções agrícolas e nos setores moveleiro e decorativo, para aplicação como revestimento de superfícies.

Fiorelli *et al.* (2011), quando ensaiaram painéis de partículas à base de bagaço de cana e resina de mamona, concluíram assim como outros autores já mencionados, que nos ensaios realizados, os painéis com bagaço de cana-de-açúcar e resina poliuretana à base de óleo de mamona obtiveram valores de propriedades mecânicas que permitem sua utilização em uso estrutural comercial e industrial. Além de poderem ser utilizados em ambientes internos de residências, construções agrícolas, setor moveleiro e decorativo, para aplicações não estruturais.

Valarelli (2016), em sua tese de livre docência onde verifica as potencialidades da utilização do resíduo de bambu e pupunha aplicado aos painéis de partículas de alta densidade,

para aplicações estruturais em condições secas na indústria moveleira e de construção civil, constata que a mistura de partículas de materiais alternativos, permitiu a obtenção de um painel leve, com desempenho físico-mecânico satisfatório aos propósitos, o que é fundamental para a redução do custo do produto bem como minimização de consumo de recursos naturais.

É notório que a grande maioria dos trabalhos aqui apresentados, quando comparados as normas específicas para classificação de painéis com partículas aglomeradas, revelam resultados satisfatórios, quanto a utilização destes painéis à base de resíduos lignocelulosicos para os mais diversos fins, desde construção civil, até materiais decorativos e isolamentos acústicos ou térmicos, motivando a produção industrial deste para posterior comercialização.

3.8. Resinas

Segundo Bueno (2014), desde o início da história humana existem relatos da utilização de adesivos pelo homem, com o aproveitamento de resinas de árvores como a goma-arábica extraída de essências florestais, da aplicação do ovo e da borracha natural para poder juntar dois materiais. Na Primeira Guerra Mundial, os adesivos eram normalmente compostos de proteínas animais, porém foram surgindo novos materiais que mostraram uma elevada resistência a absorção de água ou passaram a permitir aplicação à temperatura do ambiente.

IWAKIRI (2005) comenta que para a fabricação de painéis de fibras e de partículas, os adesivos se distribuem em dois grupos básicos: adesivos de origem natural e adesivos sintéticos.

Quanto aos adesivos naturais, destacam-se aqueles de origem animal como os glutina (couro, pele e osso) o amido (batatas, trigo), a caseína (leite), a albumina (sangue), de proteína vegetal (Soja), éter celulósico, borracha natural, mamona e o tanino. Já os adesivos de origem sintética termoplásticos são polivinil acetato, polivinil acrilato, polietileno, polistírol, borracha sintética, e sintéticos termoendurecedores termofixos são a base de ureia-formaldeído, melamina-formaldeído, fenol-formaldeído e tanino-formaldeído.

As Poliuretanas (PU), utilizadas neste estudo, são produzidas pela reação de um isocianato (pré-polímero) com um poliálcool (óleo de mamona) e outros reagentes, tais como: agentes de cura, extensores de cadeia (contendo dois ou mais grupos reativos), catalisadores, agentes de expansão, surfactantes e cargas.

Com o desenvolvimento e produção de painéis e chapas de partículas de madeira aglomerada as resinas PU passaram a ser usadas em grande escala, com as mesmas características daquelas produzidas com adesivos fenólicos, para uso externo, no entanto,

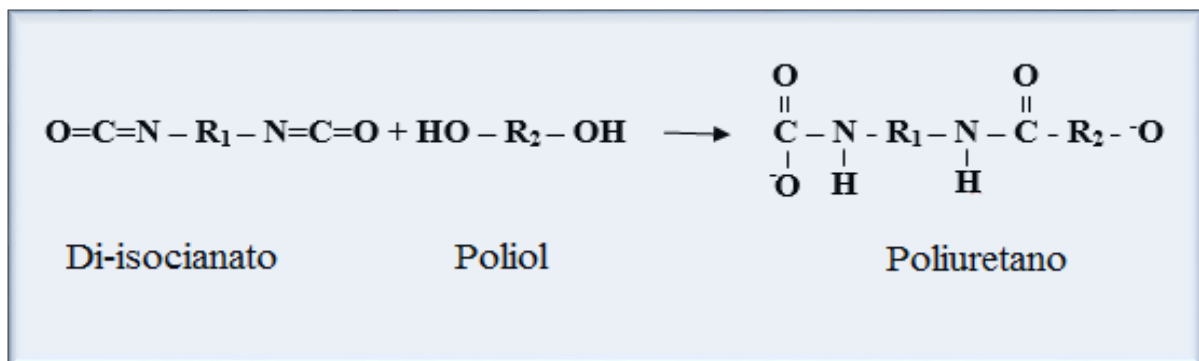
estudos mostram que os painéis colados com adesivos à base de poliuretana, apresentam propriedades superiores àquelas das chapas coladas com adesivo fenólico.

Segundo José (2006), Existem dois caminhos básicos para se obter uma resina poliuretana:

O primeiro, resulta na preparação das poliuretanas monocomponentes, onde se destacam em sua estrutura básica os três tipos de intermediários de síntese: poliól, diisocianato e extensores de cadeia. O segundo caminho corresponde à preparação de uma resina poliuretana bicomponente. A partir deste caminho, obtém-se um polímero no qual a polimerização está incompleta, que pode ser denominado de um pré-polímero. Este pré-polímero quando misturado a um poliól resulta em um poliuretano. (JOSÉ, 2006).

Desta forma, as propriedades do polímero, tais como flexibilidade, rigidez, força intercadeia e o entrecruzamento molecular, são explicadas a partir do balanceamento e das características químicas do poliól empregado na reação final com o pré-polímero, conforme. Figura 3.12.

Figura 3.12: Representação química da formação de uma poliuretana.



Fonte: Adaptado de JOSÉ, 2006

3.9. Resina poliuretana à base de óleo de mamona

Com a preocupação quanto a preservação do meio ambiente e a sustentabilidade, existe uma tendência mundial na utilização e procura por materiais biodegradáveis, e não poluentes derivados de biomassa. Segundo José (2006) apud Araújo (1992), esta tendência alavancou as pesquisas com resinas a base de poliuretanos, derivados de óleo de mamona, ampliando-se, assim, novas perspectivas para o seu desenvolvimento.

A mamona, conhecida mundialmente como "Castor Oil" e, no Brasil com grande abundância, por "Caturra", (*Ricinus communis*) é uma planta originária das regiões subtropicais, da família das Euforbiáceas, da qual é extraído o óleo.

A partir da extração do óleo de mamona, é possível o processo de sintetização dos polióis e pré-polímeros, com diferentes características que, quando misturados, dão origem a um poliuretano. Segundo José (2006), esta mistura poliól (à base de mamona) e pré-polímero, a frio, leva à reação de polimerização. Esta reação conduz à formação da poliuretana, podendo-se variar a porcentagem de poliól, que define maior ou menor dureza, bem como o emprego de catalisador adequado a fim de aumentar a velocidade da reação.

A porcentagem de poliól e de pré-polímero, determina o custo econômico da utilização da resina poliuretana à base de óleo de mamona, sendo que o pré-polímero representa 80% do custo da resina, e também em relação à demanda, Sendo assim, quanto maior a demanda, menores são os custos de produção.

Quanto a aplicação do resina poliuretana à base de mamona, destacam-se, segundo José (2006) os trabalhos e estudos:

Claro Neto (1997) caracterizou as propriedades físico-químicas do polímero poliuretano, bi-componente, derivado de óleo de mamona, desenvolvido para ser utilizado como material em implantes ósseos. Com o estudo, o autor apresentou que a decomposição térmica deste polímero se inicia em temperaturas acima de 150 °C. No estudo de Claro Neto (1997) foi sintetizado um pré-polímero a partir do difenilmetano disocianato, pré-polimerizado com um poliól derivado de óleo de mamona.

Araújo (1992) conduziu uma série de ensaios a fim de determinar as características das várias composições de resinas poliuretanas baseadas no óleo de mamona. Com relação à estabilidade térmica das poliuretanas, o autor verificou, através dos termogramas dos ensaios, que até 220 °C ocorre apenas uma pequena perda de massa, o que evidencia a estabilidade térmica da resina até esta temperatura.

Jesus (2000) apresentou um estudo sobre o comportamento do adesivo poliuretano à base de óleo de mamona para o emprego na fabricação de madeira laminada colada O autor avaliou a eficiência do adesivo por meio de ensaios mecânicos de resistência ao cisalhamento, tração normal e tração paralela às fibras. A partir dos resultados obtidos determinou os parâmetros de colagem, tais como: viscosidade, tempo de pressão de colagem e tempo de cura. Os resultados apresentados pelo autor mostraram que o adesivo à base de óleo de mamona mostrou ser uma boa alternativa para a utilização tecnológica da madeira.

A resina poliuretana à base de óleo de mamona estudada por Jesus (2000) foi do tipo bi-componente, composta pelo poliól e pelo pré-polímero, de cura a frio. Após a mistura dos componentes, sua viscosidade aumenta e seu tempo de utilização é de aproximadamente 20

minutos. Esse tempo de trabalhabilidade reduzido do adesivo dificultou sua aplicação em estruturas de MLC.

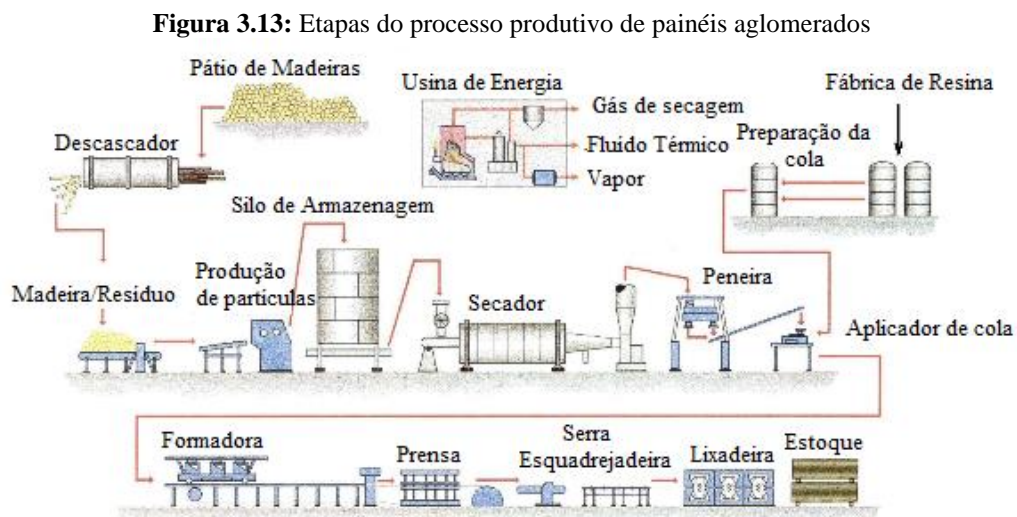
Azambuja (2002) determinou parâmetros adequados para a colagem de MLC com a resina à base de óleo de mamona e analisou a resistência da linha de cola e o desempenho estrutural das vigas de MLC, por intermédio do ensaio mecânico de resistência à flexão.

A resina utilizada por Azambuja (2002) era uma poliuretana bi-componente à base de óleo de mamona, constituída a partir do poliól 25040 e do pré-polímero A249. O Instituto de Química de São Carlos- USP desenvolveu esta nova variação de adesivo com a finalidade de melhorar suas qualidades de viscosidade, tempo de cura e trabalhabilidade, facilitando sua aplicação em MLC. A proporção utilizada para o preparo deste adesivo foi de *uma parte*, em peso, de pré-polímero A249, para *uma parte*, em peso, de poliól 25040. JOSÉ (2006).

3.10. Processo produtivo dos painéis de partículas

A fabricação dos painéis, envolve uma série de operações (Figura 3.13), a saber:

- picagens;
- secagem das partículas;
- resinagem das partículas em misturador;
- formação do colchão para a prensagem a quente;
- esquadrejamento com serras circulares e
- lixamento final.



Fonte: Adaptado de IWAKIRI *et al.* (2005)

A produção das partículas, rege que o tamanho e a geometria destas utilizadas na produção dos painéis determinam a especificação dos picadores. A obtenção dos cavacos podem ser em tamanhos homogêneos ou diversificados conforme a montagem da chapa. A umidade da madeira e a presença de casca são importantes nessa etapa do processo. Valores de umidade abaixo de 35% dificultam o controle da geometria das partículas, gerando uma quantidade maior de partículas finas, maior consumo de energia e desgaste nos picadores. Antes da geração das partículas, é feito o descascamento da tora, e só então acontece a redução primária da matéria-prima através de picadores que transformam as toras em cavacos. A redução secundária é feita através de moinhos de martelo, transformando os cavacos em partículas menores (IWAKIRI *et al.* 2005).

Em termos de secagem das partículas, a determinação do teor de umidade das mesmas tem influência direta na cura da resina no tempo de prensagem e na pressão necessária para consolidação do painel até a espessura final desejada (BARROS FILHO, 2009).

Quanto a classificação das partículas, após a secagem, estas são classificadas através de peneiras ou em função de seu peso, essa classificação acontece a fim de remover os finos e as partículas grandes.

No quesito aplicação do adesivo este representa um alto custo na produção do painel, podendo chegar até 35% do valor do mesmo para o caso de produção artesanal. Dados referentes ao custo na produção industrial estão indisponíveis até o momento, necessitando, portanto, de maiores estudos para sua quantização. Em um painel geralmente são utilizados de 6 a 12%, em relação ao peso seco das partículas (IWAKIRI *et al.* 2005), Daí o fato de sua aplicação ser sempre otimizada.

Quando os painéis são homogêneos, a aplicação do adesivo sobre as partículas é realizada no mesmo aplicador, porém se os painéis forem multicamadas, a aplicação do adesivo é realizada separadamente para partículas da camada interna e das camadas externas do painel, em dois aplicadores distintos (IWAKIRI *et al.* 2005).

A formação do colchão é um processo de deposição das partículas combinadas com adesivo sobre uma esteira móvel, em quantidade pré-determinada em função da densidade e espessura do painel. No equipamento formador do colchão há um reservatório onde é dosado o material que vai para o sistema de distribuição sobre a esteira móvel (IWAKIRI *et al.* 2005).

A pré-prensagem do painel, ocorre após a formação do colchão, e o painel passa pela pré-prensagem que tem como objetivo reduzir a altura do colchão, melhorar a sua consistência e facilitar o carregamento até a prensa quente (IWAKIRI *et al.* 2005).

Na posterior prensagem do painel, os colchões são cortados em tamanhos pré-definidos e prensados, afim de obter a cura da resina, a classificação e consolidação do colchão até a espessura final do painel. Segundo Iwakiri *et al.* (2005), os parâmetros do ciclo de prensagem são pressão, temperatura de prensagem, tempo de fechamento da prensa e tempo de prensagem.

Finalmente, no acabamento dos painéis, estes são resfriados e acondicionados após a saída da prensa, em “pilhas” ainda quentes para permitir a continuação do processo de cura da resina iniciado durante a prensagem a quente. Na sequência, o processo de esquadrejamento e lixamento dos painéis tem como objetivo eliminar quaisquer irregularidades na superfície destes. Após o lixamento, as chapas são classificadas, pré-cortadas nas dimensões convencionais e armazenadas adequadamente (ARAÚJO, 2014).

4. MATERIAIS E MÉTODOS

Os procedimentos experimentais deste trabalho, desde a fabricação dos painéis de partículas, os ensaios físicos de determinação de densidade, determinação do inchamento em espessura em 24h, determinação da absorção de água em 24h e teor de umidade; e ainda os ensaios de resistência mecânica como determinação da resistência à tração perpendicular, determinação da resistência a flexão estática e módulo de elasticidade (MOR/MOE), determinação da resistência ao arrancamento de parafuso para face e topo, foram orientados pelas metodologias da NBR 14.810 (2013) - Painéis de partículas de média densidade, parte 1 - Terminologias, e parte 2 – Requisitos e métodos de ensaios, os quais estão descritos neste capítulo, que traz ainda a especificação dos materiais utilizados na produção dos painéis, bem como os processos de fabricação dos mesmos, e as etapas e equipamentos para realização dos ensaios acima mencionados.

4.1. Materiais utilizados

Para o desenvolvimento da parte experimental do trabalho, foram construídos painéis homogêneos de alta densidade utilizando partículas de bambu, casca de amendoim e resina poliuretana bi-componente à base de óleo de mamona.

O bambu da espécie *Dendracalamus giganteus*, com colmos de 4,5 anos de idade onde a resistência mecânica já é suficiente para sua utilização em peças estruturais, provenientes de rejeitos da colheita do colmo (galhos e parte apical), de trabalhos realizados por alunos do programa de Pós Graduação e Iniciação Científica do Laboratório de Processamento da Madeira e Laboratório de Experimentação com Bambu do Departamento de Engenharia Mecânica da UNESP – Universidade Estadual Paulista - Campus Bauru.

A casca de amendoim de qualidades variadas utilizadas neste estudo, foi doada por uma propriedade rural localizada no município de Torrinha interior do estado de São Paulo, onde a atividade principal é o plantio, colheita e beneficiamento do amendoim para comércio com indústrias alimentícias.

A resina adicionada como aglutinante para a formação do colchão e posterior retirada dos corpos de prova, foi a poliuretana a base de óleo de mamona, tendo como fabricante a Plural Indústria e Comércio de Produtos Químicos Ltda., localizada no município de São Carlos/SP, sendo que o polioliol é identificado com Lecopol E 0921 e o isocianato (pré polímero) Lecopol F 0911 (Figura 4.14). O custo da utilização da resina poliuretana à base de óleo de mamona, varia

de acordo com a porcentagem de poliól e de pré-polímero utilizada, sendo que o pré-polímero representa aproximadamente 80% do custo da resina.

Figura 4.14: Poliól e Pré-Polímero – Resinas utilizadas na produção dos painéis



Fonte: Autora

4.1.1. Equipamentos utilizados

Os trabalhos de moagem dos resíduos, bem como obtenção da massa e fabricação dos painéis de partículas, foram realizados no Laboratório de Processamento da Madeira, o qual pertence ao Departamento de Engenharia Mecânica da Faculdade de Engenharia da UNESP, campus de Bauru, com a utilização dos equipamento:

- Prensa hidráulica, fabricada pela PHS Máquinas Hidráulicas Ltda, modelo PHH 80T, motor de 23 A, com capacidade de prensagem para 80 ton, força e velocidade de avanço controlada em até 19mm/s, velocidade de retorno de 105 mm/s, com pressão controlada até 200 bar ou 20 MPa e temperatura variando entre temperatura ambiente e 200°C; (Figura 4.15)

Figura 4.15: Prensa Hidráulica PHS



Fonte: Autora

- Prensa manual de madeira a frio, para o processo de pré-prensagem; (Figura 4.16)

Figura 4.16: Prensa manual em madeira



Fonte: Autora

- Picador industrial marca Lippel Metal Mecânica, modelo TM 30;
- Serra circular esquadrejadeira fabricante Verry com mesa de 1,5 x 0,60 m equipada com serra circular fabricante Leitz especificação 250x2.8/e2.0x30 HW Z80/9.82;
- Conjunto de peneiras vibratórias, fabricante Pavitest, de dimensões 50 x 50 x 10 cm, malhas ASTM ¼ de polegada com abertura de 6,35 mm, ASTM 7 (7 mesh) com abertura de 2,83 mm, e ASTM 20 (20 mesh), e abertura de 0,84 mm (Figura 4.17);

Figura 4.17: Conjunto de peneiras vibratórias.



Fonte: Autora

- Caixas formadoras em madeira, com 380 x 320 mm, para moldagem do colchão de partículas; (Figura 4.18);

Figura 4.18: Caixa em madeira para formação dos colchões



Fonte: Autora

- Tambor plástico com capacidade volumétrica de 85 L;
- Furadeira industrial fabricante Makita modelo HP 2050 com 720 W de potência, acoplada com batedor de massa leve.

A caracterização física, à exemplo da produção dos painéis, deram-se no Laboratório de Processamento da Madeira, do Departamento de Engenharia Mecânica da Faculdade de Engenharia da UNESP, campus de Bauru, equipado com os dispositivos necessários para o desenvolvimento dos ensaios:

- Estufa de secagem fabricante SOLAB, modelo 102/480, potência de 4000 W, com temperatura máxima de 200°C;
- Balança digital fabricante Marte, modelo BL 3200, carga máxima de 3,2 kg com divisão de 0,01g; (Figura 4.19)
- Balança de marca Toledo, modelo 9094C/1 com capacidade para 15 kg, e resolução de 0,1 kgf.

Figura 4.19: Balança digital do modelo Marte



Fonte: Autora

Os ensaios de resistência mecânica, foram realizados no Laboratório de Construção Civil do Departamento de Engenharia Civil e Ambiental – DEC-FEB da UNESP campus de Bauru, equipado com a máquina universal de ensaios com as seguintes características:

- 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); (Figura 4.20)

Figura 4.20: Máquina de ensaios mecânicos EMIC



Fonte: Autora

4.2. Metodologia

O presente item, traz a descrição do processo de fabricação dos painéis de partículas homogêneas de bambu com adição de casca de amendoim e resina poliuretana à base de óleo de mamona, bem como a metodologia para caracterização dos ensaio dos corpos de prova, submetidos a testes físicos e de resistência mecânica dos corpos de prova, para análise dos resultados obtidos.

4.2.1. Obtenção das partículas de bambu e casca de amendoim

As partículas de bambu e casca de amendoim, foram obtidas em picador industrial marca Lippel Metal Mecânica, modelo TM 30. Os resíduos de bambu foram inicialmente

picados em pequenas dimensões conforme Figura 4.21, e posteriormente triturados, ocorrendo o mesmo processo com a casca de amendoim. (Figura 4.22)

As partículas foram classificadas em agitador elétrico com conjunto de 3 peneiras em aço galvanizado como ilustra a Figura 4.24, com dimensões de 50 x 50 x 10 cm, para segregação das partículas, tendo o referido conjunto a malha superior ASTM, ¼ de polegada e abertura de 6,35 mm, logo abaixo malha ASTM 7 (7 mesh) com abertura de 2,83 mm, e finalmente a terceira malha ASTM 20 (20 mesh), e abertura de 0,84 mm. O conjunto conta com uma base em chapa galvanizada, totalmente fechada para retenção das partículas finas que passaram pelas três malhas acima descritas.

Figura 4.21: Amostras de partículas de bambu picadas – Dimensões menores



Fonte: Autora

Figura 4.22: Amostras de partículas de casca de amendoim picadas – Dimensões menores



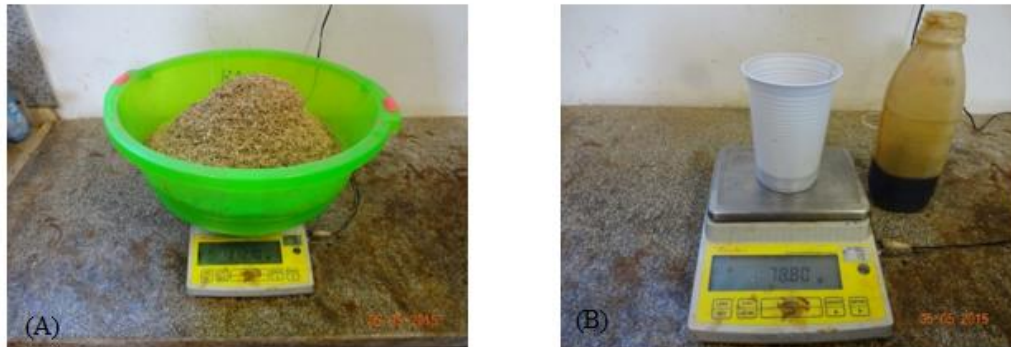
Fonte: Autora

Utilizou-se para a composição dos painéis em estudo neste trabalho, a porção de partículas retidas nas malhas com 6,35 mm, 2,83 mm, e 0,84 mm de abertura, sendo a parcela de “finos,” resultante da classificação descartada. (Figura 4.23).

Figura 4.23: Seleção das partículas em conjunto de peneiras com agitador.

Fonte: Autora

As amostras foram compostas com aproximadamente 1300,00 g de particulados de bambu e casca de amendoim homogeneizados, prensados com densidade alvo de 900 kg/m³ (painel de alta densidade) e 12% de adesivo, referente a massa total do painel, resultando em 157,52 g deste por unidade conforme Figura 4.24. Os valores acima mencionados para composição dos corpos de prova experimentados deste trabalho, são os mesmo definidos por Valarelli (2016) em seu trabalho de Livre Docência com bambu e pupunha, e Archangelo (2016) em sua Dissertação de Mestrado, com bambu e casca de arroz, e estão apresentados na Tabela 4.1.

Figura 4.24: Pesagem das partículas para composição dos painéis (A). Pesagem do adesivo para composição dos painéis (B)

Fonte: Autora

Tabela 4.1: Composição dos painéis de partículas aglomeradas com resina

Resina/material (%)	100%(B)	90%(B) + 10%(A)	80%(B) + 20%(A)	70%(B) + 30%(A)
Partículas de Bambu (B)	1.312,70	1.181,40	1.050,10	918,90
Partículas de Casca de amendoim (A)	0,00	131,30	262,60	393,80
Adesivo Mamona (Poliol)-E0921	78,76	78,76	78,76	78,76
Adesivo Mamona (Isocianatol)-F0911	78,76	78,76	78,76	78,76

Obs: Porcentagem de adesivo sobre a massa de partículas igual a 12%

Fonte: Autora

4.2.2. Preparo das resina e produção dos painéis

Os painéis produzidos para os ensaios analisados neste estudo, foram confeccionados com dimensões de 320 x 380 x 12,7 mm, a partir de partículas classificadas conforme malhas mencionadas anteriormente, sendo 12% da massa total de partículas, em resina poliuretana bi componente à base de óleo de mamona, em quatro traços conforme Tabela 4.2, sendo confeccionados cinco painéis para cada traço, apresentados na Figura 4.25.

Tabela 4.2: Composição dos traços dos painéis

Traço	Composição	
Traço 1 (T1)	100 % Bambu	0% Casca de Amendoim
Traço 2 (T2)	90 % Bambu	10% Casca de Amendoim
Traço 3 (T3)	80 % Bambu	20% Casca de Amendoim
Traço 4 (T4)	70 % Bambu	30% Casca de Amendoim

Fonte: Autora

Figura 4.25: Conjunto de painéis produzidos de traços (T1, T2, T3 e T4).



Fonte: Autora

Para a confecção dos painéis, com os resíduos pesados e separados em suas referidas proporções conforme Tabela 4.1, procedeu-se os cálculos para fracionar e pesar a porcentagem do pré-polímero e de poliól em balança eletrônica de marca Marte, modelo BL 3200H, tendo como resultado os valores apresentados na Tabela 4.2.

4.2.3. Homogeneização dos componentes

Os componentes da resina foram adicionados e misturados manualmente, posteriormente adicionados às partículas, sem que o processo de endurecimento dificultasse a trabalhabilidade e a homogeneização da massa.

Considerando o tempo de cura, e em posse dos materiais nas quantidades necessárias, para cada traço de painel, realizou-se a síntese da resina, adicionando-se o pré-polímero (isocianato) ao poliól (óleo de mamona) (Figura 4.26 A) e também às partículas, misturando-os manualmente (Figura 4.26 B).

Em seguida, a massa foi homogeneizada com agitador, adaptado à furadeira industrial de marca Makita, com uma haste metálica cilíndrica na extremidade, e batedor de massa leve, em recipiente com capacidade para 85 Lts, com o propósito de conseguir uma mistura homogênea (Figura 4.26 C). O tempo de mistura com agitador para cada traço foi de cinco minutos.

Figura 4.26: Adição do Poliól e Pré- Polímero (A) Mistura dos componentes manualmente (B) e Mistura mecânica dos componentes.



Fonte: BUENO (2014)

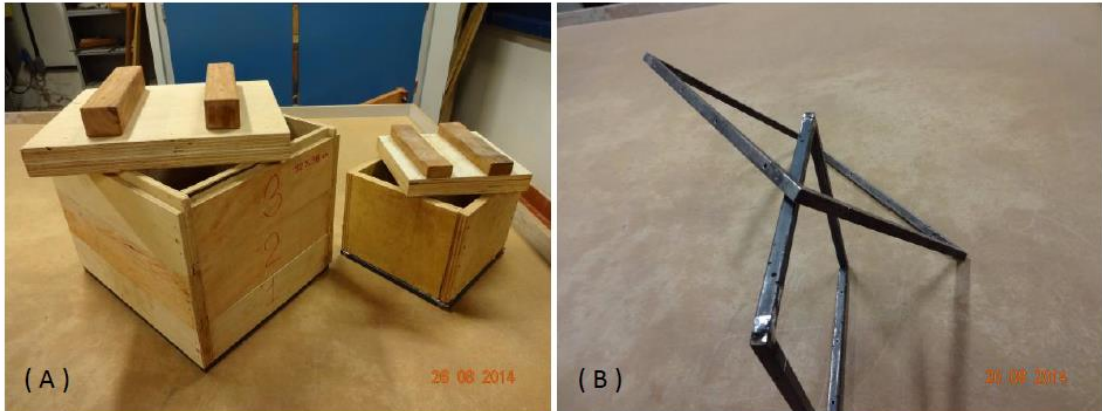
4.2.4. Formação do colchão

Definidos os parâmetros de fabricação como quantidade de resina, densidade e massa das fibras, dimensão do painel teste, tempo de mistura das fibras e temperatura de prensagem, a mistura homogênea, foi depositada nas formas de madeira com dimensões de 380 x 320 mm, com quadro metálico para suporte (Figura 4.27 A), apoiada sobre chapa de aço inoxidável (Figura 4.27 B), revestida com filme de poliéster (Figura 4.28), para evitar adesão das partículas na chapa para apoio do colchão.

A distribuição da mistura foi feita de forma cuidadosa e manual, afim de obter um painel o mais homogêneo possível.

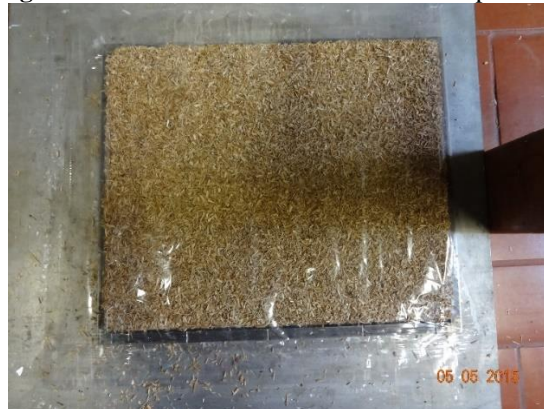
O colchão foi submetido a pré-prensagem à frio, utilizando-se um dispositivo de madeira com braço em forma de alavanca (Figura 4.29), com uma carga suficiente sobre o colchão de partículas, objetivando-se a acomodação das partículas e retirada prévia do ar residual, diminuindo desta forma a espessura, e proporcionando consistência e estabilidade, para possibilitar da massa entre os pratos da prensa, dando início ao ciclo de prensagem.

Figura 4.27: Caixa formadora 380 x 320 x 12,7 mm (A) e quadro metálico (B)



Fonte: BUENO (2014)

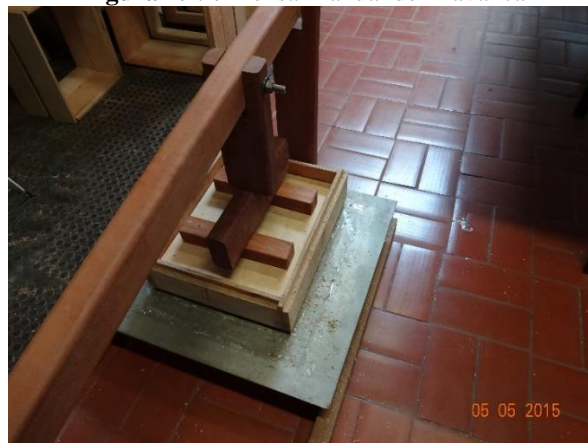
Figura 4.28: Colchão revestido em filme de poliéster



Fonte: Autora

Essa etapa do processo de confecção dos painéis é essencial para que não haja grandes mudanças em suas propriedades devido a variação da densidade entre as regiões do colchão.

Figura 4.29: Prensa Manual de Alavanca



Fonte: Autora

4.2.5. Prensagem do colchão

A prensagem tem como objetivo propiciar condições favoráveis para compactação dos colchões, por meio da interação das variáveis inerentes ao processo como cura da resina, pressão e temperatura de prensagem. Neste experimento, o colchão de partículas foi prensado com limitador de altura com 12,7 mm, com o objetivo de estabelecer a espessura final do painel, depositado entre placas metálicas aquecidas da prensa hidráulica de marca PHS Máquinas Hidráulicas Ltda. O tempo de prensagem foi de 10 minutos, sob pressão aproximada de 195 bar, e temperatura dos pratos de 110°C, conforme recomendação do fabricante, (Figura 4.30).

Figura 4.30: Colchão entre chapas metálica em prensa hidráulica

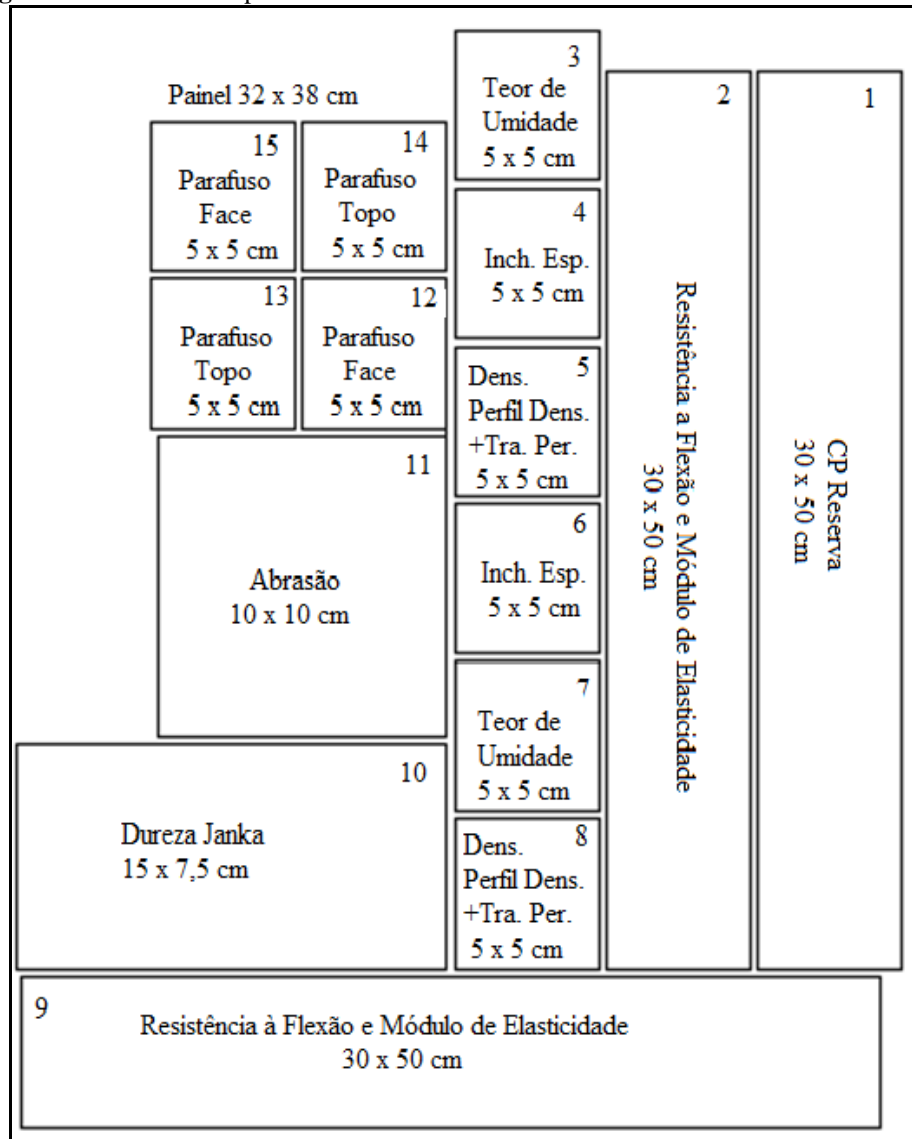


Fonte: Autora

Foram produzidos 20 painéis, sendo cinco unidade para os traços T1 (100% bambu), traço T2 (90% bambu e 10% casca de amendoim), traço T3 (80% bambu e 20% casca de amendoim) e finalmente traço T4 (70% bambu e 30% casca de amendoim), conforme Tabela 4.2. Após a prensagem, os painéis permaneceram por 72 horas em ambiente controlado com o objetivo de completar a cura da resina.

Após a cura, os painéis foram recortados em Serra Circular marca VERRY, para retirada dos corpos de prova com dimensões conforme orientações do documento normativo NBR 14810-2 (2013), que serviu como base para gerar o plano de corte conforme apresentado na Figura 4.31.

Figura 4.31: Modelo do plano do desenvolvimento de corte conforme norma NBR 14810-2



Fonte: Autora

4.2.6. Composição dos painéis

Os painéis de partículas aglomeradas foram produzidos com resíduos de bambu e casca de amendoim, não havendo variação na porcentagem de adesivo. Como elemento ligante foi utilizado o adesivo poliuretano bi-componente à base de óleo de mamona com traços e composições dispostos na Tabela 4.2.

Na Tabela 4.3, estão relacionados os ensaios realizados nesta pesquisa, bem como a quantidade dos corpos de prova e suas dimensões. Na Figura 4.31, pode-se verificar a posição de cada corpo de prova no painel.

Tabela 4.3: Dimensões e quantidades de corpos de prova para ensaios de avaliação dos painéis de partículas aglomeradas conforme NBR 14.810-2 de 2013

Avaliação Físico- Mecânica	Comprimento [mm]	Largura [mm]	Número de CP's	Notas
Densidade	50	50	10	Anexo G -
Teor de Umidade	50	50	10	Anexo F
Inchamento em Espessura (24 h)	50	50	10	Anexo L
Absorção de Água (24 h)	50	50	10	Anexo L
Tração Perpendicular	50	50	10	Anexo J
Flexão Estática e Módulo de Elasticidade	300	50	10	Anexo K
Arrancamento de Parafuso (Topo)	50	50	10	Anexo M
Arrancamento de Parafuso (Face)	50	50	10	Anexo M

Obs.: - Em notas – referem-se ao anexo da norma NBR 14.810-2

Fonte: Adaptado da NBR 14.810-2 (2013)

4.3. Métodos de ensaio

Os ensaios de caracterização dos painéis obedeceram às recomendações da NBR 14810-2/2013 – Painéis de partículas de média densidade - Requisitos e métodos de ensaio e ANSI A208-1 (1999).

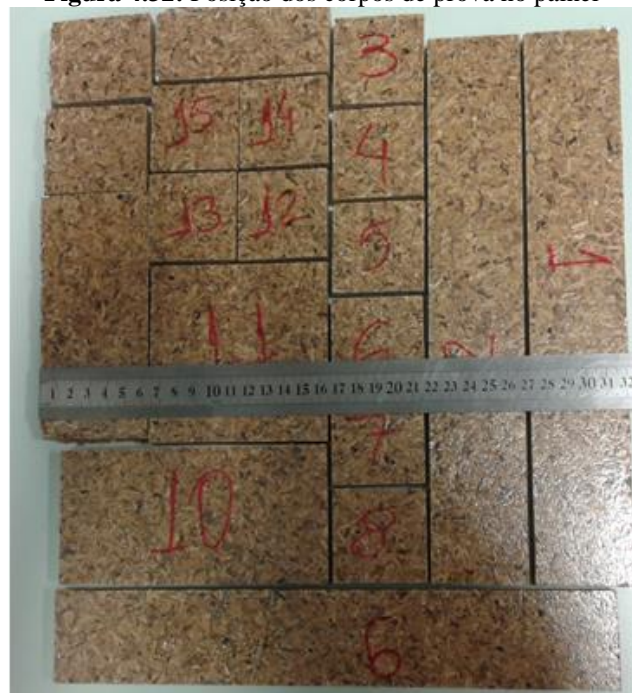
Foram realizados os seguintes ensaios:

- físicos: densidade, absorção de água 24h, inchamento em espessura 24h e teor de umidade;
- de resistência mecânica: arranque de parafuso (superfície e topo), flexão estática e módulo de elasticidade e tração perpendicular.

Confeccionados no Laboratório de Processamento da Madeira da Faculdade de Engenharia Mecânica da UNESP campus de Bauru/SP, num total de cinco painéis para cada traço, somando-se 20 painéis no total, sendo que de cada um deles foram retirados dois corpos de prova conforme Figura 4.32.

Desta maneira, buscou-se, avaliar a homogeneização do processo de confecção das chapas através dos valores médios para cada um dos quatro traços dos painéis de bambu e casca de amendoim.

Figura 4.32: Posição dos corpos de prova no painel



Fonte: Autora

4.4. Ensaio físicos

Para análise das propriedades físicas dos painéis, empregou-se como referência a NBR 14810-3/2006 e NBR 14810-2/2013, utilizadas para painéis de partículas.

Os ensaios físicos foram realizados no Laboratório de Processamento da Madeira da Faculdade de Engenharia Mecânica da UNESP campus de Bauru/SP. As propriedades estudadas foram: densidade, teor de umidade, inchamento em espessura 24h, e absorção de água 24h. Os corpos de prova necessários para os ensaios foram extraídos obedecendo ao mapeamento da Figura 4.33. A figura ilustra a localização e identificação dos corpos de prova para os ensaios físicos sendo:

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

Posição 6 → Inchamento em Espessura e Absorção de água 24h

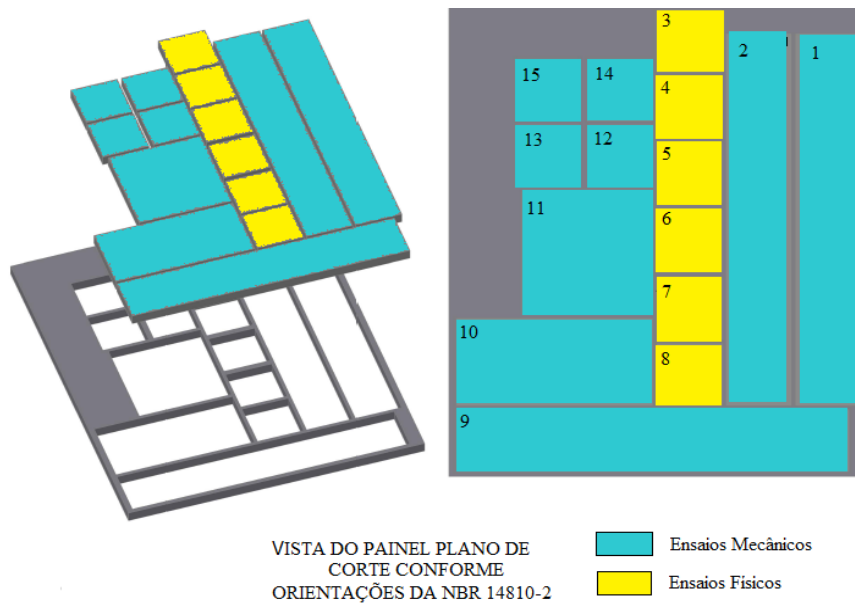
Posição 7 → Teor de Umidade

Posição 8 → Densidade

Posição 9 → Resistência a flexão e módulo de elasticidade

- Posição 8 → Tração perpendicular
 Posição 10 → Dureza Janka
 Posição 11 → Abrasão
 Posição 12 → Arrancamento de parafuso - face
 Posição 13 → Arrancamento de parafuso - topo
 Posição 14 → Arrancamento de parafuso – topo
 Posição 15 → Arrancamento de parafuso – face

Figura 4.33: Mapeamento do painel para ensaios

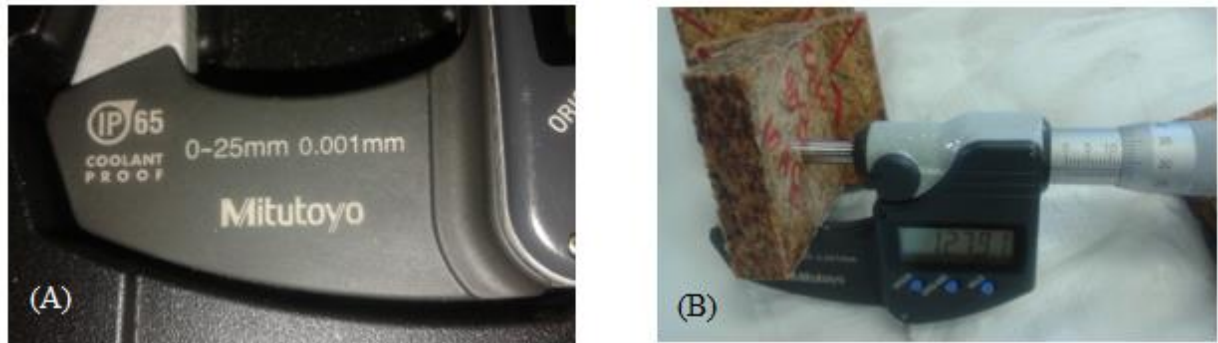


Fonte: Autora

4.4.1. Determinação da densidade

A determinação da densidade, caracteriza-se pela obtenção da massa do volume dos corpos de prova retirados dos painéis nas posições 5 e 8 (Figura 4.33), para cada tratamento nos traços T1, T2, T3 e T4, com base na NBR 14810-2/2013. Para tanto, utilizou-se paquímetro digital marca Mitutoyo com resolução de 0,01 mm na determinar comprimento (b1) e largura (b2), conforme Figura 4.37, e micrometro digital de marca Mitutoyo com abertura de 0 – 25 mm e resolução de 0,001 mm para determinar a espessura, e balança digital fabricante Marte, modelo BL 3200, carga máxima de 3,2 kg com resolução de 0,01g, para avaliação da massa. (Figura 4.34)

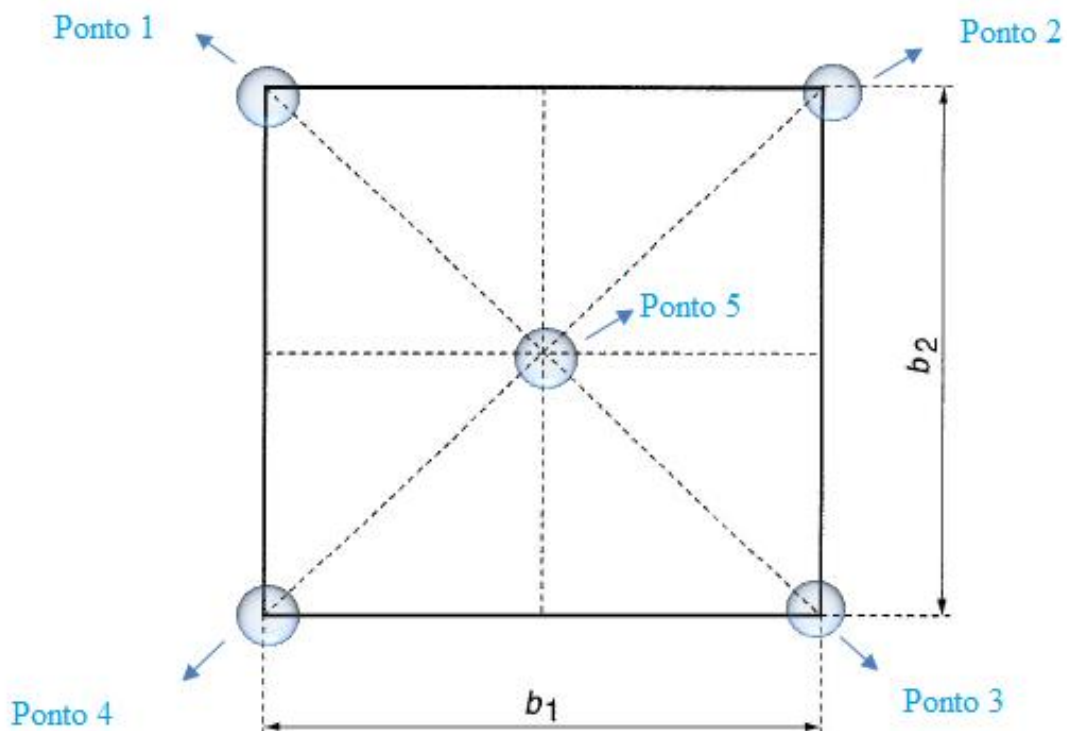
Figura 4.34: Micrômetro Mitutoyo com 0 – 25 mm (A) e Tomada das dimensões do corpo de prova para determinação da densidade (B)



Fonte: Autora

Para fins de validação das densidades, após a identificação dos corpos prova, foram registradas as espessuras destes, por meio da média de cinco pontos distintos das amostras, sendo uma medida efetuada no centro e as demais próximas aos vértices, com resolução de 0,01 mm, conforme ilustra a Figura 4.35.

Figura 4.35: Pontos de medida do corpo de prova.



Fonte: Adaptado da NBR 14.810-2/2013

Para o cálculo da densidade, aplicou-se a equação de densidade do CP (Equação 4.1), e equação do volume do CP (Equação 4.2), conforme norma NBR 14.810 de 2013:

Cálculo para expressão dos resultados:

$$D = \frac{M}{V} \times 1.000.000 \quad (4.1)$$

$$V = L \times C \times E \quad (4.2)$$

Sendo:

D → Densidade do corpo de prova, em quilogramas por metro cúbico (kg/m³);

M → Massa do corpo de prova, em gramas (g);

V → Volume do corpo de prova, em milímetros cúbicos (mm³);

L → Largura do corpo de prova, em milímetros (mm);

C → Comprimento do corpo de prova, em milímetros (mm);

E → Espessura do corpo de prova, em milímetros (mm).

4.4.2. Determinação do teor de umidade

Para realização do ensaio de teor de umidade (Figura 4.36), inicialmente avaliou-se a massa úmida (MU) dos corpos de prova retirados dos painéis nas posições 3 e 7 (Figura 4.33), em balança digital, fabricante Marte, modelo BL 3200, carga máxima de 3,2 kg com divisão de 0,01g. Após a determinação da massa úmida, os corpos de prova foram mantidos em estufa de secagem, fabricante SOLAB, modelo 102/480, potência de 4000 W, com temperatura controlada de 103°C ± 2°C, até a retirada de toda a água presente na massa, mantendo uma massa constante. Esta constante é obtida no momento em que a massa nos corpos de prova, não apresentarem variação maior que 0,1%, entre duas medições consecutivas dentro de um período de seis horas.

A avaliação da massa seca (MS) dos corpos de prova de seis em seis horas, deu-se em mesmo equipamento (balança), da tomada da massa úmida (MU) inicial. O resultado do teor de umidade (Umidade Residual) é dado em porcentagem (%) e calculado através da equação (4.3).

Cálculo e expressão do resultados:

$$U = \frac{MU-MS}{MS} \times 100 \quad (4.3)$$

Sendo:

U → Umidade residual do corpo de prova em porcentagem (%);

MU → Massa úmida do corpo de prova em gramas (g);

MS → Massa seca do corpo de prova em (g).

Figura 4.36: Corpos de prova medidos e pesados para ensaio de umidade.



Fonte: Autora

4.4.3. Determinação da absorção de água 24h (NBR 14.810-3/2006)

Este ensaio fornece indicações referentes a higroscopicidade do material baseado na NBR 14.810-3 (2006). Para realização do mesmo, os corpos de prova retirados dos painéis nas posições 4 e 6 (Figura 4.33), foram inicialmente pesados, tendo suas massas registradas como (M0) em balança digital fabricante Marte, modelo BL 3200,

Em um recipiente com água com temperatura mantida à $20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, os corpos de prova foram submersos com o nível de água de 25 mm acima da superfície destes (Figura 4.37), e após período de 24 h e ± 40 min, foram retirados do recipiente plástico e colocados sobre papel absorvente para eliminar o excesso de água, e sua massas (M1) foram reavaliadas em mesma balança inicial. O valor de absorção de água, foi calculado através da equação (4.4)

$$A = \frac{M_1 - M_0}{M_0} \times 100 \quad (4.4)$$

Onde:

A → Absorção de água em porcentagem (%);

M1 → Massa do corpo de prova após a imersão em gramas (g);

M0 → Massa do corpo de prova antes da imersão, em gramas (g).

Os resultados são referentes às médias dos valores avaliados, entre corpos de prova. Expressos em porcentagem.

Figura 4.37: Corpos de prova submersos em água para determinar a absorção de água



Fonte: Autora

4.4.4. Determinação do inchamento em espessura 24h

A determinação do Inchamento em Espessura, traz indicações referentes ao aumento linear da espessura do material em porcentagem, quando o mesmo permanece na presença de umidade. Após terem sido cortados e identificados os corpos de prova de posição 3 e 7, conforme (Figura 4.33), anotou-se os dados referentes as medidas da espessura no centro de cada corpo de prova, com micrômetro digital marca Mitutoyo, abertura de 0 – 25 mm e resolução 0,001 mm para obtenção da espessura inicial.

Os corpos-de-prova foram colocados em um recipiente plástico contendo água, permanecendo submerso com 25 mm abaixo da superfície, a uma temperatura de $20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ com auxílio de um suporte com tela afim de mantê-los totalmente na posição inicial (Figura 4.38).

Figura 4.38: Corpos de prova medidos e pesados para ensaio (A) e Submersos em água para determinação do inchamento em espessura (B)



Fonte: Autora

Após $24\text{ h} \pm 36\text{ min}$ de imersão, os corpos de prova foram retirados do recipiente, e colocados sobre papel absorvente para eliminar o excesso de água. Na sequência, mediu-se a espessura dos corpos de prova em seus respectivos centros, com resolução de 0,01 mm, e

novamente pesados em balança com resolução de 0,01 g, anotando-se os respectivos dados, bem como a duração do período de imersão utilizado.

Para o cálculo de inchamento da espessura dos corpos-de-prova, utilizou-se seguinte equação (4.5):

$$I = \frac{E1-E0}{E0} \times 100 \quad (4.5)$$

Sendo:

I → Inchamento em espessura do corpo-de-prova em porcentagem (%);

E1 → Espessura do corpo-de-prova após o período de imersão considerado, em milímetros (mm);

E0 → Espessura do corpo-de-prova antes da imersão, em milímetros (mm).

Os resultados são referentes às médias dos valores avaliados, entre corpos de prova. Expressos em porcentagem.

4.5. Ensaios mecânicos

Para análise dos ensaios de resistência mecânica dos painéis, foram seguidas as metodologias da NBR 14810-2/2013, utilizadas para painéis de partículas aglomeradas com média densidade.

Os corpos de prova foram confeccionados no de Laboratório de Processamento da Madeira da Faculdade de Engenharia Mecânica da UNESP campus de Bauru/SP, e os ensaios de resistência mecânica, no Laboratório de Construção Civil e Ambiental da Faculdade de Engenharia da UNESP – Bauru/SP. As propriedades estudadas foram: resistência a flexão e módulo de elasticidade, resistência a tração perpendicular às faces, e resistência ao arrancamento de parafuso (topo e face). Os corpos de prova ensaiados foram extraídos obedecendo ao mapeamento da Figura 4.33.

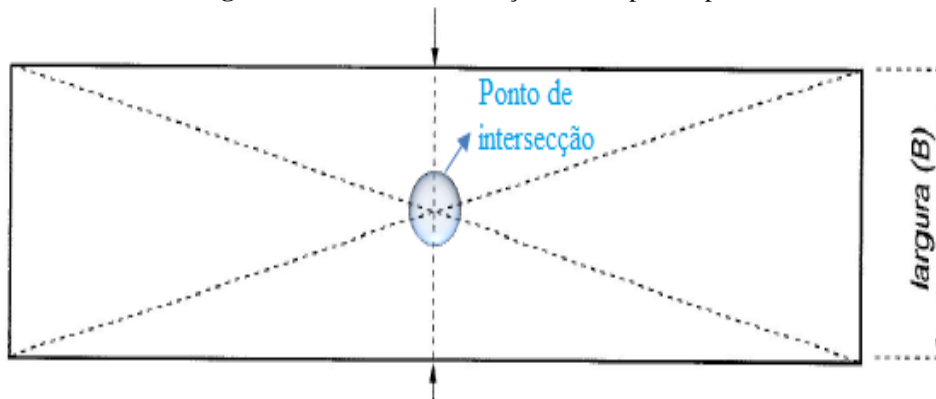
4.5.1. Determinação da resistência a flexão e módulo de elasticidade

O escopo da NBR 14.810/2013 orienta que o procedimento dos corpos de prova de posição 2 e 9, conforme (Figura 4.33), devem ter 20 vezes o comprimento da dimensão da

espessura destes, com o mínimo de 100 mm, de modo que o dispositivo para aplicar a carga coincida com o centro do corpo de prova.

Os aparelhos utilizados nesse ensaio foram: paquímetro com resolução de 0,01 mm, micrômetro com resolução de 0,001 mm, medindo-se a espessura dos corpos de prova no ponto de intersecção das diagonais com o micrômetro e a largura (B) com o paquímetro, conforme apresentada na Figura 4.39.

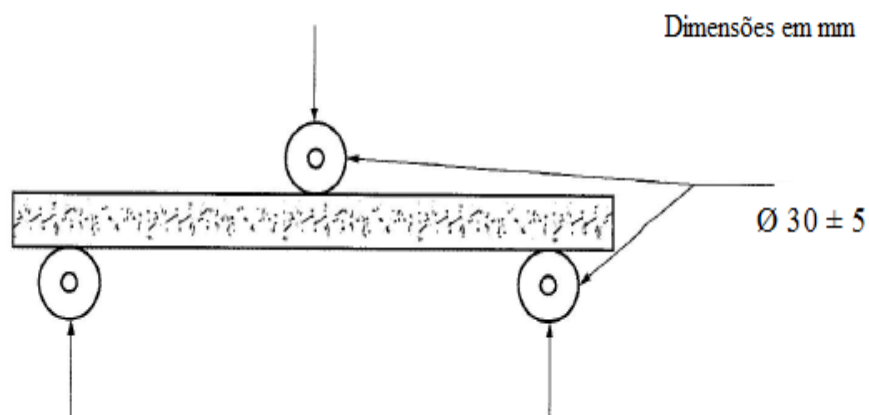
Figura 4.39: Pontos de medição dos corpos de prova



Fonte: Adaptado da NBR 14.810-2/2013

Após realizadas as medições e determinadas as dimensões, os corpos de prova foram colocados nos apoios da máquina de ensaio (Figura 4.40).

Figura 4.40: Forma de colocação do corpo de prova sobre os apoios da máquina universal de ensaios

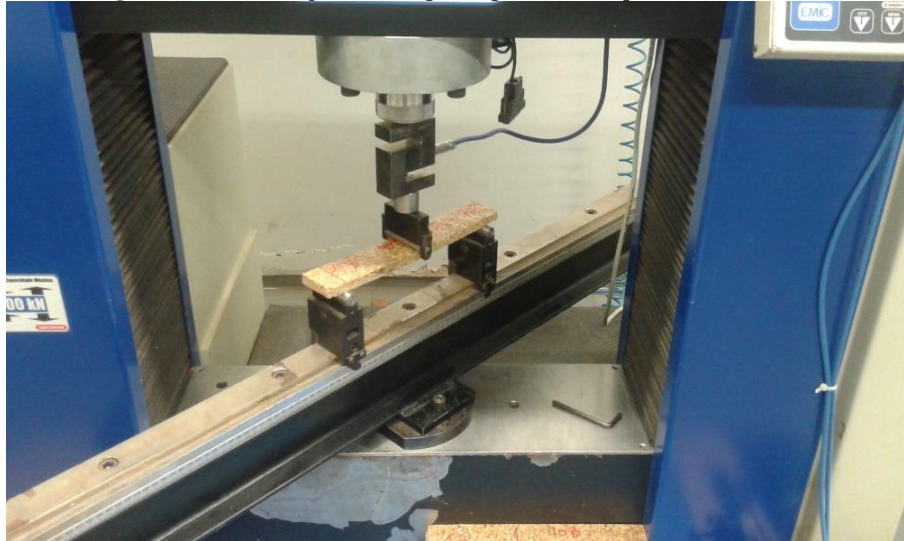


Fonte: Adaptado da NBR 14.810-2/2013

A aplicação da carga para o ensaio realizado em máquina universal de ensaios, fabricante EMIC, deve ser lenta e gradual. Zerou-se o indicador de carga da máquina,

acionando-a com velocidade constante, para que a ruptura acontecesse no intervalo indicado anteriormente (Figura 4.41).

Figura 4.41: Montagem do corpo de prova no dispositivo de ensaio.



Fonte: Autora

Para o cálculo do módulo de elasticidade (MOE), utilizou-se a equação (4.6).

$$MOE = \frac{P1.D^3}{d.4.B.E^3} \quad (4.6)$$

Sendo:

MOE → Módulo de elasticidade, expresso em Newtons por milímetro quadrado (N/mm^2);

$P1$ → Carga do limite proporcional lida no indicador de cargas, expressa em Newtons (N);

D → Distância entre apoios do aparelho, expressa em milímetros (mm);

d → Deflexão, correspondente à carga $P1$, expressa em milímetros (mm);

B → Largura do corpo de prova, expressa em milímetros (mm);

E → Espessura do corpo de prova, expressa em milímetros (mm).

Para o cálculo do módulo de ruptura (MOR), aplicou-se a equação (4.7)

$$MOR = \frac{1,5.(P.D)}{B.(E)^2} \quad (4.7)$$

Onde:

MOR → Módulo de resistência à flexão estática, expresso em Newtons por milímetro quadrado (N/mm^2);

P → Carga de ruptura lida no indicador de cargas, expressa em Newtons (N);

D → Distância entre apoios do aparelho, expressa em milímetros (mm);

B → Largura do corpo de prova, expressa em milímetros (mm);

E → Espessura do corpo de prova, expressa em milímetros (mm).

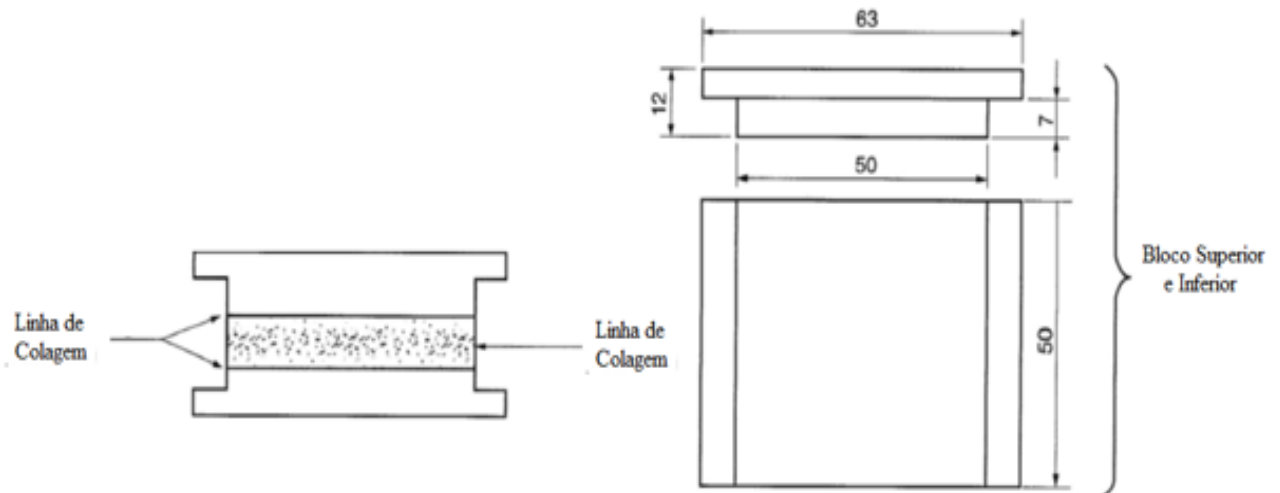
4.5.2. Determinação da resistência a tração perpendicular às faces

Os procedimentos para determinação da resistência a tração perpendicular às faces, estão descritos a NBR 14810/2013, bem como a preparação dos corpos de prova, de posições 5 e 8, conforme (Figura 4.33).

O ensaio de tração perpendicular às faces, analisa a ligação entre as partículas e o adesivo estando diretamente relacionada a densidade do painel, ao tempo e a temperatura utilizada na fase de prensagem, bem como a quantidade de resina utilizada na mistura.

Para este teste, foram selecionados dez corpo de prova colados com Araldite AW 106 BR em bloco de madeira (dispositivos para montagem e fixação das amostras), sendo um posicionado como base e outro como topo conforme apresentado na Figura 4.42.

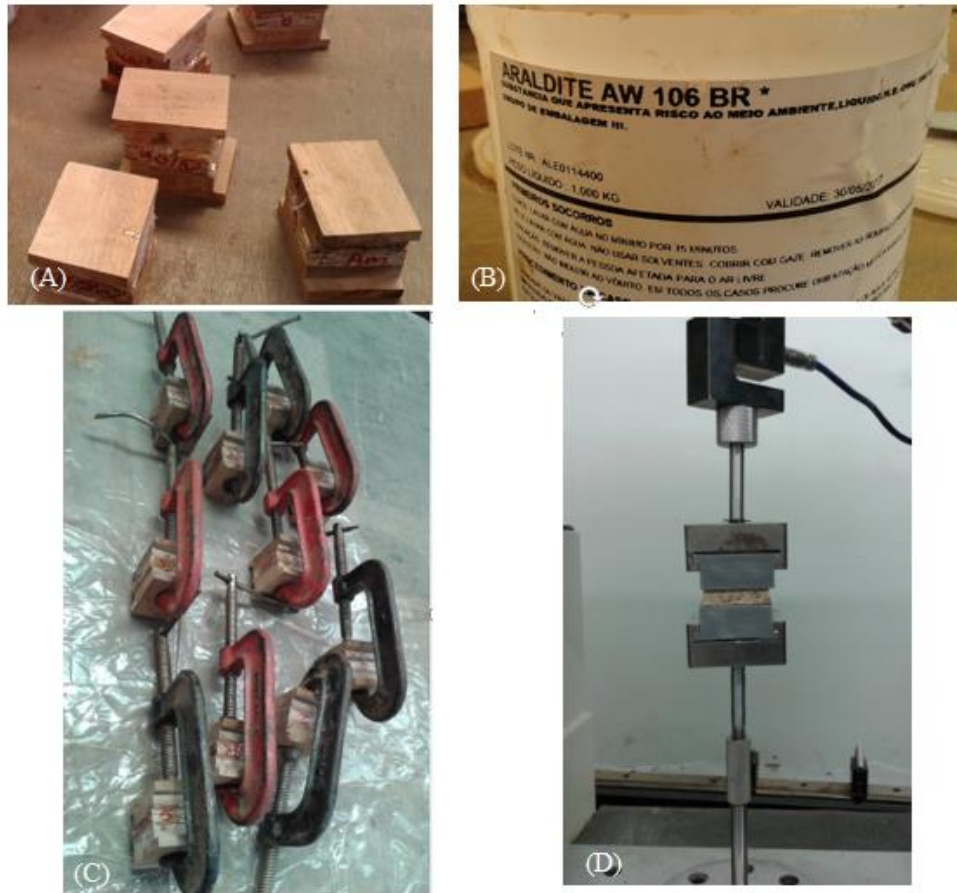
Figura 4.42: Blocos de fixação e área de colagem



Fonte: Adaptado da NBR 14.810-2/2013

Os dispositivos contendo os corpos de prova mantidos entre os suportes de madeira, foram colocados na máquina universal de ensaios, fabricante EMIC, e submetidos a carregamentos crescentes à tração, até que ocorresse à ruptura. (Figura 4.43)

Figura 4.43: Corpos de prova colados aos suportes de madeira (A) Adesivo de colagem - Araldite (B) Suportes prensados para cura do araldite (C) Ensaio de tração perpendicular (D)



Fonte: Autora

A resistência a tração perpendicular as faces foi calculada através da equação (4.8).

$$TP = \frac{P}{S} \quad (4.8)$$

Onde:

TP → Resistência à tração perpendicular, expressa em Newtons por milímetro quadrado (N/mm²);

P → Carga da ruptura, expressa em Newtons (N);

S → Área superficial do corpo de prova, expressa em milímetros quadrados (mm²);

4.5.3. Determinação da resistência ao arrancamento de parafuso

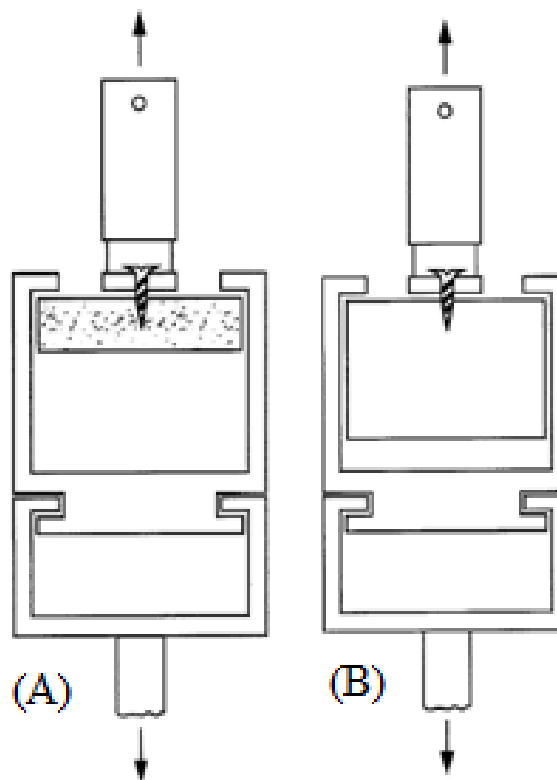
Para o ensaio de resistência ao arrancamento de parafuso foram preparados os corpos de prova de posição 12,13,14, e 15 conforme (Figura 4.33) seguindo a NBR 14.810-2/2013,

ensaiados em máquina universal de ensaios, fabricante EMIC, modelo DL 30000 com célula de carga fabricação EMIC tipo Z modelo CCE e capacidade de até 10KN (1000kg).

Os corpos de prova foram separados em 20 unidades medindo 50 x 50 mm, sendo 10 deles para ensaio de arranque de superfície e os demais para arranque de topo, perfurados com auxílio de broca helicoidal de $2,7 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$ de diâmetro, e orifício com profundidade de $15 \text{ mm} \pm 0,5 \text{ mm}$, centrado na superfície do corpo de prova para face e topo.

Com o auxílio de um guia, introduziu-se o parafuso nº 10, auto-atarraxante, cabeça-panela, com fenda tamanho 4,2 mm x 38 mm de rosca 1,4 mm, no centro do corpo de prova (Figura 4.44). Após a fixação do parafuso acoplou-se o conjunto nos acessórios da máquina universal de ensaios, tracionando-o a uma velocidade constante de 10 mm/min, registrando-se os resultados obtidos no indicador de cargas, determinando-se desta forma os valores de arrancamento de parafuso para face e topo.

Figura 4.44: Esquema para ensaio de arranque de face (A) Esquema para ensaio de arranque de topo (B)



Fonte: Adaptado da NBR 14.810-2/2013

4.6. Análise estatística

Os dados obtidos nos ensaios foram dispostos em tabelas no formato gráfico, e tratados estatisticamente com o auxílio dos softwares Microsoft Excel versão 2013 e Minitab versão

16.1.1, obtendo-se os valores médios, mínimos, máximos e desvio padrões, aplicando o teste de análise de variância (ANOVA) e a partir dos resultados foram observados, os valores de F (resultados da divisão de variância entre as amostras e dentro das amostras), e o valor de F crítico ($F_{CRÍT}$). Sendo o valor de F, menor que o valor crítico ($F_{CRÍT}$), a hipótese não foi rejeitada, caso contrário, se F for maior que o valor crítico ($F_{CRÍT}$), rejeitou-se a hipótese.

Seguindo o mesmo raciocínio, se p-value (valor-P) que é a probabilidade da hipótese nula ser verdadeira, for maior que α (nível de significância do teste = 0,05), a hipótese não foi rejeitada, caso contrário, se p-value for menor que, rejeitou-se a hipótese.

Desta forma existindo diferenças significativas entre os valores analisados, estes foram comparadas entre si por meio do teste de Tukey, mostrando se estas diferenças apresentaram significância entre os grupos de painéis dentro de um nível de confiança, de 98,93%.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo serão apresentados e discutidos os resultados obtidos ao longo desta pesquisa, referentes a caracterização dos painéis de partículas produzidos do tipo P4 conforme Tabela 5.4 (painéis estruturais para uso em condições secas). Os valores obtidos para as propriedades dos painéis foram comparados com os requisitos estabelecidos pelas normas NBR 14.810-2/2013.

Visto que os painéis foram confeccionados com fator limitante de 12,5 mm de espessura, os parâmetros utilizados de requisitos por faixa de espessura nominal foram os de “>10 a 13”.

Tabela 5.4: Tabela 1 e 5 da NBR 14.810-2/2013 – Painéis estruturais para uso em condições secas (Tipo P4): Requisitos para propriedades mecânicas e inchamento.

PROPRIEDADES	UNIDADE	REQUISITOS POR FAIXA DE ESPESSURA NOMINAL [MM]									
		<3	3 a 4	> 4 a 6	>6 a 10	>10 a 13	>13 a 20	>20 a 25	>25 a 32	>32 a 40	>40
Inchamento durante 24 h	%	25	25	21	19	16	15	15	15	14	14
Resistência à tração perpendicular	N/mm ²	0,50	0,45	0,45	0,40	0,40	0,35	0,30	0,25	0,20	0,20
Resistência à flexão estática		14	15	16	16	16	15	13	11	9	7
Módulo de elasticidade		1800	1950	2200	2300	2300	2300	2050	1850	1500	1200

Fonte: Adaptado da NBR 14.810-2/2013

5.1. Resultados da avaliação dos ensaios físicos

Serão apresentados neste item, a avaliação e análise dos resultados das propriedades físicas dos painéis com partículas homogeneizadas de bambu e casca, de amendoim com adesivo à base de mamona bi-componente, referentes aos ensaios de densidade, teor de umidade, inchamento em espessura 24h, e absorção de água 24h.

5.1.1. Ensaio de determinação da densidade

A análise das médias para o fator densidade entre os traços T1, T2, T3 e T4, demonstra que os resultados apresentaram números dentro do que especifica a norma NBR 14.810-2 (2013), cujo valor estabelecido é acima de 800 kg/m³. A média calculada para os 4 traços estudados foi de 917,20 kg/m³, com pouca variação, ficando próximo a densidade alvo desta

pesquisa, 900 kg/m³, caracterizando painéis de alta densidade. A Tabela 5.5 apresenta os resultados médios, máximos mínimos, e o desvio padrão para os ensaios de densidade de cada um dos traços estudados.

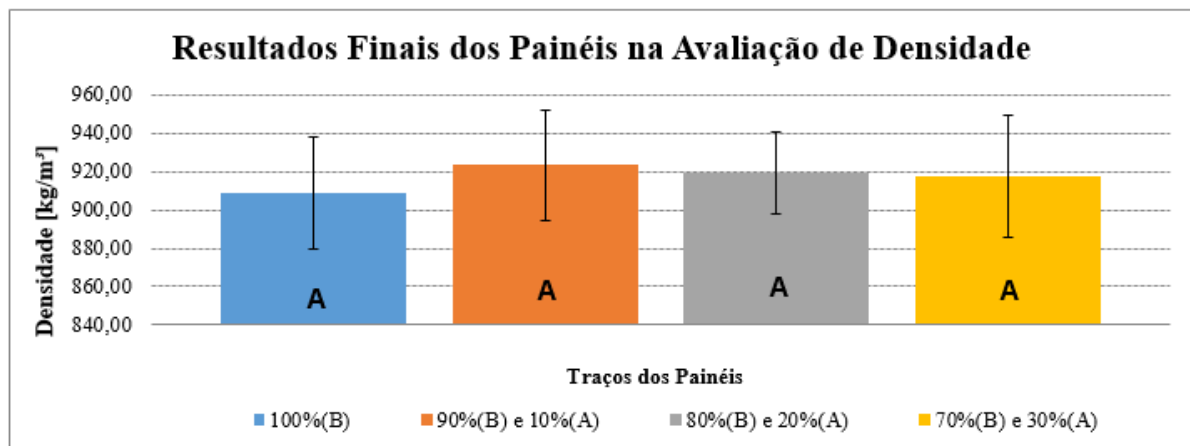
Tabela 5.5: Resultados dos cálculos para densidade

RESULTADOS FINAIS DAS AMOSTRAS - ENSAIO DE DENSIDADE				
Valores	70% (B) e 30% (A)	80% (B) e 20% (A)	90% (B) e 10% (A)	100% (B)
Valor Máximo (KG/M ³)	957,53	957,95	964,92	955,83
Valor Médio(KG/M ³)	917,46	919,24	923,19	908,89
Valor Mínimo (KG/M ³)	864,41	865,37	886,41	860,57
Coef. Variação (%)	3,16	3,14	2,29	3,53
Desvio Padrão (KG/M ³)	28,97	28,89	21,14	32,13

Fonte: Autora

Entre as chapas de partículas de bambu e casca de amendoim, observou-se que a variação das porcentagens de casca de amendoim, altera a densidade do material quando comparado ao compósito com 100% (B) que obteve densidade de 908 kg/m³. O melhor resultado para o ensaio de densidade, foi para o traço (T2), com 923,19 kg/m³, ficando os traços (T3) e (T4) com valores de 919,24 kg/m³ e 917,46 kg³, respectivamente, denotando painéis de alta densidade, recomendados para uso em estruturas quando em condições secas.

Figura 5.45: Resultados para os cálculos de densidade



Fonte: Autora

A análise do gráfico quanto aos resultados obtidos pelas médias das densidades dos painéis confeccionados, apresentaram valores próximos entre si, e entre os grupos. Estatisticamente, o valor-p de 0,710, é maior que 0,05, e F igual a 0,462 sendo este, menor que o F_{crítico}, não existindo diferenças significativas entre os traços, como comprovou o teste de Tukey.

Valarelli (2016), em sua tese de livre docência, trabalhando com compósitos de partículas de bambu e pupunha, com adição de resina poliuretana bi-componente na proporção

de 1:1, alcançou resultados para densidade em painéis com traços variando de 100% partículas de bambu à 30% partículas de pupunha, entre 955,83 e 971,40 kg/m³. Neste estudo, o painéis com partículas bambu e casaca de amendoim, ficaram abaixo das medias dos resultados obtidos por Valarelli (2016), o que indica que os traços de bambu e pupunha apresentam, maior densidade.

5.1.2. Ensaio determinação do teor de umidade

Os teores de umidade dos corpos de prova indicam valores médios entre 6,69 a 10,26%, sendo o maior valor para o tratamento com 70%(B) e 30%(A), o menor valor para o traço com 100%(B). Para este ensaio a NBR 14810-2 (2013) recomenda o valor mínimo de teor de umidade, deve ser de 5% e o máximo de 13% para uma espessura de 10 a 13 mm para painéis de classificação P4 (painel estrutural para uso em condições secas)

Os melhores resultados foram obtidos pelos traços para os tratamentos T1 e T2, face à presença de 100% e 90% de partículas de bambu, com 6,69% e 8,73% de umidade respectivamente.

A pesquisa desenvolvida por Valarelli (2016), para ensaio de teor de umidade, envolvendo compósito de bambu e pupunha com densidade de 930 kg/m³, obtendo resultados com valores médios entre 6,69% e 7,38% de umidade com percentual máximo para o traços com 100% bambu. Essa indicação corrobora com os resultados obtidos nesta pesquisa.

Araújo (2015), estudou as propriedades físicas de painéis de média densidade com partículas de bambu, adição de casca de café e adesivo poliuretano à base de mamona, e para os ensaios de teor de umidade, houve diferença significativa apenas no painel de 30% de café em relação aos demais, com valor próximo a 11% de umidade. No entanto todos os painéis apresentaram médias entre 5% e 13%, especificadas pela norma NBR 14.810/2013.

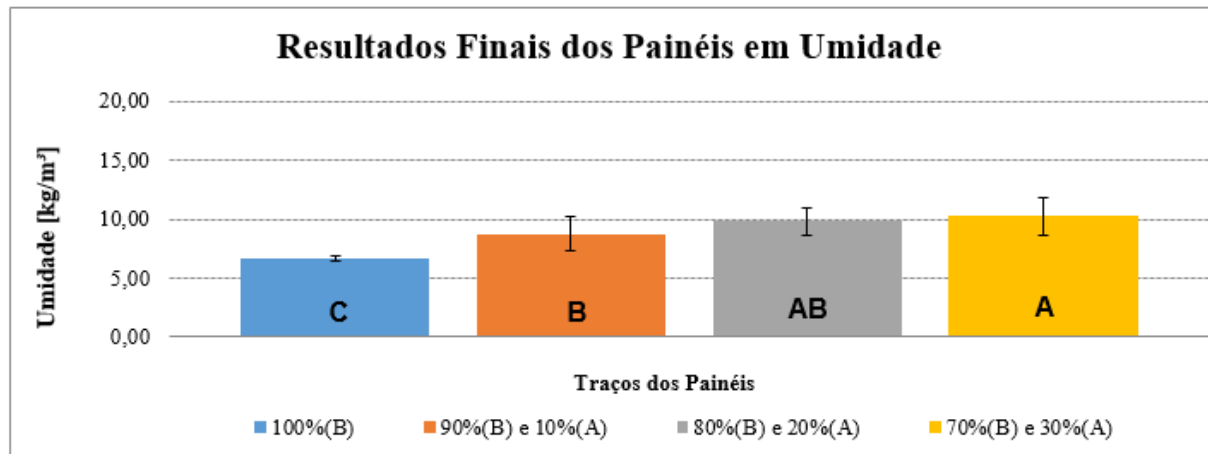
Tabela 5.6: Resultados dos ensaios para teor de umidade

RESULTADOS FINAIS DAS AMOSTRAS - ENSAIO DE UMIDADE				
Valores	70% (B) e 30% (A)	80% (B) e 20% (A)	90% (B) e 10% (A)	100% (B)
Valor Máximo (%)	15,69	11,80	10,51	7,01
Valor Médio (%)	10,26	9,82	8,73	6,69
Valor Mínimo (%)	12,03	8,74	6,24	6,40
Coef. Variação (%)	15,68	11,71	16,61	2,95
Desvio Padrão (%)	1,61	1,15	1,45	0,20

Fonte: Autora

A Tabela 5.6, apresenta os resultados médios, máximos e mínimos para o ensaio de teor de umidade para cada traço ensaio neste estudo. A Figura 5.46, apresenta o gráfico do teor de umidade dos painéis, indicando o desvio padrão e os grupos do teste de Tukey.

Figura 5.46: Resultados dos ensaios para determinação do teor de umidade



Fonte: Autora

A análise estatística observou que existem diferenças significativas entre os traços de painéis produzidos, e entre os grupos pesquisados, atingindo valor-p igual a 0,00000057, e valor F igual a 16,72, maior que o $F_{crítico}$ de 2,87, confirmando estas diferenças.

O teste Tukey apresentou quatro diferentes grupos sendo o traço (B)100%, pertencente ao grupo C, o traço 90%(B) +10%(A) ao grupo B, traço 80%(B) + 20%(A), grupo AB, e finalmente traço 70%(B) + 30%(A), pertencente ao grupo A conforme Figura 5.35. Nota-se que cada traço estudado, não são estatisticamente equivalentes entre si.

5.1.3. Ensaio determinação da absorção de água 24h

Para o ensaio de absorção de água que fornece indicações a quanto as condições de adesão e de resistência das partículas que constituem o painel quando submetidos à imersão em água pelos períodos de 24 horas, o traço 100%(B), apresentou maior valor de absorção, com média de 10,13%, no entanto, os traços 80%(B) + 20%(A) e 70%(B) + 30%(A), apresentaram valores médios de 7,74 % e 7,60% respectivamente, ficando o traço 90%(B) + 10%(A), com a menor média para absorção de água 24h. Para este ensaio, a NBR 14810-2 (2013) não apresenta valores de referência.

Pelos resultados obtidos (Tabela 5.7), nota-se que a adição do resíduo de casca de amendoim, contribui para resistência de absorção da água. No entanto o melhor resultado, foi obtido pelo traço (T2) com 10% de resíduo na composição do painel, sendo está a menor

porcentagem de casca de amendoim adicionada aos 3 traços que às receberam, mesmo assim apresentaram melhores resultados quando comparados ao traço com 100% (B), podendo ser utilizados em ambientes secos.

Tabela 5.7: Resultados dos ensaios para absorção de água 24h

RESULTADOS FINAIS DAS AMOSTRAS - ENSAIO DE ABSORÇÃO DE ÁGUA				
Valores	70% (B) e 30% (A)	80% (B) e 20% (A)	90% (B) e 10% (A)	100% (B)
Valor Máximo (%)	13,91	12,84	11,47	11,63
Valor Médio (%)	7,74	7,60	6,88	10,13
Valor Mínimo (%)	3,59	3,61	3,47	8,79
Coef. Variação (%)	47,94	36,90	36,20	7,77
Desvio Padrão (%)	3,71	2,80	2,49	0,79

Fonte: Autora

Alonge (2014), estudando a produção de painéis feitos a partir do compósito de plástico e casca de arroz nas porcentagens de 10%, 20%, 40%, 50%, 60% e 70% de casca de arroz (fibra) e o restante de polipropileno e epolene, obteve resultados em relação à absorção de água que apresentaram média de 1,41%, representando assim a resistência das partículas que constituem os painéis quando submersos em água, apresentando resultado consideravelmente menor quando comparado a menor média de absorção de água obtida pelo traço T2 90%(B) + 10%(A), analisado nesta pesquisa.

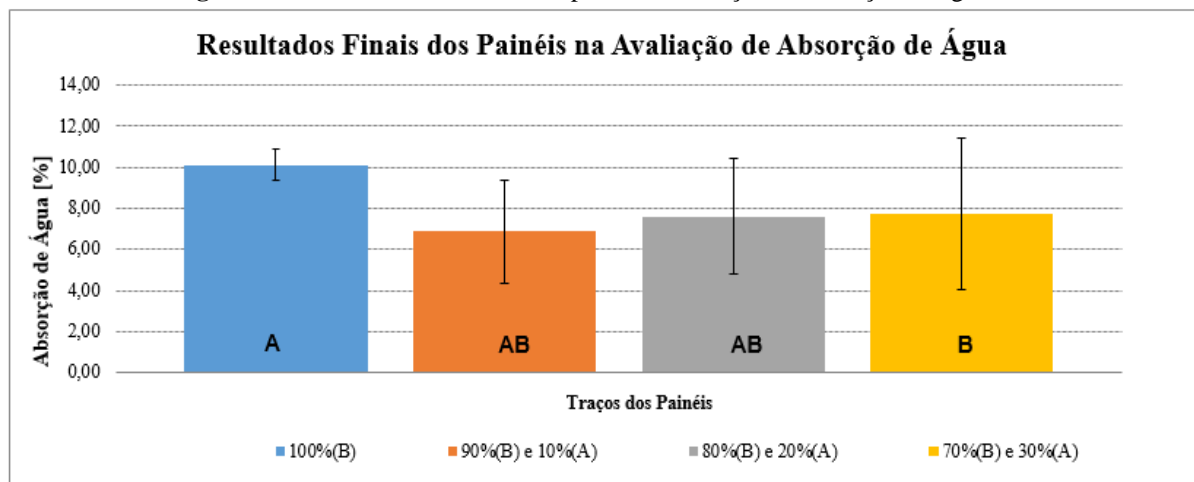
Valarelli (2016), trabalhando com partículas de bambu e pupunha, para o ensaio de absorção de água 24h, chegou a um valor médio de 10% para os traços variando entre 10% e 30% pupunha com relação ao bambu, permanecendo abaixo da média obtida de 8,08% para os traços dos compósitos de casca de amendoim e bambu.

Araújo (2014), ao analisar as propriedades físicas de painéis de média densidade com partículas de bambu, variando de 0 a 30% com adição de casca de café e adesivo poliuretano à base de mamona, obteve média de 33,75% de absorção de água, o que mostra um percentual significativamente mais alto quando comparado aos compósitos de bambu com casca de amendoim. A Figura 5.47, apresenta o resultado para absorção de água 24h dos painéis avaliados, indicando o desvio padrão.

A análise estatística sobre o efeito da quantidade de resíduo de casca de amendoim em relação à quantidade em massa de partículas de bambu sobre a variável absorção de água após 24 h, indicou valor-p igual a 0,053 não podendo rejeitar a hipótese, de que as médias populacionais são iguais acusando a ocorrência de efeito significativo relacionados às variáveis em questão.

No entanto, para os valores de F e F_{crítico}, na análise de variância, obteve-se as referências 2,81 e 2,86 respectivamente, o que demonstra a formação de grupos heterogêneos indicando diferença significativa entre os traços. Aplicando-se o teste de Tukey, as diferenças encontradas foram: traço T2 90%(B) + 10%(A) e traço T3 80%(B) + 20%(A) estatisticamente iguais e pertencentes ao grupo AB, traço T1 100%(B) pertencente ao grupo A e finalmente traço T4 70%(B) + 10%(A) pertencente ao grupo B.

Figura 5.47: Resultados dos ensaios para determinação da absorção de água 24h



Fonte: Autora

Através dos valores obtidos pelo ensaio de absorção de água, observam-se diferenças nos percentuais entre os traços com adição de casca de amendoim. Esta variação pode ter relação com os valores das densidades obtidas no painéis, causada provavelmente pela razão entre a distribuição das partículas no colchão e o tempo de prensagem.

5.1.4. Ensaio de determinação do inchamento em espessura 24h

Quando os painéis são expostos à umidade, sofrem alterações importantes, como o inchamento em espessura. Essa propriedade pode limitar o uso de um painel, já que, quanto maior o inchamento, maior a variação de espessura desse painel.

Para o inchamento em espessura após 24 horas de imersão em água, a norma NBR 14810-2 (2013), estabelece a porcentagem máxima de 16% de aumento sobre a espessura inicial do painel. O valor médio obtido para os 3 traços de bambu e casca de amendoim foi de 2,36 %, ficando todos abaixo do índice especificado pela norma possibilitando o uso destes em ambientes secos. O traço (T1), apresentou a maior média e percentual de variação de espessura, ou seja 3,82%. O melhor resultado apresentado pelo compósito bambu/casca de amendoim, foi

o traço (T2) 90%(B) + 10%(A), com inchamento de 1,62%, a exemplo do teste de absorção de água em 24h (Tabela 5.8). Através do resultados obtidos, é possível concluir que a adição do resíduo de amendoim, favorece a resistência a absorção de água e conseqüentemente o inchamento do painel. No entanto a variação entre os painéis que receberam adição de casca de amendoim, obtiveram resultados mais favoráveis do que o traço (T1) com 100% (B), o que corrobora com conceito de que a menor densidade do painel em questão, influenciou na absorção de água para este experimento. O melhor resultado fica para o traço (T2) com 10% de adição de resíduo, possibilitando sua aplicabilidade em ambientes interiores.

Tabela 5.8: Resultados dos ensaios para inchamento em espessura 24h

RESULTADOS FINAIS DAS AMOSTRAS - ENSAIO DE INCHAMENTO EM ESPESSURA				
Valores	70% (B) e 30% (A)	80% (B) e 20% (A)	90% (B) e 10% (A)	100% (B)
Valor Máximo (%)	8,67	5,67	3,68	5,32
Valor Médio (%)	2,02	1,82	1,62	3,82
Valor Mínimo (%)	0,39	0,24	0,39	3,27
Coef. De Variação (%)	41,02	90,01	66,22	17,66
Desvio Padrão (%)	0,83	1,64	1,07	0,68

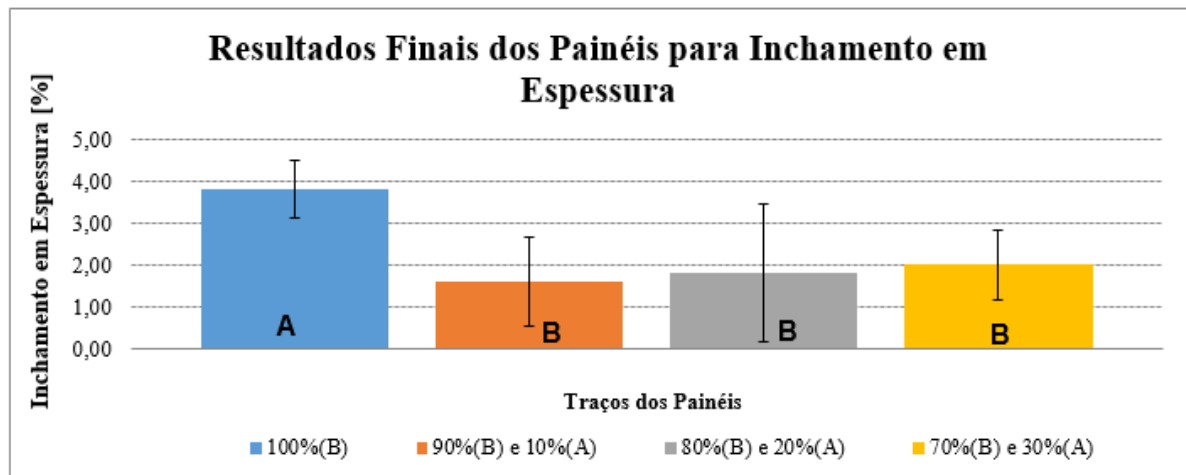
Fonte: Autora

Para Valarelli, (2016), os ensaios de inchamento em espessura discutidos em sua tese de livre docência, com compósitos de partículas de bambu e pupunha, e adição de resina poliuretana bi-componente na proporção de 1:1, obteve como melhor resultado, o traço com 90% de bambu e 10% de pupunha, que apresentou inchamento de aproximadamente 4%, chegando ao resultando de que quanto maior a porcentagem de resíduo de pupunha adicionado ao compósito, maior foi o valor do inchamento, com variação de 1% em relação aos demais traços, assim como os compósitos de bambu e casca de amendoim.

No ensaio de inchamento durante 24 horas, em painéis de média densidade com partículas de bambu, adição de casca de café e adesivo poliuretano à base de mamona, Araújo (2014) concluiu que nenhum dos painéis apresentou diferença significativa. Sendo que todos apresentaram valores abaixo dos 16%, especificado pela norma NBR 14.810-2 (2013) para painéis não estruturais para uso interno em condições secas. A média para inchamento em espessura dos painéis com adição de casca de café ensaiados por Araújo obteve média aproximada de 7,65%, sendo que o traço com 100%(B) revelou-se mais resistente ao inchamento com valor de 7,25%, chegando ao resultando de que quanto maior a porcentagem de resíduo de casca de café adicionado ao compósito, maior foi o valor do inchamento, em relação aos demais traços, assim como os compósitos de bambu e casca de amendoim.

Para a variável inchamento em espessura 24h, a análise estatística sobre o efeito da quantidade de resíduo de casca de amendoim em relação à quantidade em massa de partículas de bambu, indicou valor-p igual a 0,00029, indicando para este ensaios diferenças significativas entre as médias populacionais para os traços produzidos.

Figura 5.48: Resultados dos ensaios para determinação ao inchamento em espessura 24h



Fonte: Autora

Para os valores de F e $F_{crítico}$, pela Anova, obteve-se os valores de 8,12 e 2,87 respectivamente, formando dois grupos heterogêneos indicando diferença significativa entre os traços. Aplicando-se o teste de Tukey, as diferenças encontradas foram: T1 100%(B) pertencente ao grupo A, os traços T2 90%(B) + 10%(A), T3 80%(B) + 20%(A) e T4 70%(B) + 10%(A) estatisticamente iguais e pertencentes ao grupo B conforme Figura 5.51.

A análise dos valores obtidos pelo ensaio de inchamento em espessura 24h, revelam alta porcentagem de inchamento pelo painel com partículas 100% bambu, quando comparado aos painéis com adição de casca de amendoim, em coerência com o teste para absorção de água 24h. Tal condição podem ter sido influenciada, assim como as propriedades de absorção, pela razão de densidade do painel

Os baixos valores de inchamento observados nos painéis de partículas de bambu com casca de amendoim, com tempos de exposição para 24h, sugerem a possibilidade de utilização dos painéis em ambientes externos, pois, quanto menor for a variação dimensional dos painéis, menor será a possibilidade de ocorrer desprendimento das partículas e, conseqüentemente, de ocorrer a desintegração dos painéis, com possibilidades de pesquisas futuras.

5.2. Resultado das avaliações dos ensaios mecânicos

Neste item serão apresentados, a análise dos resultados, e avaliação dos ensaios das propriedades mecânicas dos painel com partículas homogenizadas de bambu e casca, de amendoim com adesivo à base de mamona bi-componente, referentes aos ensaios de determinação da resistência a flexão e módulo de elasticidade (MOE e MOR), determinação da resistência a tração perpendicular (Faces), e determinação da resistência ao arrancamento de parafuso (topo e superfície).

5.2.1. Ensaio de determinação da resistência a flexão e módulo de elasticidade

Os ensaios pertinentes a determinação da resistência a flexão e módulo de elasticidade permitiram a obtenção dos resultados descritos a seguir:

- Módulo de Elasticidade (MOE)

O procedimento para determinação da resistência a flexão e módulo de elasticidade, o escopo da NBR 14810-2/2013 orienta que o comprimento dos corpos-de-prova deve ser de 20 vezes o comprimento da dimensão da espessura do CP, com comprimento mínimo de 100mm, de modo que o dispositivo para aplicar carga coincida com o centro desse corpo de prova. Os cilindros de aplicação de carga e apoio devem ter diâmetro de 30 mm + 5 mm. A aplicação da carga deve ser lenta e gradual. Todos estes requisitos foram atendidos.

Para o módulo de elasticidade, o traço com (B)90% + (A)10%, apresentou maior valor para MOE com média de 3053,44 MPa. Os demais traços com adição de casca de amendoim obtiveram médias entre 2801,18 e 2971,02 MPa, todos acima do valor recomendado pela NBR 14810-2 (2013), para painéis estruturais para uso em condições secas que é de 2300 N/mm² ou 2300 MPa com espessura variando de 10 a 13 mm.

A análise da Figura 5.49, sugere que quanto maior a porcentagem de casca de amendoim, menor o valor de MOE, no entanto o traço para 100% (B), obteve média de 3006,53 MPa para teste de módulo de elasticidade, sendo que esperava-se um valor maior quando comparado ao demais traços. Tal fato pode estar associado a composição química, microestrutura e defeitos na formação do painel, o que sugere trabalhos futuros mais específicos.

Araújo (2014), para painéis de média densidade com partículas de bambu, adição de casca de café e adesivo poliuretano à base de mamona, quando comparados a norma brasileira NBR 14.810-2 (2013) que especifica valores mínimos de 1800 MPa para painéis P4, concluiu que todas as médias obtidas foram superiores a esse valor, sendo que o painel com 10% de partículas de casca de café obteve o valor mais elevado para o ensaio de MOE com 2300 MPa e média de 2100 MPa para os demais traços, ficando ainda abaixo dos testes realizados para os compósitos de bambu com casca de amendoim.

Valarelli (2016), em sua tese de livre docência, para painéis de partículas de bambu e pupunha, nos ensaios de módulo de elasticidade, obteve valor médio máximo para o traço com 80% bambu e 20% pupunha com 3633,0 MPa, ficando este acima da média do traço com 90%(B) + 10%(A), com 3053,44 MPa obtido neste estudo. Ainda para os resultados analisados, Valarelli conclui que o valor de MOE cresce à medida que se acrescenta resíduos de pupunha, até o limite de 20% do peso de material seco.

Com o aumento desta porcentagem, o valor do módulo de elasticidade diminuiu significativamente de 3633 MPa para 3115 MPa, ainda maior que o valor mais alto obtido pelos compósitos de bambu e amendoim.

A Tabela 5.9, apresenta os resultados médios, máximos e mínimos de cada traço ensaiado para módulo de elasticidade.

Tabela 5.9 - Resultados dos ensaios para determinação do módulo de elasticidade na flexão estática - MOE

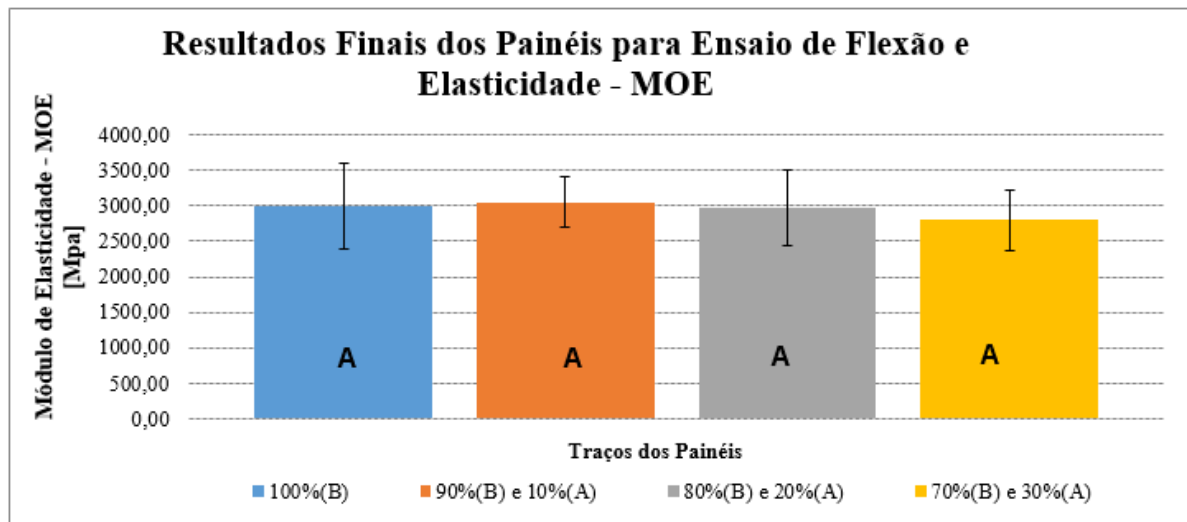
RESULTADOS FINAIS DAS AMOSTRAS - ENSAIO DE FLEXÃO E MÓDULO DE ELASTICIDADE - MOE				
Valores	70%(B) e 30%(A)	80%(B) e 20%(A)	90%(B) e 10%(A)	100%(B)
Valor Máximo (Mpa)	3378,19	3556,11	3424,90	3889,67
Valor Médio (Mpa)	2801,18	2971,02	3053,44	3006,53
Valor Mínimo (Mpa)	2290,84	2054,27	2509,56	2079,06
Coef. De Variação (%)	15,33	18,13	11,58	129,37
Desvio Padrão (Mpa)	429,48	538,65	353,70	606,07

Fonte: Autora

A análise estatística sobre o efeito do percentual de casca de amendoim em relação à quantidade de massa de partículas de bambu sobre a variável módulo de elasticidade indicou valor-p igual 0,708, F igual a 0,465 e F_{critico} 2,88 não existindo diferenças significativas entre os traços, como comprovou o teste de Tukey, mostrando todos os traços pertencentes ao grupo A.

A Figura 5.49, apresenta o gráfico com as médias dos resultados finais dos painéis para ensaio de flexão e elasticidade, confirmando a homogeneidade entre os grupos e nos grupos para todos os traços ensaios.

Figura 5.49: Gráfico dos resultados para ensaio de Flexão e Elasticidade - MOE



Fonte: Autora

- Módulo de Ruptura – MOR

Os valores obtidos nos ensaios de flexão estática para módulo de ruptura mostraram-se mais elevados quando comparados com os valores determinados como referência pela NBR 14810-2 (2013) de 16 MPa para painéis do tipo P4 com 10 a 13 mm de espessura.

Durante os ensaios dos painéis de partículas de bambu com adição de casca de amendoim, foi possível observar valor máximo para o traço 100%(B) com 23,05 MPa, e valor mínimo de 21,19 MPa para o traço com 70%(B) + 30%(A). Os valores de MOR aumentam conforme aumenta a adição de partículas de bambu aos compósitos.

Quanto aos compósitos com adição de casca de amendoim, o melhor resultado ficou para o painel de traço (T2), com valor de 22,47 MPa, mantendo-se acima do parâmetro estabelecido pela norma, e 2,5% abaixo do traço (T1), com 10 % bambu.

A análise estatística sobre o efeito do percentual de casca de amendoim em relação à quantidade de massa de partículas de bambu sobre a variável módulo de elasticidade indicou valor-p igual 0,711, F igual a 0,461 e $F_{critico}$ 2,86 não existindo diferenças significativas entre os traços, como comprovou o teste de Tukey.

Desta forma, observou-se uma maior deformação até a ocorrência do rompimento com ensaio para o traço T1, 100%(B), em relação aos demais painéis ensaiados, denotando a maior absorção de energia pelo painel de partículas de bambu. A Tabela 5.10, apresenta os resultados médios, máximos e mínimos de cada traço ensaiado para módulo de ruptura MOR.

Tabela 5.10 - Resultados dos ensaios para determinação do módulo de ruptura na flexão estática - MOR

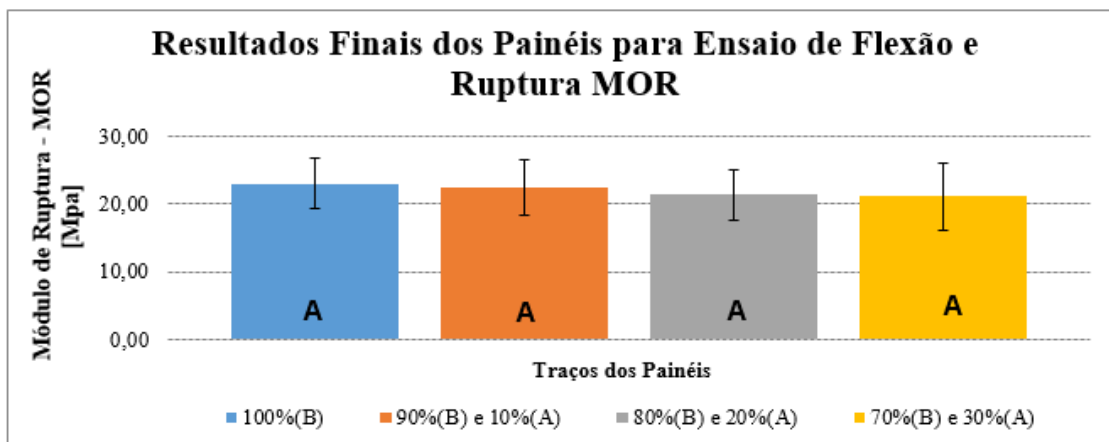
RESULTADOS FINAIS DAS AMOSTRAS - ENSAIO DE FLEXÃO E MÓDULO DE ELASTICIDADE - MOR				
Valores	70% (B) e 30% (A)	80% (B) e 20% (A)	90% (B) e 10% (A)	100% (B)
Valor Máximo (MPa)	26,71	26,87	26,75	30,93
Valor Médio (MPa)	21,19	21,36	22,47	23,05
Valor Mínimo (MPa)	17,04	14,64	16,53	16,80
Coef. De Variação (%)	17,58	19,20	16,47	134,17
Desvio Padrão (MPa)	3,73	4,10	3,70	5,00

Fonte: Autora

Araújo (2014), analisou painéis de média densidade com partículas de bambu, adição de casca de café e adesivo poliuretano à base de mamona, conseguindo a média de 11,33 MPa para os tratamentos, sendo que apenas o traço com 100% de partículas de bambu e 0% partículas de casca de café, obteve valor significativamente diferente dos demais com aproximadamente 17 MPa, notando-se uma discreta queda do MOR quando no acréscimo de casca de café ao traço, ficando todos abaixo dos valores obtidos pelos painéis de bambu com casca de amendoim.

No experimentos de Valarelli (2016), para painéis de partículas de bambu e pupunha, os ensaios de módulo de ruptura, a exemplo dos ensaios de MOE, mostraram valor médio máximo para o traço com 80% bambu e 20% pupunha com 27,74 MPa. Todos os valores dos traços de bambu e pupunha obtiveram resultados superiores quando comparados aos traços de bambu e amendoim.

A Figura 5.50, apresenta o gráfico com as médias dos resultados finais dos painéis para ensaio de flexão e ruptura, confirmando a homogeneidade entre os grupos e nos grupos para todos os traços ensaios.

Figura 5.50 - Resultados dos ensaios para determinação do módulo de ruptura na flexão estática MOR

Fonte: Autora

A análise estatística sobre o efeito do percentual de casca de amendoim em relação à quantidade de massa de partículas de bambu sobre a variável módulo de elasticidade indicou

valor-p igual 0,711, F igual a 0,461 e Fcritico 2,86 não existindo diferenças significativas entre os traços, como comprovou o teste de Tukey, mostrando todos os traços pertencentes ao grupo A.

5.2.2. Ensaio de determinação da resistência a tração perpendicular – Faces

Para o ensaio de tração perpendicular as faces, ou adesão interna das partículas, que analisa a ligação entre as partículas e o adesivo, estando este relacionada diretamente a densidade do painel, ao tempo e a temperatura utilizada na fase de prensagem, bem como a quantidade de resina utilizada na mistura, o resultado obtido para o painel de referência com 100% (B), foi de 4,67 MPa, com valor médio alcançado pelos demais traços com adição de casca de amendoim de 2,21 MPa. A NBR 14810-2 (2013), determina para o ensaio de resistência a tração perpendicular valor máximo de referência de 0,40 N/mm² ou 0,40 MPa para painéis P4 com 10 a 13 mm de espessura, sendo assim, o resultado para todos os traços deste estudo apresentaram-se acima do limite recomendado pela norma, porém o melhor valor ficou para o traço (T4) com 10% de resíduo, com valor de 1,57 MPa, atendendo a NBR e as necessidades para uso como painel classificado P4.

A Tabela 5.11 ilustra os resultados médios, máximos e mínimos para os ensaios de tração perpendicular as faces para cada traço do compósito de bambu com adição de casca de amendoim.

Tabela 5.11 - Resultados dos ensaios para determinação da tração perpendicular as faces.

RESULTADOS FINAIS DAS AMOSTRAS - ENSAIO DE TRAÇÃO PERPENDICULAR				
Valores	70%(B) e 30%(A)	80%(B) e 20%(A)	90%(B) e 10%(A)	100%(B)
Valor Máximo (Mpa)	1,75	2,21	1,96	5,52
Valor Médio (Mpa)	1,57	1,54	1,49	4,67
Valor Mínimo (Mpa)	1,17	1,26	1,06	3,02
Coef. Variação (%)	11,75	18,84	17,54	15,37
Desvio Padrão (Mpa)	0,18	0,29	0,26	0,72

Fonte: Autora

Valarelli (2016), constatou valor médio máximo de 4,95 MPa para o compósito com 90% de bambu e 10 % de pupunha. No entanto, todos os traços permaneceram próximos ao valor de 5 MPa, enquanto que os traços de bambu e casca de amendoim mantiveram-se abaixo do menor valor registrado pelos estudos de Valarelli, mas permanecendo acima do valor recomendado pelo norma.

Nos trabalhos de Araújo (2014), nota-se valores satisfatórios para os traços de bambu e casca de café, quando comparados a norma brasileira NBR 14.810-2 (2013), que recomenda

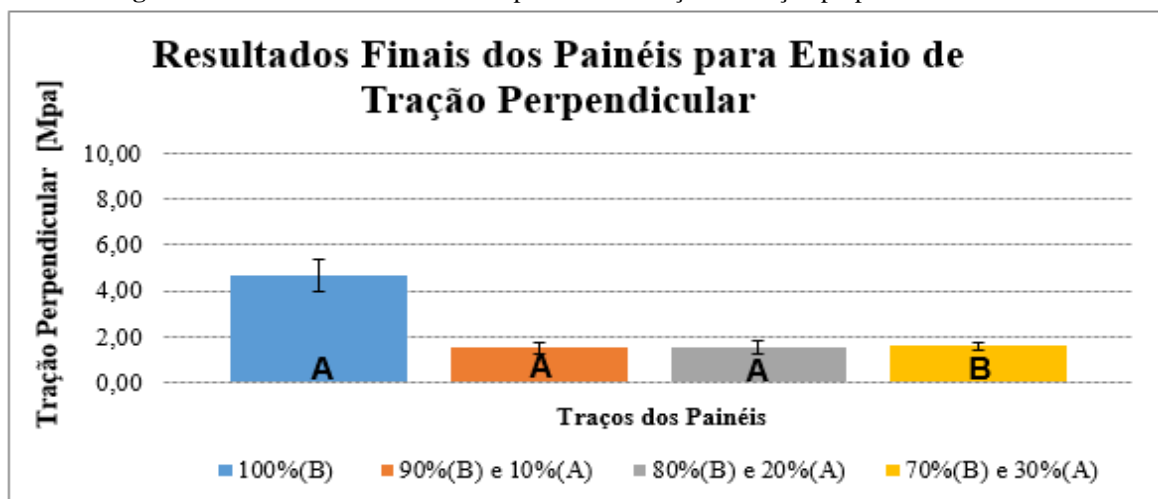
valor mínimo para painéis estruturais de uso externo, em condições severas de carga e em ambientes úmidos, de 0,75 MPa para painéis com 10 a 13 mm de espessura. Todos os painéis apresentaram valores superiores aos estabelecidos.

Observou-se que com o aumento da casca de café no painel, houve uma redução na propriedade de tração perpendicular. Analisando estatisticamente, apenas o painel com 100% bambu e 0% de casca de café, com 1,57 MPa de média, obteve valor significativamente diferente dos demais painéis, que atingiram médias inferiores.

Quanto aos traços de bambu e amendoim, os valores mostraram-se bastante superiores quando comparados aos compósitos de bambu com casca de café.

A Figura 5.51 apresenta o gráfico de tração perpendicular as faces, com desvio padrão para cada traço ensaiado dos compósitos de bambu e casca de amendoim.

Figura 5.51 - Resultados dos ensaios para determinação da tração perpendicular as faces.



Fonte: Autora

A análise estatística sobre o efeito do percentual de casca de amendoim em relação à quantidade de massa de partículas de bambu sobre a variável tração perpendicular as faces indicou valor-p igual 0,000023, F igual a 11,25 e $F_{critico}$ 2,76 existindo diferenças significativas, para dois grupos entre os traços 100%(B), 90%(B) + 10%(A) e 80%(B) + 20%(A) pertencentes ao grupo A, e 70%(B) + 30%(A) pertencente ao grupo B, como comprovou o teste de Tukey.

5.2.3. Ensaio de determinação da resistência ao arrancamento de parafuso

Os ensaios pertinentes a determinação da resistência ao arrancamento de parafuso para topo e face permitiram a obtenção dos resultados descritos a seguir:

- Arrancamento de Parafuso – Topo

Os ensaios de resistência ao arrancamento de parafuso de topo, apresentou resultado médio para o traço 100%(B) de 2669,24 N, chegando ao valor médio para os demais traços, de 2,269,79 N. Para este ensaio, a NBR 14810-2 (2013) não estabelece valor de referência para nenhum tipo de painel, no entanto a norma ANSI 208.1 (1999), recomenda valores mínimos de 1550N. Desta forma, todos os traços obtiveram valores superiores ao determinado pela norma, considerando entre os compósitos com adição de casca de amendoim, o traço (T2), com 2347,56 N, como mais próximo do padrão 100% bambu, no entanto todos com possibilidades de utilização no mercado.

Tabela 5.12 - Resultados dos ensaios para arrancamento de parafuso - topo

RESULTADOS FINAIS DAS AMOSTRAS - ARRANCAMENTO DE PARAFUSO - TOPO				
Valores	70%(B) e 30%(A)	80%(B) e 20%(A)	90%(B) e 10%(A)	100%(B)
Valor Máximo (N)	2515,00	2636,86	2611,94	3121,95
Valor Médio (N)	1942,10	2120,29	2347,56	2669,24
Valor Mínimo (N)	1426,77	1716,14	2052,58	2163,54
Coef. Variação (%)	17,93	15,86	7,18	11,87
Desvio Padrão (N)	348,18	336,35	168,62	316,92

Fonte: Autora

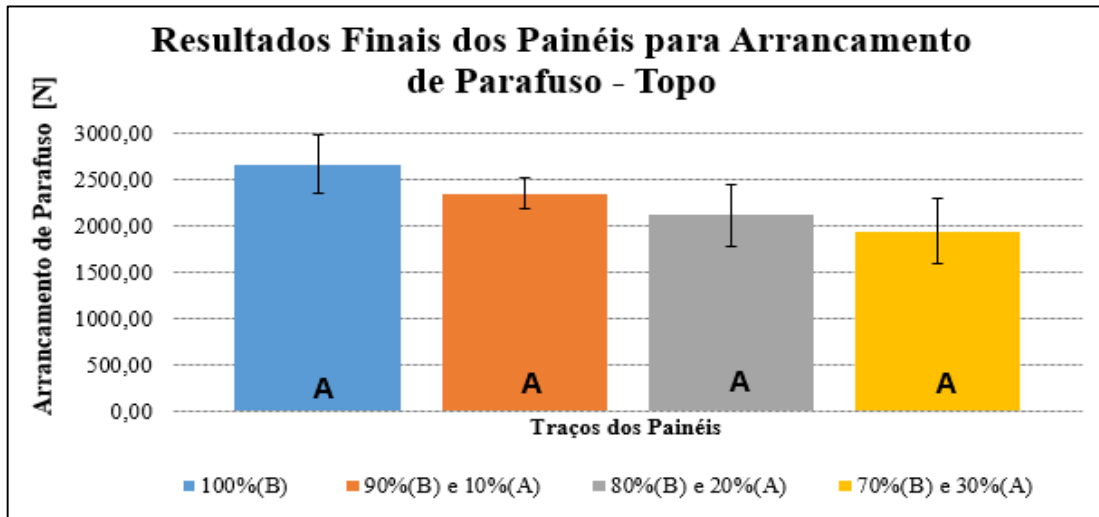
Valarelli (2016), encontrou resultados superiores aos elencados neste trabalho em relação ao teste de arrancamento de parafuso para topo com valor médio máximo de 2.971,96 N, para o traço 90% bambu e 10 % pupunha, com as médias variando de 2.669,25 N a 2.971,96 N, sendo o valor mínimo encontrado por Valarelli, correspondente ao valor máximo nesta pesquisa, apesar de que os traços deste estudos mantiveram-se superiores ao estabelecido pela norma como já dito. No entanto os traços de pupunha com bambu, mostraram-se mais resistentes quando comparados aos de casca de amendoim com bambu.

Araújo (2014) obteve valores próximos a 990 N para o compósito com 100% bambu, e média de aproximadamente 830 N considerando os percentuais de 10%, 20% e 30% de casca de café no total da massa, ficando esses valores abaixo do recomendado pela norma ANSI 208.1 (1999), e dos resultados obtidos nesta pesquisa.

A análise estatística sobre o efeito do teor de partículas de casca de amendoim em relação à quantidade em massa de partículas de bambu sobre a variável arrancamento de parafuso do topo indicou valor-p igual a 0,708, valor de F igual a 0,465 e Fcritico de 2,88, acusando a homogeneidade relacionado às variáveis em questão, como comprova o teste de Tukey agrupando todos traços do compósito no grupo A, conforme Figura 5.52 que apresenta

o gráfico de resistência ao arrancamento de parafuso de topo dos painéis, indicando o desvio padrão e o grupo obtido no teste.

Figura 5.52 - Resultados dos ensaios para arrancamento de parafuso - topo



Fonte: Autora

- Arrancamento de Parafuso – Face

Para os ensaios de resistência ao arrancamento de parafuso de superfície, o resultados médio para o traço (B) 100% com 2797,84 N mostrou-se como mais resistente. As médias para todos os traços foi de 2,339,50N, variando entre 2035,56 N e 2797,84 N. Para este ensaio, a NBR 14810-2 (2013) não estabelece valor de referência para nenhum tipo de painel, no entanto a norma ANSI 208.1 (1999), recomenda valores mínimos de 1550N. Desta forma, todos os traços obtiveram valores superiores ao determinado pela norma, confirmando o traço (T2), com 2323,95 N, o mais próximo do padrão bambu, portanto mais aconselhável ao uso em ambientes internos.

Tabela 5.13 - Resultados dos ensaios para arrancamento de parafuso - face

RESULTADOS FINAIS DAS AMOSTRAS - ARRANCAMENTO DE PARAFUSO - FACE				
Valores	70%(B) e 30%(A)	80%(B) e 20%(A)	90%(B) e 10%(A)	100%(B)
Valor Máximo (N)	2284,50	2470,72	2649,32	3070,66
Valor Médio (N)	2035,56	2200,66	2323,95	2797,84
Valor Mínimo (N)	1633,76	1860,13	611,97	2285,83
Coef. Variação (%)	9,09	9,93	26,41	8,80
Desvio Padrão (N)	185,12	218,61	613,69	246,08

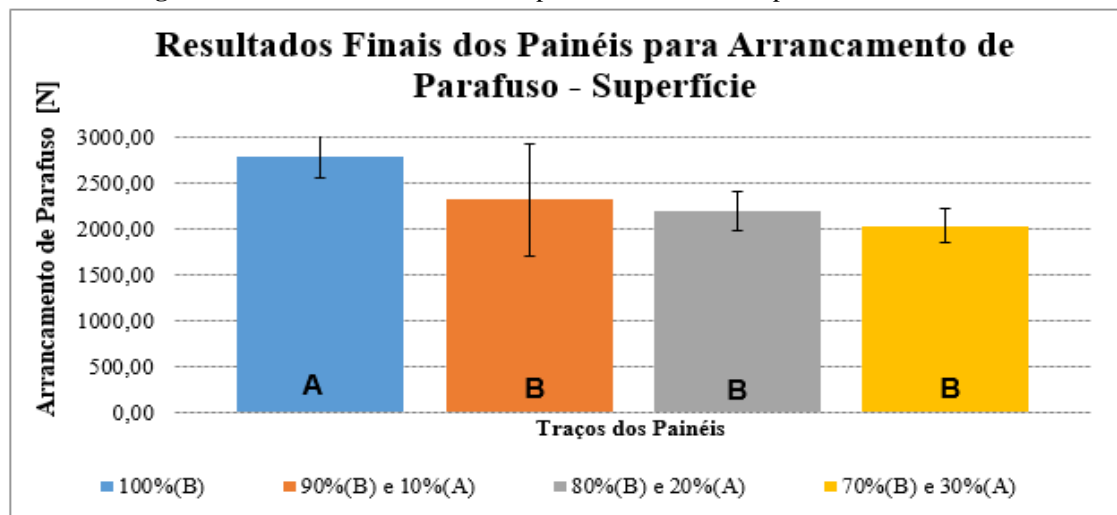
Fonte: Autora

Para os testes de arrancamento de parafuso de topo, a tabela 5.13 apresenta os resultados médios, máximos e mínimos para cada um dos traços, sendo possível observar que a medida que o percentual de bambu em relação a casca de amendoim aumenta, considerando-se o volume total da massa, o valor em Newton para resistência ao arrancamento aumenta respectivamente para os traços 100%(B), 90%(B) + 10%(A), 80%(B) + 20%(A) e 70%(B) + 30%(A).

Valarelli (2016), pesquisando traços de bambu e pupunha, encontrou resultados superiores aos elencados neste trabalho em relação ao teste de arrancamento de parafuso para face com valor médio máximo de 2.859,86 N, para o traço 90% bambu e 10% pupunha, com as médias variando de 2.674,95 N a 2.971,96 N, Para os traços de pupunha com bambu, os compósitos mostram-se mais resistentes quando comparados aos de casca de amendoim com bambu.

Araújo (2014) obteve valor máximo de resistência ao arrancamento de parafuso para superfície no compósito com 10% de casca de café adicionado a massa de bambu com valor próximo a 1000 N com média de aproximadamente 925 N considerando os percentuais de 10%, 20% e 30% de casca de café no total da massa, ficando esses valores abaixo do recomendado pela norma ANSI 208.1 (1999), e dos resultados obtidos nesta pesquisa.

Figura 5.53 - Resultados dos ensaios para arrancamento de parafuso – face



Fonte: Autora

A análise estatística sobre o efeito do teor de partículas de casca de amendoim em relação à quantidade em massa de partículas de bambu sobre a variável arrancamento de parafuso de superfície indicou valor-p igual a 0,00025 valor de F igual a 8,26 e Fcritico de 2,86, acusando a heterogeneidade relacionado às variáveis em questão, como comprova o teste de

Tukey agrupando os traços (B)90% + (A)10%, (B)80% + (A)20% e (B)70% + (A)10% no grupo B e 100%(B) no grupo A, conforme Figura 5.53 que apresenta o gráfico de resistência ao arrancamento de parafuso de superfície dos painéis, indicando o desvio padrão e o grupo obtido no teste.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após analisar os resultados físicos e mecânicos, bem como a análise estatística obtidos nesta pesquisa entre as características dos quatro traços dos painéis aglomerados de partículas de bambu com casca de amendoim com adição de adesivo bi-componente a base de óleo de mamona, verificou-se a possibilidades de produção destes para uso comercial.

A mistura de partículas dos referido materiais alternativos, permitiu a produção de um painel leve, com desempenho físico mecânico satisfatório, que atendem as normas NBR 14810-2 (2013) e ANSI 208.1 (1999).

Os parâmetros de quantidade de matéria, controle dimensional das partículas, pressão na prensagem temperatura e teor de resina, foram controlados durante o processo de fabricação e garantiram o padrão dos painéis produzidos, conforme recomendações da NBR 14810-2 (2013).

Os resultados apresentados na Tabela 6.14, demonstram a possibilidade de utilização dos painéis aqui produzidos e testados, em componentes estruturais para indústria moveleira e construção civil, mostrando um melhor desempenho para o compósito de traço (T2), com 90% (B) e 10% (A) para a maioria dos ensaios. No entanto, todos os traços estudados atendem os parâmetros estabelecidos pelas normas aplicadas neste trabalho.

Para os valores de densidade os painéis com adição de casca de amendoim obtiveram média de 919,96 kg/m³. Para o painel com traço 100% (B), a variável densidade obteve o menor valor, no entanto todos os traços ultrapassaram o valor alvo de 900 kg/m³, estabelecido para este experimento dentro do recomendado pela NBR 14.810-2 que estabelece a variação de 800 a 1000 kg/m³, ficando abaixo dos resultados dos ensaios realizados por Valarelli (2016), onde o autor conseguiu média de 930 kg/m³.

Nos ensaios envolvendo a higroscopia dos compósitos de partículas aglomeradas de casca de amendoim e bambu, os painéis apresentaram comportamento semelhante para os traços com 30%, 20% e 10% de percentual de casca de amendoim na composição, com médias de 9,60% de umidade, 5,65% para inchamento em espessura 24h e 7,40% em absorção de água 24h, com valores compatíveis aos registrados por outros pesquisadores que trabalharam materiais compostos, tais como Valarelli (2016) e Araújo (2014), que apresentaram valores respectivamente na faixa de 6,7% e 9,78% para variável umidade, 10% e 33,75% para absorção de água 24h, e 4% e 7,25% para inchamento em espessura 24h.

Nas avaliações de resistência mecânica, os painéis de bambu e casca de amendoim, apresentaram resultados médios superiores quando comparado as pesquisas de Araújo (2014),

no entanto ficaram com médias pouco inferiores aos compósitos de bambu e pupunha estudado por Valarelli (2016) em todos os quesitos: tração perpendicular, MOR, MOE e resistência ao arrancamento de parafusos para topo e face. No entanto, o desempenho mecânico foi superior ao recomendado pelas normas NBR 14810-2 (2013) e ANSI 208-1 (1999), dando credibilidade ao compósito pesquisado e mostrando otimismo para descoberta de novos materiais, possibilitando demais ensaios como trabalhos futuros, e alternativa para utilização de rejeitos agroindustriais para a composição de produtos de boa qualidade visando a aplicabilidade ao ser humano.

Tabela 6.14 - Resultados dos valores médios das amostras, e parâmetros das normas NBR 14.810 -2 (2013) e ANSI A208/1 (1999)

RESULTADOS DAS AMOSTRAS - VALORES MÉDIOS PARA PAINÉIS DE 10 À 13 MM						
ENSAIOS	(T4)	(T3)	(T2)	(T1)	PARÂMETROS NORMAS	NORMAS
	70%(B) 30%(A)	80%(B) 20%(A)	90%(B) 10%(A)	100%(B)		
ARRANCAMENTO DE PARAFUSO SUPERFÍCIE (N)	2035,56	2200,66	2323,95	2797,84	2000 N (Máximo)	ANSI A208/1 (1999)
ARRANCAMENTO DE PARAFUSO TOPO (N)	1942,10	2120,29	2347,56	2669,24	1550 N (Mínimo)	ANSI A208/1 (1999)
FLEXÃO - MOR (MPa)	21,19	21,36	22,47	23,05	16,00 MPa (Mínimo)	NBR 14.810 (2013)
ELASTICIDADE MOR (MPa)	2801,18	2971,02	3053,44	3006,53	2300,00 MPa (Mínimo)	NBR 14.810 (2013)
TRAÇÃO PERPENDICULAR (MPa)	1,57	1,54	1,49	4,67	0,40 MPa (Mínimo)	NBR 14.810 (2013)
UMIDADE (%)	10,26	9,82	8,73	6,40	13,00 % (Máximo)	ANSI A208/1 (1999)
INCHAMENTO EM ESPESSURA 24H (%)	2,21	1,82	1,62	3,82	16,00 % (Máximo)	NBR 14.810 (2013)
DENSIDADE (Kg/m ³)	917,46	919,24	923,19	908,89	Acima de 800 Kg/m ³	NBR 14.810 (2013)
ABSORÇÃO DE ÁGUA 24H (%)	7,74	7,60	6,88	10,13	10 % (Máximo)	ANSI A208/1 (1999)
	REFERÊNCIA					
	MELHOR RESULTADO					
	PIOR RESULTADO					

Fonte: Adaptado da NBR 14.810-2/2013 e ANSI A208/1 (1999)

7. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Como sugestão para trabalhos futuros seguindo linha de pesquisa deste trabalho, sugere-se que as condições e tipos de ensaios poderiam ser eventualmente modificadas em trabalhos futuros, para determinar demais propriedades físicas e mecânicas variando os parâmetros e condições iniciais dos painéis tais como:

- Desenvolver painéis de partículas de casca de amendoim com outros tipos de resina;
- Desenvolver painéis de partículas de casca de amendoim com outros materiais como cana-de-açúcar, coco, madeira de pinus, eucalipto, palha e sabugo de milho;
- Analisar painéis de partículas com variação no teores diferentes de resina;
- Realizar ensaios de dureza Janka e microscopia eletrônica de varredura (MEV);
- Realizar ensaios de raio-x e micro tomografia;
- Realizar ensaios de durabilidade quando expostos ao ambiente externo, como sol e chuva.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIPA, Associação Brasileira da Indústria de Painéis de Madeira - Reportagem: Exportações de celulose, painéis de madeira e papel têm alta em 2015. Disponível em: <http://www.cgimoveis.com.br/abipa/exportacoes-de-celulose-paineis-de-madeira-e-papel-tem-alta-em-2015-1>. Acesso em 10/07/2016.

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas – NBR 14810-1 – **Painéis de Partículas de Média Densidade – Parte 1: Terminologia**, 3º Ed. Rio de Janeiro/RJ. 2013. p.5.

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas – NBR 14810-2 – **Painéis de Partículas de Média Densidade – Parte 2: Requisitos e Métodos de Ensaio**, 3º Ed. Rio de Janeiro/RJ. 2013. p.69.

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas – NBR 14810-3 – **Painéis de Partículas de Média Densidade – Parte 2: Requisitos e Métodos de Ensaio**, 3º Ed. Rio de Janeiro/RJ. 2006. p.51.

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas NBR 10004/2004 – **Resíduos Sólidos e Classificação**, 2ed. Rio de Janeiro/RJ – 2004, p.71.

ANSI, American National Santandard – A208-1/1999 – **Particleboard** – 1999, p.13.

ALONGE, F. A; CHAMA, P. V. C; ROCHA, R. R. Artigo: **Produtos Ecoeficientes na Arquitetura: A Produção de Painéis Feitos a Partir do Compósito de Plástico e Casca de Arroz** – Revista Aplicação de Novas Tecnologias Sustentáveis. Vol 10. Nº 1. p.13-27.

ARAÚJO, I. I. **Dissertação: Paineis MDP de bambu com adição de casca de café e adesivo poliuretano à base de mamona**. UNESP – Bauru/SP (2014 p.56).

ARRUDA, G. **Artigo: Indústria Brasileira do Mobiliário: Desafios e Evolução**. Curitiba: Alternativa, 1997. 94 p.

BARBIRATO, G; FIORELLI, J; BARRERO N. G; PALLONE, E. M. J. A; LAHR, F. A. R; CRISTOFORO, A. L; SAVASTANO JR, H. **Artigo: Paineis Aglomerado Híbrido de Casca de Amendoim Reforçado com Partículas de Madeira Itaúba**. **Revista: Ciência Florestal**, Santa Maria RS, v. 24, n. 3, 2014, p. 685-697.

BARROS FILHO, R. M. – **Dissertação: Painéis aglomerado a base de bagaço de cana-de-açúcar e resinas ureia formaldeído e melamina formaldeído**”. REDEMAT – Rede Temática em Engenharia de Materiais – Ouro Preto/MG (2009 p.117).

BATISTELLE, R. A. G; SANTOS, G. J; VARUM, H. S. A; FARIA, O. B. **Artigo: Avaliação Acústica das Chapas de Partículas Produzidas com Bagaço de Cana-de-açúcar e Folha Caulinar de Bambu**. UNESP Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia Mecânica. Congresso Ibero-Latino-americano da Madeira na Construção, Coimbra/ Portugal. 2011. p.7.

BATISTELLE, R. A. G; SANTOS, M. F. N; MIYAZATO, T; FREITAS, P. N. P. **Artigo: Análise de Intemperismo Natural em Chapas de Partículas Compostas de Resíduos Agroindustriais.** Revista Madeira Arquitetura e Engenharia, n. 17, ano 6, 2005. P.11

BERNARDI, R. – **Dossiê Técnico: Reconstituição de chapas de aglomerado.** SENAI/RS – Centro Tecnológico do Mobiliário. 2006.p.41.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil.** Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988. p.292.

BRASIL. Constituição (2010). Legislação Informatizada - **LEI Nº 12.305, DE 2 DE AGOSTO DE 2010** - Disponível em: <http://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/2010/lei-12305-2-agosto-2010-607598-publicacaooriginal-128609-pl.html> - Acesso em 04 jul. 2016.

BUENO, M. A. P. – **Dissertação: Painéis de Medium Density Fiberboard Fabricados com Bagaço de Cana-De-Açúcar e Madeira de Reflorestamento.** UNESP – Bauru/SP (2014 p.176).

BUFANINO, L. – **Dissertação: Avaliação da Permeabilidade e sua Influência sobre propriedades Físicas e de Colagem em Painéis Aglomerados.** UFLA - Universidade de Lavras – Departamento de Ciência e Tecnologia da Madeira. Lavras/MG (2010.p.90).

CARASCHI, J. C.; LEÃO, A. L.; CHAMMA, P. V. C. – Avaliação De Painéis Produzidos A Partir De Resíduos Sólidos Para Aplicação Na Arquitetura. Artigo Faculdade de Engenharia Florestal Madeireira. **Artigo Polímeros vol.19 n°1, USC São Carlos/SP (2009).**

CARASCHI, J.C., LEÃO, A.L., CHAMMA, P.V.C., Artigo: **Painéis produzidos a partir de resíduos sólidos para aplicação na arquitetura** - Polímeros: Ciência e Tecnologia, São Carlos, SP. v. 19, n. 1, pp. 47-53, 2009.

CASTRO, A. M; PEREIRA JR, N. **Artigo: Produção, Propriedades e Aplicação de Celulases na Hidrólise de Resíduos Agroindustriais.** Revista Quim. Nova, Rio de Janeiro/RJ, Vol 33, Nº 1. Ano 2010, p. 181-188.

CAVALLI, D. A. L. **Artigo: A cultura do Amendoim – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – ESALQ/USP – Universidade de São Paulo.** São Paulo/SP. Elaborado por: Casa do Agricultor. 2015. p.7.

CHAMMA, P. V. C. **Tese: Produção de Painéis a Partir de Resíduos Sólidos para Uso como Elemento Arquitetônico** - UNESP – Faculdade de Ciências Agrônômicas - Botucatu/SP (2004 p.150).

CHIPANSKI, E. R. – **Dissertação de Mestrado: Proposição para Melhoria do Desempenho Ambiental da Indústria de Aglomerado no Brasil.** UFPR - Universidade Federal do Paraná/ Setor de Ciências Agrárias – Centro de Ciências Florestais e da Madeira – Curitiba/PR (2016 p.190).

CRAVO, J. C. M. **Dissertação: Compósito Particulado de Baixa Densidade com Casca de Amendoim, Fibra de Cocô Verde e Resina Poliuretana à Base de Óleo de Mamona para**

Aplicação como Forro de Galpões Avícolas. USP – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos - Pirassununga/SP (2013 p.169).

DELGADO, P. S. – **Dissertação de Mestrado: O Bambu como Material Eco-Eficiente: Caracterização e Estudos Exploratórios de Aplicações.** REDEMAT – Rede Temática em Engenharia de Materiais – Ouro Preto/MG (2011 p.81).

DONAIRE, D. – **Livro: Gestão Ambiental na Empresa.** Ed. Atlas São Paulo (1995).

FILGUEIRAS, T. S.; GONÇALVES, A. P. A. **Artigo: Checklist of the Basal Grasses and Bamboos in Brazil (*Poaceae*).** The Journal of the American Bamboo Society, v.18, n.1, p.7-18, 2004.

GATANI, M. P; FIORELL, J; MEDINA, J. C; ARGULLO, R; RUIZ, A; NASCIMENTO, M. F; SAVASTANO JR, H. **Artigo: Viabilidade Técnica de Produção e Propriedades de Painéis de Partículas de Casca de Amendoim** – Revista Matéria. Vol 18. Nº 2 - Artigo 11499, p. 1286-1293, 2013.

GLYCERIO, C. **Artigo: Metade das espécies de bambu corre risco de extinção, diz ONU.** 11 mai. 2004. Disponível em <http://www.bbc.co.uk/portuguese/ciencia/story/2004/05/040511_bambucg.shtm>. Acesso em: 07 julho 2016.

HILLIG, E. - **Dissertação de Mestrado: Qualidade De Chapas Aglomeradas Estruturais, Fabricadas Com Madeiras De Pinus, Eucalipto E Acácia Negra, Puras Ou Misturadas, Coladas Com Tanino-Formaldeido.** Universidade Federal de Santa Maria, Brasil (2000).

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Dados de Previsão de Safra 2016.** Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/prevsaf/default.asp?t=2&z>>. Acesso em: 08 jul. 2016.

IWAKIRI, S. – Livro: **Painéis de Madeira Reconstituída.** Ed. FUPEF, Curitiba/PR (2005, p.123-125).

IWAKIRI, S.; SHIMIZU, J.; SILVA, J C.; MENESSI, C. H. S. D.; PUEHRINGHER, A.; VENSON, I.; LARROCA, C. – **Artigo: Revista Árvore**, 28, p.883 (2004).

JANUS, L. **Artigo: Produtos Ecoeficientes na Arquitetura: O Emprego de Materiais Lignocelulósicos.** FATEA - Faculdades Integradas Teresa D'Ávila – Departamento de Farmácia – Nº 20. 2014.p 40-43.

JOSÉ, F. J. **Dissertação: Chapa de Partículas Homogêneas de Bambu Aglomeradas com Resina Poliuretana Bi-Componente a Base de Óleo de Mamona.** UNICAMP – Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Agrícola. 2006. p.120.

JUVENAL, T. L.; MATTOS, R. L. G. – **Artigo: Revista da Madeira Wood Magazine**, Edição Especial "Painéis", p.24 (2003).

KON, A.; SUGUHARA, C. – Livro: **Sustentabilidade e Empregos Verdes no Brasil.** Ed. Appris, 1º Edição, Curitiba/PR (2012, p.9).

MALONEY, T.M. – **Artigo: The Family of Wood Composite Materials.** Forest Products Journal . V. 46, n.2.p19 – 19-26,1996

MANHÃES, A. P. **Monografia: Caracterização da Cadeia Produtiva do Bambu no Brasil: Abordagem Preliminar.** Universidade Federal Rural do Rio De Janeiro Instituto de Florestas Departamento de Silvicultura – Rio de Janeiro/RJ – 2008. p.39.

MARINHO, N. P. **Dissertação de Mestrado: Características das Fibras do Bambu (*Dendrocalamus Giganteus*) e Potencial de Aplicação em Painéis de Fibra de Média Densidade (MDF).** UFTPR Universidade Federal Tecnológica do Paraná – Departamento de Pesquisa e Pós Graduação em Engenharia Mecânica – Curitiba/PR - 2012. p. 144.

MATUCHEVSVI, K.; DONEL, F.; NICOLETTI, C.; CERETTA, P.S. – **Artigo: Gerenciamento de Resíduos Sólidos.** Universidade Federal de Santa Maria/RS (2004).

MEDEIROS, F. L. F; ROCHA, M. H. **Livro: Como se Preparar para o Exame da Ordem: Direito Ambiental.** Editora Método – 2º Ed. São Paulo/SP (2010 p.17-23).

MENDES, L. M.; ALBUQUERQUE, C. E. C., IWAKIRI, S. – **Artigo: Revista da Madeira Wood Magazine,** Edição Especial "Painéis", (2003.p.12).

MOIZÉS, F. A. **Dissertação: Painéis de Bambu, Uso e Aplicações: Uma Experiência Didática nos Cursos de Design em Bauru, São Paulo.** UNESP – Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação - Bauru/SP (2007 p.116).

MONTGOMERY, D.C; RUNGER, G. C. **Livro: Estatística Aplicada e Probabilidade para Engenheiros.** 5º Ed. Editora LTC, Rio de Janeiro/RJ (2012.p.519)

NETO, S.C. **Tese de Doutorado: Caracterizações Físico-química de um Poliuretano Derivado de Óleo de Mamona Utilizado para Implantes Ósseos.** Instituto de Química, Universidade de São Paulo, São Carlos/SP (1997. 127 f.).

ONU – Organização das Nações Unidas: **Reportagem: A ONU e o meio ambiente.** Disponível em <<http://www.onu.org.br/a-onu-em-acao/a-onu-e-o-meio-ambiente/>> Acesso em 02 jul. 2016.

PAULA, L. E. R. **Dissertação: Produção e Avaliação de Briquetes de Resíduos Lignocelulósicos.** UFLA Universidade de Lavras/MG – Departamento de Ciência e Tecnologia da Madeira – 2010. p.5-7.

PEEREIRA, M. A. R.; BERALDO, A. L. **Livro: Bambu de Corpo e Alma.** Bauru/SP – Editora Canal 6, 2007. p.240.

PEREIRA, M. A. dos R. **Apostila: Bambu: Espécies, Características e Aplicações.** Departamento de Engenharia Mecânica/Unesp. Bauru. 2001.

PEREIRA, M. A. R. Tese de Doutorado: Características hidráulicas de tubos de bambu gigante (*Dendrocalamus giganteus*). Unesp, Faculdade de Ciências Agrônomicas. 1997 a. p.161.

QURINO, W. F. **Apostila: Utilização Energética de Resíduos Vegetais**. Laboratório de Produtos Florestais do IBAMA Brasília/DF – 2003 p.2-8 – Disponível em: <http://www.mundoflorestal.com.br/arquivos/aproveitamento.pdf> - Acesso em 04 jul. 2016.

SUIÇA. Conferência ONU (1972). **Declaração de Estocolmo sobre o ambiente humano 1972**, Biblioteca Virtual dos Direitos Humanos – Universidade de São Paulo - USP, 2016. Acesso em 01/07/2016.

THOMAZELLI, B. P. – **Relatório: Fabricação e Avaliação de Painéis Aglomerados de Bambu com Adição de Casca de Amendoim**. Departamento de Engenharia Mecânica UNESP Bauru/SP (2016).

TORGAL, P.F.; JALALI, S. **Livro: A Sustentabilidade dos Materiais de Construção**. Editora Vilaverdense – Artes Gráficas, Ltda - 2º Ed. Barbudo, Vila Verde, Portugal (2010, p.18-20).

UMPIÉRRE, M. C. C.; SANTOS, W. C. **Artigo - Sustentabilidade e a Revolução Tecnológica**. Revista Eletrônica Direito e Política, Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Ciência Jurídica da UNIVALI, Itajaí, v.10, n.1, edição especial de 2015.

VALARELLI, I. D. – **Tese de Livre Docência: Painéis de Partículas de Materiais Alternativos: Produção e Avaliação de Desempenho**. UNESP – Bauru/SP (2016 p.166).

VALARELLI, I. D; AZAMBUJA, M. A.; BATISTELLI, R. A. G; CAMPOS, C. I. – **Artigo: Avaliação do Desempenho de Painéis de Partículas Aglomeradas de Bambu da Espécie *Dendrocalamus Giganteus***. LAMEM 2013, Ed. EESC/USP-São Carlos/SP (2013 p. 179).

APÊNDICE A – Ensaios físicos: dados de densidade

PAINÉIS DISSERTAÇÃO MESTRADO - DENSIDADE															
COMPOSIÇÃO: 70% (B) BAMBUI - 30% (A) AMENDOIM															
CORPOS DE LADO A LADO B LADO C LADO D PONTO 1 PONTO 2 PONTO 3 PONTO 4 PONTO 5 MASSA VOLUME DENSIDADE															
PAINEL	POSIÇÃO	PROVA	(MM)	(MM)	(MM)	(MM)	(MM)	(MM)	(MM)	(MM)	(MM)	(MM)	(GRS)	(MM ³)	(KG/M ³)
Ch 1	P 5	CP1	50,19	50,10	50,23	50,19	12,62	12,71	12,73	12,82	12,77	12,77	30,69	32051,35	957,53
		CP2	50,34	50,44	50,39	50,28	12,57	12,63	12,74	12,81	12,73	12,73	29,84	32201,89	926,65
Ch 2	P 5	CP3	50,40	50,44	50,51	50,42	12,95	12,88	13,12	13,17	13,25	13,25	30,30	33266,08	910,84
		CP4	50,79	50,49	50,57	50,63	12,51	12,64	12,48	12,47	12,44	12,44	29,25	32050,30	912,63
Ch 3	P 5	CP5	50,42	50,34	50,46	50,44	12,81	12,76	12,80	12,69	12,78	12,78	29,79	32452,06	917,97
		CP6	50,42	50,34	50,38	50,39	12,81	12,92	12,97	13,08	12,89	12,89	28,38	32831,62	864,41
Ch 4	P 5	CP7	50,40	50,39	50,43	50,41	12,67	12,73	12,82	12,75	12,79	12,79	30,69	32401,76	947,17
		CP8	50,34	50,31	50,41	50,39	12,63	12,76	12,82	12,71	12,67	12,67	30,34	32257,68	940,55
Ch 5	P 5	CP9	50,80	50,76	50,74	50,71	12,86	12,97	13,07	13,03	12,92	12,92	29,33	33408,33	877,92
		CP10	50,08	50,12	50,17	50,23	13,12	12,98	12,89	13,07	13,04	13,04	30,09	32745,56	918,90

RESULTADOS BAMBUI (B) 70% E AMENDOIM (A) 10%	
Valor Máximo (KG/M ³)	957,53
Valor Médio (KG/M ³)	917,46
Valor Mínimo (KG/M ³)	864,41
Coef. Variação (%)	3,16
Desvio Padrão (KG/M ³)	28,97

Onde:

Comprimento = (Lado A + Lado B)/2 → Média do comprimento do CP (mm)

Largura = (Lado C + Lado D)/2 → Média da largura do CP (mm)

Espessura = (Ponto 1 + Ponto 2 + Ponto 3 + Ponto 4 + Ponto 5)/5 → Média da espessura do CP (mm)

Volume = Comprimento x Largura x Espessura (m³)

Chapa → Ch

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

m = massa do corpo de prova → (grs)

V = $(((LA+LB)/2) \times ((LC+LD)/2) \times ((P1 + P2 + P3 + P4 + P5)/5)) \rightarrow (\text{mm}^3)$

PAINÉIS DISSERTAÇÃO MESTRADO - DENSIDADE														
COMPOSIÇÃO: 80% (B) BAMBU - 20%(A) AMENDOIM														
CORPOS DE		LADO A	LADO B	LADO C	LADO D	PONTO 1	PONTO 2	PONTO 3	PONTO 4	PONTO 5	MASSA	VOLUME DENSIDADE		
PAINEL	POSIÇÃO	PROVA	(MM)	(MM)	(MM)	(MM)	(MM)	(MM)	(MM)	(MM)	(GRS)	(MM ³)	(KG/M ³)	
Ch 1	P 5	CP1	50,51	50,19	50,34	50,43	12,84	12,77	12,91	12,76	12,87	30,28	32548,23	930,31
	P 8	CP2	50,35	50,26	50,32	50,28	12,64	12,57	12,69	12,72	12,67	29,53	32029,06	921,98
Ch 2	P 5	CP3	50,39	50,24	50,23	50,37	12,64	12,86	12,97	12,89	13,02	28,20	32587,15	865,37
	P 8	CP4	50,54	50,24	50,43	50,66	12,87	12,82	12,76	12,82	13,03	30,97	32753,94	945,54
Ch 3	P 5	CP5	50,48	50,24	50,35	50,27	12,68	12,57	12,62	12,73	12,81	30,78	32131,26	957,95
	P 8	CP6	50,47	50,33	50,48	50,29	12,87	12,92	13,25	13,08	12,89	29,74	33017,33	900,74
Ch 4	P 5	CP7	50,42	50,39	50,38	50,43	12,72	12,73	12,93	12,62	12,81	29,29	32423,95	903,34
	P 8	CP8	50,56	50,24	50,31	50,46	12,69	12,77	12,69	12,82	12,98	30,47	32478,98	938,15
Ch 5	P 5	CP9	50,48	50,38	50,33	50,41	12,74	13,27	12,74	13,05	13,09	29,31	32966,18	889,09
	P 8	CP10	50,36	50,39	50,42	50,27	12,79	12,65	12,91	12,89	12,73	30,50	32447,24	939,99

Onde:

Comprimento = (Lado A + Lado B)/2 → Média do comprimento do CP (mm)

Largura = (Lado C + Lado D)/2 → Média da largura do CP (mm)

Espessura = (Ponto 1 + Ponto 2 + Ponto 3 + Ponto 4 + Ponto 5)/5 → Média da espessura do CP (mm)

Volume = Comprimento x Largura x Espessura (m³)

Chapa → Ch

Densidade → $\rho = m/V \rightarrow \rho = (m/V) \times 1000000 \rightarrow (kg/m^3)$

m = massa do corpo de prova → (grs)

$V = [(L_A + L_B)/2] \times [(L_C + L_D)/2] \times [(P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5)/5] \rightarrow (mm^3)$

RESULTADOS BAMBU (B) 80% E AMENDOIM (A) 20%	
Valor Máximo (KG/M ³)	957,95
Valor Médio (KG/M ³)	919,24
Valor Mínimo (KG/M ³)	865,37
Coef. Variação (%)	3,14
Desvio Padrão (KG/M ³)	28,89

PAINÉIS DISSERTAÇÃO MESTRADO - DENSIDADE													
COMPOSIÇÃO: 90% (B) BAMBU - 10% (A) AMENDOIM													
PAINEL	POSIÇÃO	CORPOS DE LADO											
		LADO A	LADO B	LADO C	LADO D	PONTO 1	PONTO 2	PONTO 3	PONTO 4	PONTO 5	MASSA	VOLUME	DENSIDADE
	PROVA	(MM)	(MM)	(MM)	(MM)	(MM)	(MM)	(MM)	(MM)	(MM)	(GRS)	(MM ³)	(KG/M ³)
Ch 1	P 5	50,19	50,46	50,17	50,32	12,74	12,75	12,91	12,72	12,68	29,47	32264,68	913,38
	P 8	50,23	50,31	50,43	50,29	12,77	12,68	12,57	12,81	12,73	30,24	32181,66	939,67
Ch 2	P 5	50,08	50,17	50,25	50,15	12,63	12,57	12,68	12,78	12,89	30,86	31981,86	964,92
	P 8	50,18	50,37	50,26	50,37	13,02	12,82	12,57	12,78	12,82	30,24	32383,77	933,80
Ch 3	P 5	50,36	50,72	50,64	50,42	12,82	12,65	12,47	12,84	12,92	30,02	32535,24	922,69
	P 8	50,67	50,78	50,81	50,36	12,79	12,89	13,23	13,31	13,18	29,75	33562,29	886,41
Ch 4	P 5	50,29	50,47	50,28	50,41	12,73	12,84	12,93	12,62	12,81	30,07	32430,17	927,22
	P 8	50,42	50,21	50,33	50,42	12,75	12,83	12,87	12,91	12,97	29,97	32610,40	919,03
Ch 5	P 5	50,17	50,43	50,27	50,34	12,57	12,98	12,87	13,05	13,09	29,5	32671,77	902,92
	P 8	50,34	50,48	50,28	50,57	13,01	12,89	13,07	13,01	12,97	30,44	33019,60	921,88

Onde:

Comprimento = $(\text{Lado A} + \text{Lado B})/2 \rightarrow$ Média do comprimento do CP (mm)

Largura = $(\text{Lado C} + \text{Lado D})/2 \rightarrow$ Média da largura do CP (mm)

Espessura = $(\text{Ponto 1} + \text{Ponto 2} + \text{Ponto 3} + \text{Ponto 4} + \text{Ponto 5})/5 \rightarrow$ Média da espessura do CP (mm)

Volume = Comprimento x Largura x Espessura (m³)

Chapa \rightarrow Ch

Densidade $\rightarrow \rho = m/V \rightarrow \rho = (m/V) \times 1000000 \rightarrow (kg/m^3)$

m = massa do corpo de prova \rightarrow (grs)

$V = [((LA+LB)/2) \times ((LC+LD)/2) \times ((P1 + P2 + P3 + P4 + P5)/5)] \rightarrow (mm^3)$

RESULTADOS BAMBU (B) 90% E AMENDOIM (A) 10%	
Valor Máximo (KG/M ³)	964,92
Valor Médio (KG/M ³)	923,19
Valor Mínimo (KG/M ³)	886,41
Coef. Variação (%)	2,29
Desvio Padrão (KG/M ³)	21,14

PAINÉIS DISSERTAÇÃO MESTRADO - DENSIDADE															
COMPOSIÇÃO: 100% (B) BAMBU															
PAINEL	POSICÃO	CORPOS DE					PONTOS					MASSA	VOLUME	DENSIDADE	
		LADO A	LADO B	LADO C	LADO D	PONTO 1	PONTO 2	PONTO 3	PONTO 4	PONTO 5	(GRS)				(MM ³)
	PROVA	(MM)	(MM)	(MM)	(MM)	(MM)	(MM)	(MM)	(MM)	(MM)	(MM)	(MM)	(GRS)	(MM ³)	(KG/M ³)
Ch 1	P 5	50,08	50,11	50,21	50,23	12,60	12,44	12,54	12,54	12,54	12,58	28,35	31547,77	898,64	
	P 8	50,25	50,07	50,29	50,33	12,49	12,73	12,76	12,71	12,74	27,55	32013,75	860,57		
Ch 2	P 5	50,17	50,12	50,39	50,38	12,06	12,30	12,42	12,13	12,30	29,03	30930,10	938,57		
	P 8	50,42	50,42	49,65	49,86	12,35	12,37	12,20	12,36	12,37	27,70	30931,62	895,52		
Ch 3	P 5	50,15	50,28	50,37	50,24	12,23	12,30	12,20	12,10	12,28	29,51	30873,57	955,83		
	P 8	50,29	50,37	50,59	50,08	12,45	12,32	12,33	12,28	12,37	27,70	31287,00	885,35		
Ch 4	P 5	50,39	50,36	50,18	50,16	12,38	12,34	12,50	12,59	12,51	28,72	31500,44	911,73		
	P 8	50,33	50,36	49,62	49,88	12,40	12,54	12,53	12,45	12,49	29,59	31263,21	946,48		
Ch 5	P 5	50,37	50,32	50,23	50,24	12,19	12,09	12,42	12,53	12,41	28,82	31178,51	924,35		
	P 8	50,12	50,14	50,43	50,48	12,04	12,19	12,42	12,21	12,36	27,00	30968,86	871,84		

Onde:

Comprimento = $(\text{Lado A} + \text{Lado B})/2 \rightarrow$ Média do comprimento do CP (mm)

Largura = $(\text{Lado C} + \text{Lado D})/2 \rightarrow$ Média da largura do CP (mm)

Espessura = $(\text{Ponto 1} + \text{Ponto 2} + \text{Ponto 3} + \text{Ponto 4} + \text{Ponto 5})/5 \rightarrow$ Média da espessura do CP (mm)

Volume = Comprimento x Largura x Espessura (m³)

Chapa \rightarrow Ch

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

m = massa do corpo de prova \rightarrow (grs)

$V = [((\text{LA} + \text{LB})/2) \times ((\text{LC} + \text{LD})/2) \times ((\text{P1} + \text{P2} + \text{P3} + \text{P4} + \text{P5})/5)] \rightarrow$ (mm³)

RESULTADOS BAMBU (B) 100%	
Valor Máximo (KG/M ³)	955,83
Valor Médio (KG/M ³)	908,89
Valor Mínimo (KG/M ³)	860,57
Coef. Variação (%)	3,53
Desvio Padrão (KG/M ³)	32,13

RESULTADOS FINAIS DAS AMOSTRAS - ENSAIO DE DENSIDADE				
Valores	70%(B) e 30%(A)	80%(B) e 20%(A)	90%(B) e 10%(A)	100%(B)
Valor Máximo (KG/M ³)	957,53	957,95	964,92	955,83
Valor Médio(KG/M ³)	917,46	919,24	923,19	908,89
Valor Mínimo (KG/M ³)	864,41	865,37	886,41	860,57
Coef. Variação (%)	3,16	3,14	2,29	3,53
Desvio Padrão (KG/M ³)	28,97	28,89	21,14	32,13

Onde:

Comprimento = (Lado A + Lado B)/2 → Média do comprimento do CP (mm)

Largura = (Lado C + Lado D)/2 → Média da largura do CP (mm)

Espessura = (Ponto 1 + Ponto 2 + Ponto 3 + Ponto 4 + Ponto 5)/5 → Média da espessura do CP (mm)

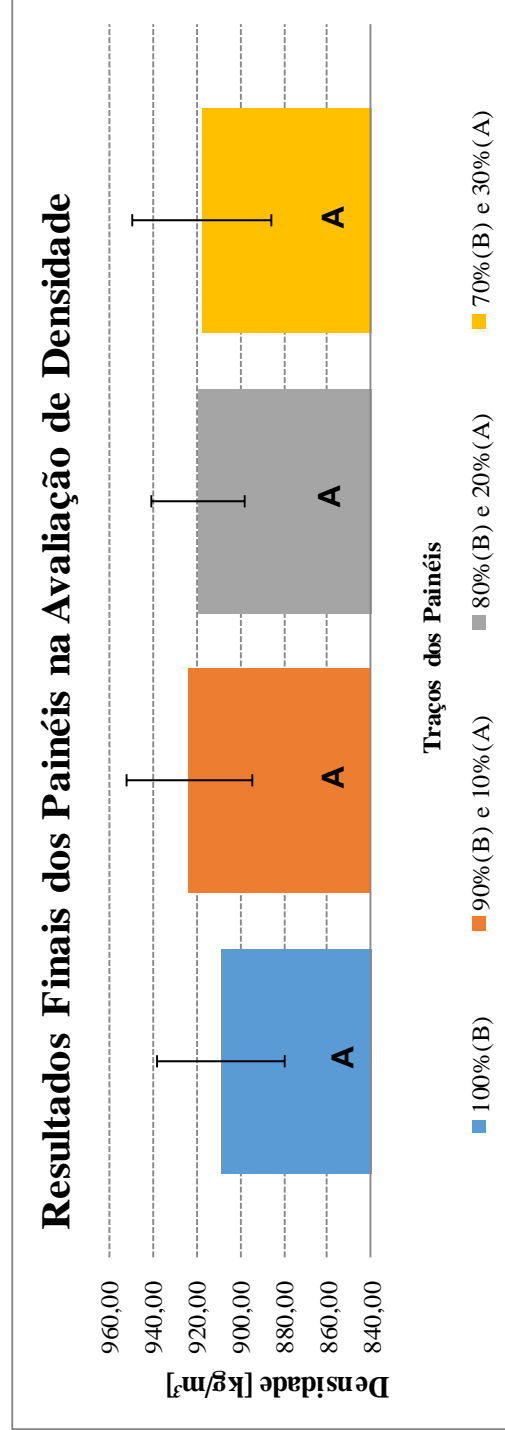
Volume = Comprimento x Largura x Espessura (m³)

Chapa → Ch

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

m = massa do corpo de prova → (grs)

$V = [(LA+LB)/2] \times [(LC+LD)/2] \times [(P1 + P2 + P3 + P4 + P5)/5] \rightarrow (\text{mm}^3)$



Anova: fator único

RESULTADOS FINAIS DAS AMOSTRAS - ENSAIO DE DENSIDADE			
70% (B) e 30% (A)	80% (B) e 20% (A)	90% (B) e 10% (A)	100% (B)
957,53	930,31	913,38	898,64
926,65	921,98	939,67	860,57
910,84	865,37	964,92	938,57
912,63	945,54	933,80	895,52
917,97	957,95	922,69	955,83
864,41	900,74	886,41	885,35
947,17	903,34	927,22	911,73
940,55	938,15	919,03	946,48
877,92	889,09	902,92	924,35
918,90	939,99	921,88	871,84

RESUMO

Grupo	Contagem	Soma	Média	Variância
70% (B) e 30% (A)	10	9174,58	917,46	839,17
80% (B) e 20% (A)	10	9192,45	919,24	834,79
90% (B) e 10% (A)	10	9231,93	923,19	446,76
100% (B)	10	9088,89	908,89	1032,23

ANOVA

Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre grupos	1092,275603	3	364,0918678	0,461906803	0,710623043	2,866265551
Dentro dos grupos	28376,51914	36	788,2366427			
Total	29468,79474	39				

Análise de Tukey para Densidade

One-way ANOVA: 70%(B) e 30%(A); 80%(B) e 20%(A); 90%(B) e 10%(A); 100%(B)

Source DF SS MS F P
 Factor 3 1092 364 0,46 0,711
 Error 36 28377 788
 Total 39 29469

S = 28,08 R-Sq = 3,71% R-Sq(adj) = 0,00%

Pooled StDev = 28,08

Grouping Information Using Tukey Method

N Mean Grouping
 90%(B) e 10%(A) 10 923,19 A
 80%(B) e 20%(A) 10 919,24 A
 70%(B) e 30%(A) 10 917,46 A
 100%(B) 10 908,89 A

Means that do not share a letter are significantly different.

Tukey 95% Simultaneous Confidence Intervals
 All Pairwise Comparisons

(B) → Bambu
 (A) → Amendoim

Individual 95% CIs For Mean Based on

Pooled StDev

Level	N	Mean	StDev
70%(B) e 30%(A)	10	917,46	28,97
80%(B) e 20%(A)	10	919,24	28,89
90%(B) e 10%(A)	10	923,19	21,14
100%(B)	10	908,89	32,13

-----*-----
 -----*-----
 -----*-----
 -----*-----

900 915 930 945

Traços	Grupos
(B) 100%	A
(B) 90% + (A) 10%	A
(B) 80% + (A) 20%	A
(B) 70% + (A) 30%	A

APÊNDICE B – Ensaios físicos: dados de teor de umidade

PAINÉIS DISSERTAÇÃO MESTRADO - UMIDADE						
COMPOSIÇÃO: 70% (B) BAMBU - 30%(A) AMENDOIM						
PAINEL	POSIÇÃO	CORPOS DE PROVA	M0 - (G)		M1 - (G)	
			ÚMIDA	SECA	SECA	SECA
					MASSA (G)	RESULTADO 24H (%)
Ch 1	P 3	CP1	28,02	25,79	0,09	8,65
	P 7	CP2	30,2	26,79	0,13	12,73
Ch 2	P 3	CP3	28,41	26,36	0,08	7,78
	P 7	CP4	29,28	26,31	0,11	11,29
Ch 3	P 3	CP5	28,4	25,78	0,10	10,16
	P 7	CP6	28,75	25,58	0,12	12,39
Ch 4	P 3	CP7	27,7	25,03	0,11	10,67
	P 7	CP8	31,1	28,37	0,10	9,62
Ch 5	P 3	CP9	30,33	27,88	0,09	8,79
	P 7	CP10	30,85	27,90	0,11	10,57

Onde:

Chapa → Ch

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

M0 = Massa úmida (inical) do CP antes de imersão (g)

M1 = Massa seca (final) do CP após imersão (g)

U = Umidade residual do CP em porcentagem (%).

RESULTADOS BAMBU (B) 70% E AMENDOIM (A) 30%	
Valor Máximo (%)	15,69
Valor Médio (%)	10,26
Valor Mínimo (%)	12,03
Coef. Variação (%)	15,68
Desvio Padrão (%)	1,61

PAINÉIS DISSERTAÇÃO MESTRADO - UMIDADE							
COMPOSIÇÃO: 80% (B) BAMBU - 20% (A) AMENDOIM							
PAINEL	POSICÃO	CORPOS DE PROVA		M0 - (G)		M1 - (G)	
		ÚMIDA	SECA	SECA	SECA	SECA	SECA
				SECA	SECA	SECA	SECA
Ch 1	P 3	CP1	28,8	25,76	0,12	11,80	
	P 7	CP2	28,6	26,06	0,10	9,74	
Ch 2	P 3	CP3	27,75	25,52	0,09	8,74	
	P 7	CP4	31,22	28,04	0,11	11,34	
Ch 3	P 3	CP5	28,68	26,36	0,09	8,80	
	P 7	CP6	29,22	26,32	0,11	11,02	
Ch 4	P 3	CP7	27,85	25,52	0,09	9,13	
	P 7	CP8	30,29	27,61	0,10	9,71	
Ch 5	P 3	CP9	28,89	26,54	0,09	8,85	
	P 7	CP10	29,6	27,14	0,09	9,06	

Onde:

Chapa → Ch

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

M0 = Massa úmida (inical) do CP antes de imersão (g)

M1 = Massa seca (final) do CP após imersão (g)

U = Umidade residual do CP em porcentagem (%).

RESULTADOS BAMBU (B) 80% E AMENDOIM (A) 20%	
Valor Máximo	11,8
Valor Médio	9,82
Valor Mínimo	8,74
Coef. Variação	11,71
Desvio Padrão	1,15

PAINÉIS DISSERTAÇÃO MESTRADO - UMIDADE							
COMPOSIÇÃO: 90%(B) BAMBU - 10%(A) AMENDOIM							
PAINEL	POSIÇÃO	CORPOS DE PROVA	M0 - (G)		M1 - (G)		RESULTADO 24H (%)
			ÚMIDA	SECA	SECA	SECA	
Ch 1	P 3	CP1	29,1	27,39	0,06	6,24	
	P 7	CP2	28,86	26,54	0,09	8,74	
Ch 2	P 3	CP3	26,25	24,15	0,09	8,70	
	P 7	CP4	30,18	27,58	0,09	9,43	
Ch 3	P 3	CP5	28,68	26,12	0,10	9,80	
	P 7	CP6	29,22	27,47	0,06	6,37	
Ch 4	P 3	CP7	29,85	27,01	0,11	10,51	
	P 7	CP8	30,22	27,90	0,08	8,32	
Ch 5	P 3	CP9	28,89	26,22	0,10	10,18	
	P 7	CP10	30,6	28,07	0,09	9,01	

Onde:

Chapa → Ch

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

M0 = Massa úmida (inicial) do CP antes de imersão (g)

M1 = Massa seca (final) do CP após imersão (g)

U = Umidade residual do CP em porcentagem (%).

RESULTADOS BAMBU (B) 90% E AMENDOIM (A) 10%	
Valor Máximo	10,51
Valor Médio	8,73
Valor Mínimo	6,24
Coef. Variação	16,61
Desvio Padrão	1,45

PAINÉIS DISSERTAÇÃO O MESTRADO - UMIDADE						
COMPOSIÇÃO: 100% (B) BAMBU						
PAINEL	POSICÃO	CORPOS DE PROVA	M0 - (G)		M1 - (G)	
			ÚMIDA	SECA	SECA	SECA
					MASSA (G)	RESULTADO 24H (%)
Ch 1	P 3	CP1	27,48	25,76	0,07	6,68
	P 7	CP2	27,77	25,95	0,07	7,01
Ch 2	P 3	CP3	29,72	27,85	0,07	6,71
	P 7	CP4	28,42	26,60	0,07	6,84
Ch 3	P 3	CP5	28,72	26,92	0,07	6,69
	P 7	CP6	29,01	27,20	0,07	6,65
Ch 4	P 3	CP7	27,78	26,11	0,06	6,40
	P 7	CP8	29,86	27,92	0,07	6,95
Ch 5	P 3	CP9	29,41	27,61	0,07	6,52
	P 7	CP10	28,86	27,10	0,06	6,49

Onde:

Chapa → Ch

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

M0 = Massa úmida (inical) do CP antes de imersão (g)

M1 = Massa seca (final) do CP após imersão (g)

U = Umidade residual do CP em porcentagem (%).

RESULTADOS BAMBU (B) 100%	
Valor Máximo	7,01
Valor Médio	6,69
Valor Mínimo	6,4
Coef. Variação	2,95
Desvio Padrão	0,20

RESULTADOS FINAIS DAS AMOSTRAS - ENSAIO DE UMIIDADE				
Valores	70% (B) e 30% (A)	80% (B) e 20% (A)	90% (B) e 10% (A)	100% (B)
Valor Máximo (%)	15,69	11,80	10,51	7,01
Valor Médio (%)	10,26	9,82	8,73	6,69
Valor Mínimo (%)	12,03	8,74	6,24	6,40
Coef. Variação (%)	15,68	11,71	16,61	2,95
Desvio Padrão (%)	1,61	1,15	1,45	0,20

Onde:

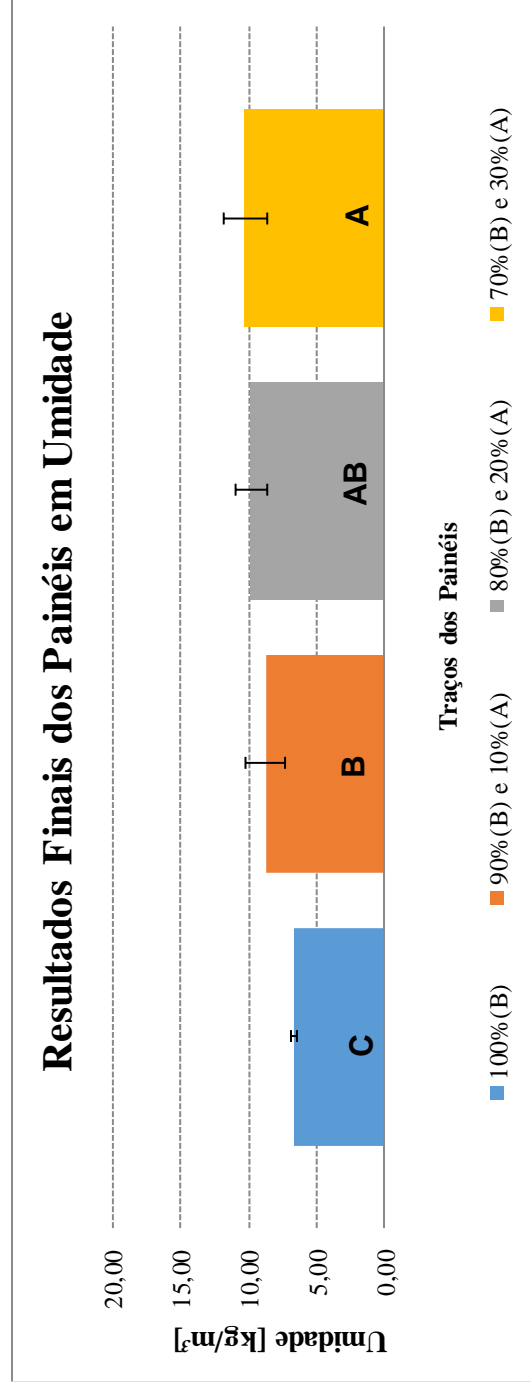
Chapa → Ch

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

M0 = Massa úmida (inical) do CP antes de imersão (g)

M1 = Massa seca (final) do CP após imersão (g)

U = Umidade residual do CP em porcentagem (%).



Anova: fator único

RESULTADOS FINAIS DAS AMOSTRAS - ENSAIO DE UMIDADE				
70% (B) e 30% (A)	80% (B) e 20% (A)	90% (B) e 10% (A)	100% (A)	100% (B)
8,65	11,80	6,24	6,68	
12,73	9,74	8,74	7,01	
7,78	8,74	8,70	6,71	
11,29	11,34	9,43	6,84	
10,16	8,80	9,80	6,69	
12,39	11,02	6,37	6,65	
10,67	9,13	10,51	6,40	
9,62	9,71	8,32	6,95	
8,79	8,85	10,18	6,52	
10,57	9,06	9,01	6,49	

RESUMO

Grupo	Contagem	Soma	Média	Variância
70% (B) e 30% (A)	10	102,6474002	10,26474002	2,590513861
80% (B) e 20% (A)	10	98,18707073	9,818707073	1,321892269
90% (B) e 10% (A)	10	87,30523897	8,730523897	2,103749975
100% (B)	10	66,94632668	6,694632668	0,038907838

ANOVA

Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre grupos	75,96816911	3	25,32272304	16,72829439	0,00000057	2,866265551
Dentro dos grupos	54,49557548	36	1,513765986			
Total	130,4637446	39				

		(B) →	Bambu
		(A) →	Amendoim
One-way ANOVA: 70%(B) e 30%(A); 80%(B) e 20%(A); 90%(B) e			
Source	DF	SS	MS
Factor	3	75,97	25,32
Error	36	54,50	1,51
Total	39	130,46	
S = 1,230 R-Sq = 58,23% R-Sq(adj) = 54,75%			
Pooled StDev = 1,230			
Grouping Information Using Tukey Method			
N	Mean	Grouping	
70%(B) e 30%(A)	10 10,265	A	
80%(B) e 20%(A)	10 9,819	A B	
90%(B) e 10%(A)	10 8,731	B	
100%(B)	10 6,695	C	
Means that do not share a letter are significantly different.			
Tukey 95% Simultaneous Confidence Intervals			
All Pairwise Comparisons			
Individual confidence level = 98,93%			
Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev			
Level	N	Mean	StDev
70%(B) e 30%(A)	10	10,265	1,610
80%(B) e 20%(A)	10	9,819	1,150
90%(B) e 10%(A)	10	8,731	1,450
100%(B)	10	6,695	0,197

6,0 7,5 9,0 10,5			

Traços		Grupos	
(B) 100%			C
(B) 90% + (A) 10%		B	
(B) 80% + (A) 20%	A	B	
(B) 70% + (A) 30%	A		

APÊNDICE C – Ensaios físicos: dados de absorção de água

PAINÉIS DISSERTAÇÃO MESTRADO - ABSORÇÃO DE ÁGUA 24H						
COMPOSIÇÃO: 70% (B) BAMBU - 30% (A) AMENDOIM						
PAINEL	POSIÇÃO	CORPOS DE PROVA	M0 - (G)	M1 - (G)	MASSA (G)	RESULTADO 24H (%)
Ch 1	P 4	CP1	29,84	31,47	0,05	5,46
	P 6	CP2	30,64	31,96	0,04	4,31
Ch 2	P 4	CP3	30,38	31,63	0,04	4,11
	P 6	CP4	29,89	32,85	0,10	9,90
Ch 3	P 4	CP5	30,32	32,76	0,08	8,05
	P 6	CP6	29,53	32,28	0,09	9,31
Ch 4	P 4	CP7	29,34	33,42	0,14	13,91
	P 6	CP8	31,21	32,33	0,04	3,59
Ch 5	P 4	CP9	28,65	32,37	0,13	12,98
	P 6	CP10	30,1	31,84	0,06	5,78

Onde:

Chapa → Ch

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

M0 = Massa do CP antes de imersão (g)

M1 = Massa do CP após imersão (g)

A = Absorção de água do CP em porcentagem (%) após 24 horas

RESULTADOS BAMBU (B) 70% E AMENDOIM (A) 30%	
Valor Máximo (%)	13,91
Valor Médio (%)	7,74
Valor Mínimo (%)	3,59
Coef. Variação (%)	47,94
Desvio Padrão (%)	3,71

PAINÉIS DISSERTAÇÃO MESTRADO - ABSORÇÃO DE ÁGUA 24H
COMPOSIÇÃO: 80% (B) BAMBU - 20% (A) AMENDOIM

PAINEL	POSIÇÃO	CORPOS DE PROVA			RESULTADO 24H (%)
		M0 - (G)	M1 - (G)	MASSA (G)	
Ch 1	P 4	30,28	32,87	0,09	8,55
	P 6	29,53	32,54	0,10	10,19
Ch 2	P 4	28,2	30,35	0,08	7,62
	P 6	30,97	32,53	0,05	5,04
Ch 3	P 4	30,78	33,78	0,10	9,75
	P 6	29,12	32,86	0,13	12,84
Ch 4	P 4	29,29	31,26	0,07	6,73
	P 6	30,47	31,99	0,05	4,99
Ch 5	P 4	29,31	31,26	0,07	6,65
	P 6	30,5	31,60	0,04	3,61

Onde:

Chapa → Ch

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

M0 = Massa do CP antes de imersão (g)

M1 = Massa do CP após imersão (g)

A = Absorção de água do CP em porcentagem (%) após 24 horas

RESULTADOS BAMBU (B) 80% E AMENDOIM (A) 20%

Valor Máximo (%)	12,84
Valor Médio (%)	7,60
Valor Mínimo (%)	3,61
Coef. Variação (%)	36,90
Desvio Padrão (%)	2,80

PAINÉIS DISSERTAÇÃO MESTRADO - ABSORÇÃO DE ÁGUA 24H
COMPOSIÇÃO: 90%(B) BAMBU - 10%(A) AMENDOIM

PAINEL	POSIÇÃO	CORPOS DE PROVA			RESULTADO 24H (%)
		M0 - (G)	M1 - (G)	MASSA (G)	
Ch 1	P 4	29,47	32,24	0,09	9,40
	P 6	30,24	32,95	0,09	8,96
Ch 2	P 4	30,86	31,98	0,04	3,63
	P 6	30,54	31,60	0,03	3,47
Ch 3	P 4	30,02	31,78	0,06	5,86
	P 6	29,75	31,72	0,07	6,62
Ch 4	P 4	30,07	33,52	0,11	11,47
	P 6	29,97	31,96	0,07	6,64
Ch 5	P 4	29,5	31,45	0,07	6,61
	P 6	30,44	32,30	0,06	6,11

Onde:

Chapa → Ch

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

M0 = Massa do CP antes de imersão (g)

M1 = Massa do CP após imersão (g)

A = Absorção de água do CP em porcentagem (%) após 24 horas

RESULTADOS BAMBU (B) 90% E AMENDOIM (A) 10%

Valor Máximo (%)	11,47
Valor Médio (%)	6,88
Valor Mínimo (%)	3,47
Coef. Variação (%)	36,20
Desvio Padrão (%)	2,49

PAINÉIS DISSERTAÇÃO MESTRADO - ABSORÇÃO DE ÁGUA 24H						
COMPOSIÇÃO: 100%(B) BAMBU						
PAINEL	POSIÇÃO	CORPOS DE PROVA			MASSA (G)	RESULTADO 24H (%)
		M0 - (G)	M1 - (G)			
Ch 1	P 4	28,17	31,16	0,11	10,61	
	P 6	28,23	31,15	0,10	10,34	
Ch 2	P 4	30,36	33,03	0,09	8,79	
	P 6	28,54	31,53	0,10	10,48	
Ch 3	P 4	30,03	32,84	0,09	9,36	
	P 6	29,58	32,38	0,09	9,47	
Ch 4	P 4	28,63	31,96	0,12	11,63	
	P 6	29,56	32,56	0,10	10,15	
Ch 5	P 4	29,98	32,99	0,10	10,04	
	P 6	28,37	31,33	0,10	10,43	

Onde:

Chapa → Ch

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

M0 = Massa do CP antes de imersão (g)

M1 = Massa do CP após imersão (g)

A = Absorção de água do CP em porcentagem (%) após 24 horas

RESULTADOS BAMBU (B) 100%	
Valor Máximo (%)	11,63
Valor Médio (%)	10,13
Valor Mínimo (%)	8,79
Coef. Variação (%)	7,77
Desvio Padrão (%)	0,79

RESULTADOS FINAIS DAS AMOSTRAS - ENSAIO DE ABSORÇÃO DE ÁGUA				
Valores	70% (B) e 30% (A)	80% (B) e 20% (A)	90% (B) e 10% (A)	100% (B)
Valor Máximo (%)	13,91	12,84	11,47	11,63
Valor Médio (%)	7,74	7,60	6,88	10,13
Valor Mínimo (%)	3,59	3,61	3,47	8,79
Coef. Variação (%)	47,94	36,90	36,20	7,77
Desvio Padrão (%)	3,71	2,80	2,49	0,79

Onde:

Chapa → Ch

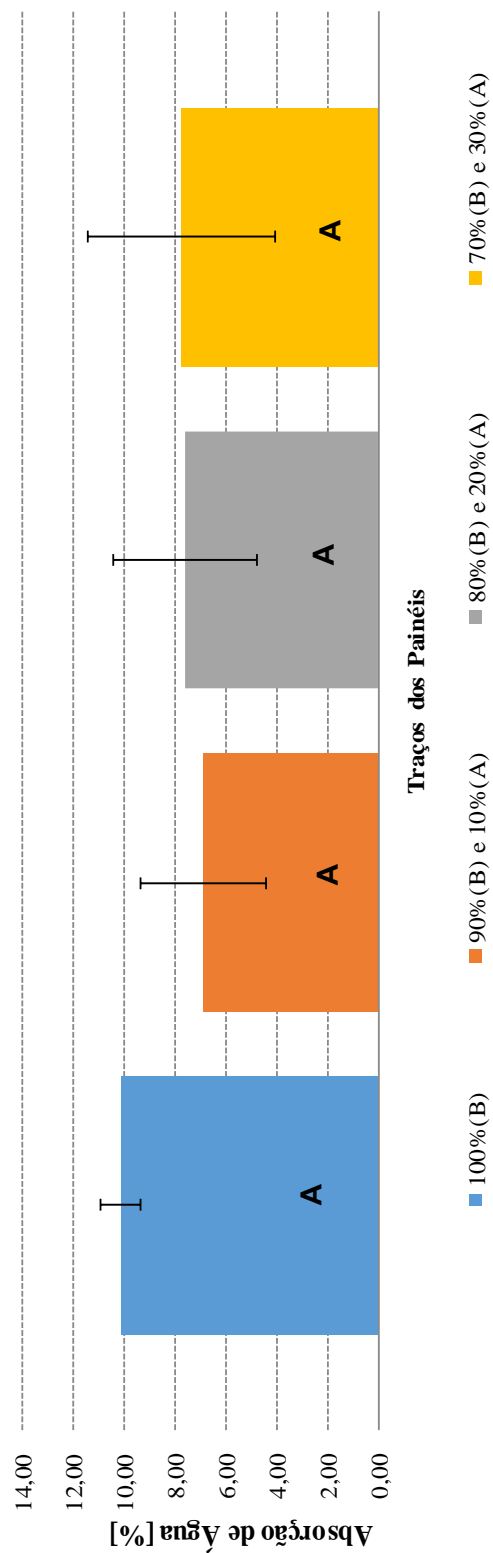
$A = [(M1 - M0) / M0] \times 100$

M0 = Massa do CP antes de imersão (g)

M1 = Massa do CP após imersão (g)

A = Absorção de água do CP em porcentagem (%) após 24 horas

Resultados Finais dos Painéis na Avaliação de Absorção de Água



Anova: fator único

RESULTADOS FINAIS DAS AMOSTRAS - ENSAIO PARA ABSORÇÃO DE ÁGUA			
70% (B) e 30% (A)	80% (B) e 20% (A)	90% (B) e 10% (A)	100% (B)
5,46	8,55	9,40	10,61
4,31	10,19	8,96	10,34
4,11	7,62	3,63	8,79
9,90	5,04	3,47	10,48
8,05	9,75	5,86	9,36
9,31	12,84	6,62	9,47
13,91	6,73	11,47	11,63
3,59	4,99	6,64	10,15
12,98	6,65	6,61	10,04
5,78	3,61	6,11	10,43

RESUMO

Grupo	Contagem	Soma	Média	Variância
70% (B) e 30% (A)	10	77,40769197	7,740769197	13,77213649
80% (B) e 20% (A)	10	75,97170129	7,597170129	7,859027666
90% (B) e 10% (A)	10	68,7795408	6,87795408	6,199084413
100% (B)	10	101,305479	10,1305479	0,619548866

ANOVA

Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre grupos	59,97688531	3	19,9922951	2,810887514	0,053142841	2,866265551
Dentro dos grupos	256,048177	36	7,11244936			
Total	316,0250623	39				

Análise de Tukey para Absorção de Água

One-way ANOVA: 70%(B) e 30%(A); 80%(B) e 20%(A); 90%(B) e 10%(A); 100%(B)

(B) → Bambu
(A) → Amendoim

Source DF SS MS F P
Factor 3 59,98 19,99 2,81 0,053
Error 36 256,05 7,11
Total 39 316,03

Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev

Level	N	Mean	StDev
70%(B) e 30%(A)	10	7,741	3,711
80%(B) e 20%(A)	10	7,597	2,803
90%(B) e 10%(A)	10	6,878	2,490
100%(B)	10	10,131	0,787

S = 2,667 R-Sq = 18,98% R-Sq(adj) = 12,23%

Pooled StDev = 2,667

6,0 8,0 10,0 12,0

Grouping Information Using Tukey Method

N Mean Grouping
100%(B) 10 10,131 A
70%(B) e 30%(A) 10 7,741 A B
80%(B) e 20%(A) 10 7,597 A B
90%(B) e 10%(A) 10 6,878 B

Means that do not share a letter are significantly different.

Tukey 95% Simultaneous Confidence Intervals
All Pairwise Comparisons

Individual confidence level = 98,93%

Traços	Grupos
(B) 100%	A
(B) 90% + (A) 10%	A
(B) 80% + (A) 20%	A
(B) 70% + (A) 30%	B

APÊNDICE D – Ensaio físicos: dados ensaio inchamento em espessura

PAINÉIS DISSERTAÇÃO MESTRADO - INCHAMENTO EM ESPESSURA 24 h COMPOSIÇÃO: 70% (B) BAMBU - 30% (A) AMENDOIM						
PAINEL	POSIÇÃO	CORPOS DE PROVA	E0 - (MM)	E1 - (MM)	ESPESSURA (MM)	RESULTADO 24H (%)
Ch 1	P 4	CP1	12,8	13,91	0,09	3,67
	P 6	CP2	12,68	12,86	0,01	1,42
Ch 2	P 4	CP3	12,75	12,92	0,01	1,33
	P 6	CP4	12,74	12,92	0,01	1,41
Ch 3	P 4	CP5	12,67	12,86	0,01	1,50
	P 6	CP6	12,67	12,99	0,03	2,53
Ch 4	P 4	CP7	12,83	13,24	0,03	3,20
	P 6	CP8	12,79	12,99	0,02	1,56
Ch 5	P 4	CP9	12,77	12,98	0,02	1,64
	P 6	CP10	12,83	13,08	0,02	1,95

Onde:

Chapa → Ch

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

E0 = Espessura em CP antes de imersão (mm)

E1 = Espessura em CP após imersão (mm)

I = Inchamento em espessura do CP em porcentagem (%) após 24 horas

RESULTADOS BAMBU (B) 70% E AMENDOIM (A) 30%	
Valor Máximo (%)	8,67
Valor Médio (%)	2,02
Valor Mínimo (%)	0,39
Coef. Variação (%)	41,02
Desvio Padrão (%)	0,83

PAINÉIS DISSERTAÇÃO MESTRADO - INCHAMENTO EM ESPESURA 24 h						
COMPOSIÇÃO: 80% (B) BAMBU - 20%(A) AMENDOIM						
PAINEL	POSIÇÃO	CORPOS DE PROVA	E0 - (MM)	E1 - (MM)	ESPESSURA (MM)	RESULTADO 24H (%)
Ch 1	P 4	CP1	12,52	13,23	0,06	5,67
	P 6	CP2	13	13,39	0,03	3,00
Ch 2	P 4	CP3	12,84	13,02	0,01	1,40
	P 6	CP4	12,74	12,81	0,01	0,55
Ch 3	P 4	CP5	12,93	13,25	0,02	2,47
	P 6	CP6	12,81	13,09	0,02	2,19
Ch 4	P 4	CP7	12,82	12,98	0,01	1,25
	P 6	CP8	12,76	12,79	0,00	0,24
Ch 5	P 4	CP9	12,97	13,02	0,00	0,39
	P 6	CP10	12,65	12,78	0,01	1,03

Onde:

Chapa → Ch

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

E0 = Espessura em CP antes de imersão (mm)

E1 = Espessura em CP após imersão (mm)

I = Inchamento em espessura do CP em porcentagem (%) após 24 horas

RESULTADOS BAMBU (B) 80% E AMENDOIM (A) 20%	
Valor Máximo	5,67
Valor Médio	1,82
Valor Mínimo	0,24
Coef. Variação (%)	90,01
Desvio Padrão	1,64

PAINÉIS DISSERTAÇÃO MESTRADO - INCHAMENTO EM ESPESSURA 24 h						
COMPOSIÇÃO: 90% (B) BAMBU - 10%(A) AMENDOIM						
PAINEL	POSICÃO	CORPOS DE PROVA	E0 - (MM)	E1 - (MM)	ESPESSURA (MM)	RESULTADO 24H (%)
Ch 1	P 4	CP1	12,76	13,23	0,04	3,68
	P 6	CP2	12,77	13,04	0,02	2,11
Ch 2	P 4	CP3	12,77	12,97	0,02	1,57
	P 6	CP4	12,73	12,78	0,00	0,39
Ch 3	P 4	CP5	12,68	12,81	0,01	1,03
	P 6	CP6	12,69	12,87	0,01	1,42
Ch 4	P 4	CP7	12,81	13,21	0,03	3,12
	P 6	CP8	12,74	12,82	0,01	0,63
Ch 5	P 4	CP9	12,72	12,89	0,01	1,34
	P 6	CP10	12,71	12,82	0,01	0,87

Onde:

Chapa → Ch

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

E0 = Espessura em CP antes de imersão (mm)

E1 = Espessura em CP após imersão (mm)

I = Inchamento em espessura do CP em porcentagem (%) após 24 horas

RESULTADOS BAMBU (B) 90% E AMENDOIM (A) 10%	
Valor Máximo	3,68
Valor Médio	1,62
Valor Mínimo	0,39
Coef. Variação (%)	66,22
Desvio Padrão	1,07

PAINÉIS DISSERTAÇÃO MESTRADO - INCHAMENTO EM ESPESSURA 24 h

COMPOSIÇÃO: 100% (B) BAMBU

PAINEL	POSICÃO	CORPOS DE PROVA	E0 - (MM)	E1 - (MM)	ESPESSURA (MM)	RESULTADO 24H (%)
Ch 1	P 4	CP1	12,40	13,06	0,05	5,32
	P 6	CP2	12,50	12,95	0,04	3,60
Ch 2	P 4	CP3	12,53	12,95	0,03	3,35
	P 6	CP4	12,43	12,86	0,03	3,46
Ch 3	P 4	CP5	12,52	12,93	0,03	3,27
	P 6	CP6	12,41	12,85	0,04	3,55
Ch 4	P 4	CP7	12,61	13,06	0,04	3,57
	P 6	CP8	12,56	13,01	0,04	3,58
Ch 5	P 4	CP9	12,56	13,03	0,04	3,74
	P 6	CP10	12,30	12,89	0,05	4,80

Onde:

Chapa → Ch

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

E0 = Espessura em CP antes de imersão (mm)

E1 = Espessura em CP após imersão (mm)

I = Inchamento em espessura do CP em porcentagem (%) após 24 horas

RESULTADOS BAMBU (B) 100%

Valor Máximo	5,32
Valor Médio	3,82
Valor Mínimo	3,27
Coef. Variação (%)	17,66
Desvio Padrão	0,68

RESULTADOS FINAIS DAS AMOSTRAS - ENSAIO DE INCHAMENTO EM ESPESURA				
Valores	70% (B) e 30% (A)	80% (B) e 20% (A)	90% (B) e 10% (A)	100% (B)
Valor Máximo (%)	8,67	5,67	3,68	5,32
Valor Médio (%)	2,02	1,82	1,62	3,82
Valor Mínimo (%)	0,39	0,24	0,39	3,27
Coef. De Variação (%)	41,02	90,01	66,22	17,66
Desvio Padrão (%)	0,83	1,64	1,07	0,68

Onde:

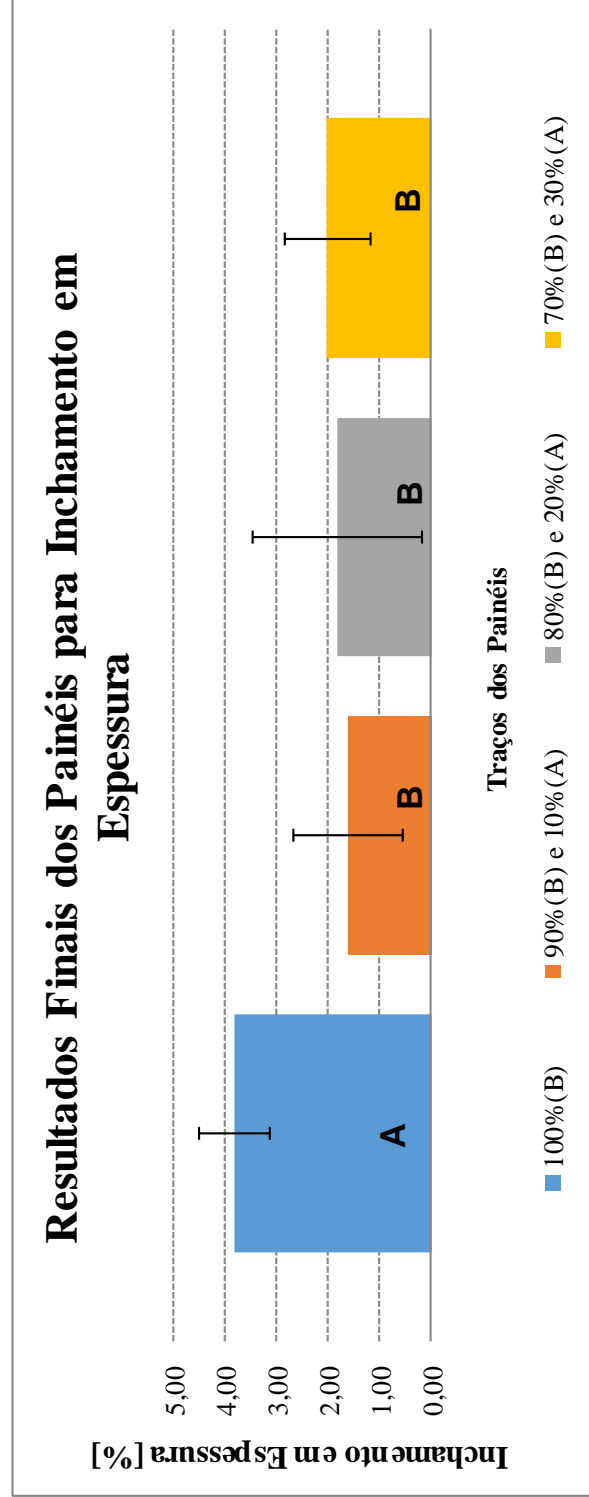
Chapa → Ch

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

E0 = Espessura em CP antes de imersão (mm)

E1 = Espessura em CP após imersão (mm)

I = Inchamento em espessura do CP em porcentagem (%) após 24 horas



Anova: fator único

RESULTADOS FINAIS DAS AMOSTRAS - ENSAIO PARA INCHAMENTO EM ESPESSURA

70%(B) e 30%(A)	80%(B) e 20%(A)	90%(B) e 10%(A)	100%(B)
3,76	5,67	3,68	5,32
1,42	3,00	2,11	3,60
1,33	1,40	1,57	3,35
0,63	0,55	0,39	3,46
1,50	2,47	1,03	3,27
2,53	2,19	1,42	3,55
3,20	1,25	3,12	3,57
1,56	0,24	0,63	3,58
0,86	0,39	1,34	3,74
0,39	1,03	0,87	4,80

RESUMO

Grupo	Contagem	Soma	Média	Variância
70%(B) e 30%(A)	10	17,17655408	1,717655408	1,222261134
80%(B) e 20%(A)	10	18,17923587	1,817923587	2,677593665
90%(B) e 10%(A)	10	16,15277828	1,615277828	1,14407029
100%(B)	10	38,24438171	3,824438171	0,456363549

ANOVA

Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre grupos	33,51655995	3	11,17218665	8,124800269	0,000292499	2,866265551
Dentro dos grupos	49,50259775	36	1,37507216			
Total	83,0191577	39				

Análise de Tukey para Inchamento em Espessura

One-way ANOVA: 70%(B) e 30%(A); 80%(B) e 20%(A); 90%(B) e 10%(A); 100%(B)

Source	DF	SS	MS	F	P
Factor	3	33,52	11,17	8,12	0,000
Error	36	49,50	1,38		
Total	39	83,02			

	(B)	→	Bambu
	(A)	→	Amendoim

S = 1,173 R-Sq = 40,37% R-Sq(adj) = 35,40%

Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev

Level	N	Mean	StDev
70%(B) e 30%(A)	10	1,718	1,106
80%(B) e 20%(A)	10	1,818	1,636
90%(B) e 10%(A)	10	1,615	1,070
100%(B)	10	3,824	0,676

Pooled StDev = 1,173

Grouping Information Using Tukey Method

N	Mean	Grouping
100%(B)	10 3,824	A
80%(B) e 20%(A)	10 1,818	B
70%(B) e 30%(A)	10 1,718	B
90%(B) e 10%(A)	10 1,615	B

Means that do not share a letter are significantly different.

Tukey 95% Simultaneous Confidence Intervals
All Pairwise Comparisons

Traços	Grupos
(B) 100%	A
(B) 90% + (A) 10%	B
(B) 80% + (A) 20%	B
(B) 70% + AP) 30%	B

APÊNDICE E – Ensaios mecânicos: dados de resistência a flexão e módulo de elasticidade (MOE/MOR)

PAINÉIS DISSERTAÇÃO MESTRADO - FLEXÃO E MÓDULO DE ELASTICIDADE						
COMPOSIÇÃO: 70% (B) BAMBU - 30% (A) AMENDOIM						
PAINEL	POSICÃO	CORPOS DE PROVA	B - LARGURA (MM)	E - ESPESSURA (MM)	MOE (Mpa)	MOR (Mpa)
Ch 1	P 2	CP1	50,1	12,86	3224,33	25,15
	P 9	CP2	50,31	12,8	2420,56	17,66
Ch 2	P 2	CP3	50,01	12,78		24,19
	P 9	CP4	50,53	12,99	2437,71	17,04
Ch 3	P 2	CP5	50,28	12,65	3194,20	22,88
	P 9	CP6	50,22	12,99	2290,84	17,09
Ch 4	P 2	CP7	50,18	12,82	3140,22	23,57
	P 9	CP8	50,24	12,75	2416,23	17,50
Ch 5	P 2	CP9	50,12	12,94	3378,19	26,71
	P 9	CP10	50,28	13,06	2708,30	20,11

Onde:

MOE = Módulo de Elasticidade em (Mpa)

P1 = Carga limite proporcional → lida no indicador de cargas (N)

D = Distância entre os pontos de apoio → (mm)

d = Deflexão correspondente a carga P1 → (mm)

B = Largura do corpo de provas → (mm)

E = Espessura média tomada em três pontos do corpo de provas → (mm)

MOR - RESULTADOS BAMBU (B) 70% E AMENDOIM (A) 30%	
Valor Máximo (Mpa)	3378,19
Valor Médio (Mpa)	2801,18
Valor Mínimo (Mpa)	2290,84
Coef. Variação (%)	15,33
Desvio Padrão (Mpa)	429,48

MOE - RESULTADOS BAMBU (B) 70% E AMENDOIM (A) 30%	
Valor Máximo (MPa)	26,71
Valor Médio (MPa)	21,19
Valor Mínimo (MPa)	17,04
Coef. Variação (%)	17,58
Desvio Padrão (MPa)	3,73

PAINÉIS DISSERTAÇÃO MESTRADO - FLEXÃO E MÓDULO DE ELASTICIDADE						
COMPOSIÇÃO: 80% (B) BAMBU - 20% (A) AMENDOIM						
PAINEL	POSIÇÃO	CORPOS B - LARGURA E - ESPESSURA			MOE (Mpa)	MOR (Mpa)
		DE PROVA	(MM)	(MM)		
Ch 1	P 2	CP1	12,40	50,28	3331,46	22,18
	P 9	CP2	12,79	50,32	2054,27	14,64
Ch 2	P 2	CP3	12,88	50,25	3243,75	23,48
	P 9	CP4	12,79	50,11	3002,14	21,46
Ch 3	P 2	CP5	12,81	50,25	3424,42	24,02
	P 9	CP6	12,99	50,22	2417,06	16,92
Ch 4	P 2	CP7	12,78	50,25	3535,50	26,87
	P 9	CP8	12,77	50,24	2379,13	17,87
Ch 5	P 2	CP9	12,65	50,26	3556,11	26,66
	P 9	CP10	12,74	50,22	2766,34	19,48

Onde:

MOE = Módulo de Elasticidade em (Mpa)

P1 = Carga limite proporcional → lida no indicador de cargas (N)

D = Distância entre os pontos de apoio → (mm)

d = Deflexão correspondente a carga P1 → (mm)

B = Largura do corpo de provas → (mm)

E = Espessura média tomada em três pontos do corpo de provas → (mm)

MOR - RESULTADOS BAMBU (B) 80% E AMENDOIM (A) 20%

Valor Máximo (Mpa)	3556,11
Valor Médio (Mpa)	2971,02
Valor Mínimo (Mpa)	2054,27
Coef. Variação (%)	18,13
Desvio Padrão (Mpa)	538,65

MOE - RESULTADOS BAMBU (B) 80% E AMENDOIM (A) 20%

Valor Máximo (MPa)	26,87
Valor Médio (MPa)	21,36
Valor Mínimo (MPa)	14,64
Coef. Variação (%)	19,20
Desvio Padrão (MPa)	4,10

PAINÉIS DISSERTAÇÃO MESTRADO - FLEXÃO E MÓDULO DE ELASTICIDADE						
COMPOSIÇÃO: 90% (B) BAMBU - 10% (A) AMENDOIM						
PAINEL	POSICÃO	CORPOS DE PROVA	B - LARGURA (MM)	E - ESPESSURA (MM)	MOE (Mpa)	MOR (Mpa)
Ch 1	P 2	CP1	12,76	50,23	3338,64	25,80
	P 9	CP2	12,75	50,23	3046,68	22,19
Ch 2	P 2	CP3	12,92	50,12	2742,79	19,74
	P 9	CP4	13,19	50,26	3318,44	24,49
Ch 3	P 2	CP5	12,72	50,27	3340,07	26,75
	P 9	CP6	12,99	50,22	2600,26	18,16
Ch 4	P 2	CP7	12,82	50,22	3424,90	24,93
	P 9	CP8	12,75	50,19	2831,87	19,78
Ch 5	P 2	CP9	12,76	50,22	3381,15	26,35
	P 9	CP10	12,65	50,27	2509,56	16,53

Onde:

MOE = Módulo de Elasticidade em (Mpa)

P1 = Carga limite proporcional → lida no indicador de cargas (N)

D = Distância entre os pontos de apoio → (mm)

d = Deflexão correspondente a carga P1 → (mm)

B = Largura do corpo de provas → (mm)

E = Espessura média tomada em três pontos do corpo de provas → (mm)

MOR - RESULTADOS BAMBU (B) 90% E AMENDOIM (A) 10%

Valor Máximo (Mpa)	3424,9
Valor Médio (Mpa)	3053,44
Valor Mínimo (Mpa)	2509,56
Coef. Variação (%)	11,58
Desvio Padrão (Mpa)	353,70

MOE - RESULTADOS BAMBU (B) 90% E AMENDOIM (A) 10%

Valor Máximo (MPa)	26,75
Valor Médio (MPa)	22,47
Valor Mínimo (MPa)	16,53
Coef. Variação (%)	16,47
Desvio Padrão (MPa)	3,70

CORPOS DE PROVA RESERVAS - FLEXÃO E MÓDULO DE ELASTICIDADE				
70% (B) BAMBU E 30% (A) AMENDOIM				
PAINEL	POSIÇÃO RESERVA	CORPO DE PROVA	LARGURA (MM)	ESPESSURA (MM)
Ch 1	P. R. 1	CP 1	50,18	12,8
Ch 2	P. R. 1	CP 2	50,26	12,68
Ch 3	P. R. 1	CP 3	50,23	12,67
Ch 4	P. R. 1	CP 4	50,18	12,82
Ch 5	P. R. 1	CP 5	50,12	13,02
80% (B) BAMBU E 20% (A) AMENDOIM				
Ch 1	P. R. 1	CP 1	49,85	12,88
Ch 2	P. R. 1	CP 2	50,19	12,95
Ch 3	P. R. 1	CP 3	49,93	12,75
Ch 4	P. R. 1	CP 4	50,24	12,78
Ch 5	P. R. 1	CP 5	50,1	12,65
90% (B) BAMBU E 10% (A) AMENDOIM				
Ch 1	P. R. 1	CP 1	50,04	12,79
Ch 2	P. R. 1	CP 2	50,25	12,95
Ch 3	P. R. 1	CP 3	49,96	12,76
Ch 4	P. R. 1	CP 4	50,23	12,8
Ch 5	P. R. 1	CP 5	50,11	12,76
100% (B) BAMBU				
Ch 1	P. R. 1	CP 1	60,62	12,95
Ch 2	P. R. 1	CP 2	49,88	12,53
Ch 3	P. R. 1	CP 3	50,22	12,67
Ch 4	P. R. 1	CP 4	49,94	13,03
Ch 5	P. R. 1	CP 5	50,17	12,74

Largura = Largura do corpo de prova expresso em (mm)

Espessura = Espessura do corpo de prova expresso em (mm)

P.R. 1 = Posição Reserva

Ch = Chapa

Cp = Corpo de Prova

RESULTADOS FINAIS DAS AMOSTRAS - ENSAIO DE FLEXÃO E MÓDULO DE ELASTICIDADE - MOE				
Valores	70% (B) e 30% (A)	80% (B) e 20% (A)	90% (B) e 10% (A)	100% (B)
Valor Máximo (Mpa)	3378,19	3556,11	3424,90	3889,67
Valor Médio (Mpa)	2801,18	2971,02	3053,44	3006,53
Valor Mínimo (Mpa)	2290,84	2054,27	2509,56	2079,06
Coef. De Variação (%)	15,33	18,13	11,58	129,37
Desvio Padrão (Mpa)	429,48	538,65	353,70	606,07

Onde:

MOE = Módulo de Elasticidade em (Mpa)

P1 = Carga limite proporcional → lida no indicador de cargas (N)

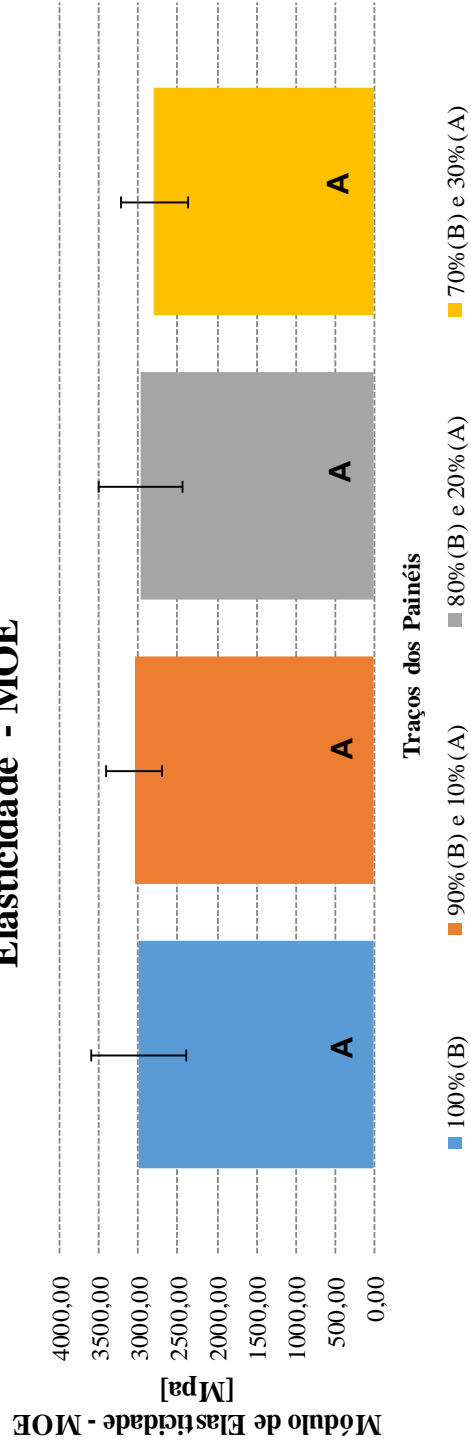
D = Distância entre os pontos de apoio → (mm)

d = Deflexão correspondente a carga P1 → (mm)

B = Largura do corpo de provas → (mm)

E = Espessura média tomada em três pontos do corpo de provas → (mm)

Resultados Finais dos Painéis para Ensaio de Flexão e Elasticidade - MOE



Anova: fator único

RESULTADOS FINAIS DAS AMOSTRAS - ENSAIO DE ELASTICIDADE - MOE				
70% (B) e 30% (A)	80% (B) e 20% (A)	90% (B) e 10% (A)	100% (B)	
3224,33	3331,46	3338,64	3330,86	
2420,56	2054,27	3046,68	2079,06	
	3243,75	2742,79		
2437,71	3002,14	3318,44	2718,97	
3194,20	3424,42	3340,07	3511,31	
2290,84	2417,06	2600,26	2671,57	
3140,22	3535,50	3424,90	3889,67	
2416,23	2379,13	2831,87	2561,44	
3378,19	3556,11	3381,15	3650,67	
2708,30	2766,34	2509,56	2645,19	

Anova: fator único

RESUMO

Grupo	Contagem	Soma	Média	Variância
70% (B) e 30% (A)	9	25210,58	2801,175556	184456,4303
80% (B) e 20% (A)	10	29710,18	2971,018	290148,5064
90% (B) e 10% (A)	10	30534,36	3053,436	125101,9027
100% (B)	9	27058,74	3006,526667	367325,832

ANOVA

Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre grupos	334996,0669	3	111665,3556	0,465756806	0,7080803	2,8826604
Dentro dos grupos	8151511,781	34	239750,3465			
Total	8486507,848	37				

Análise de Tukey para Módulo de Elasticidade

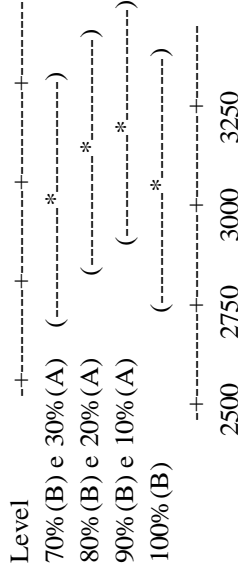
One-way ANOVA: 70% (B) e 30% (A); 80% (B) e 20% (A); 90% (B) e 10% (A); 100% (B)

Source	DF	SS	MS	F	P
Factor	3	334996	111665	0,47	0,708
Error	34	8151512	239750		
Total	37	8486508			

(B) → Bambu
(A) → Amendoim

S = 489,6 R-Sq = 3,95% R-Sq(adj) = 0,00%

Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev



Pooled StDev = 489,6

Grouping Information Using Tukey Method

Level	N	Mean	Grouping
90% (B) e 10% (A)	10	3053,4	A
100% (B)	9	3006,5	A
80% (B) e 20% (A)	10	2971,0	A
70% (B) e 30% (A)	9	2801,2	A

Traços	Grupos
(B) 100%	A
(B) 90% + (A) 10%	A
(B) 80% + (A) 20%	A
(B) 70% + (A) 30%	A

Means that do not share a letter are significantly different.

Tukey 95% Simultaneous Confidence Intervals
All Pairwise Comparisons

RESULTADOS FINAIS DAS AMOSTRAS - ENSAIO DE FLEXÃO E MÓDULO DE ELASTICIDADE - MOR				
Valores	70%(B) e 30%(A)	80%(B) e 20%(A)	90%(B) e 10%(A)	100%(B)
Valor Máximo (Mpa)	26,71	26,87	26,75	30,93
Valor Médio (Mpa)	21,19	21,36	22,47	23,05
Valor Mínimo (Mpa)	17,04	14,64	16,53	16,80
Coef. De Variação (%)	17,58	19,20	16,47	134,17
Desvio Padrão (Mpa)	3,73	4,10	3,70	5,00

Onde:

MOE = Módulo de Elasticidade em (Mpa)

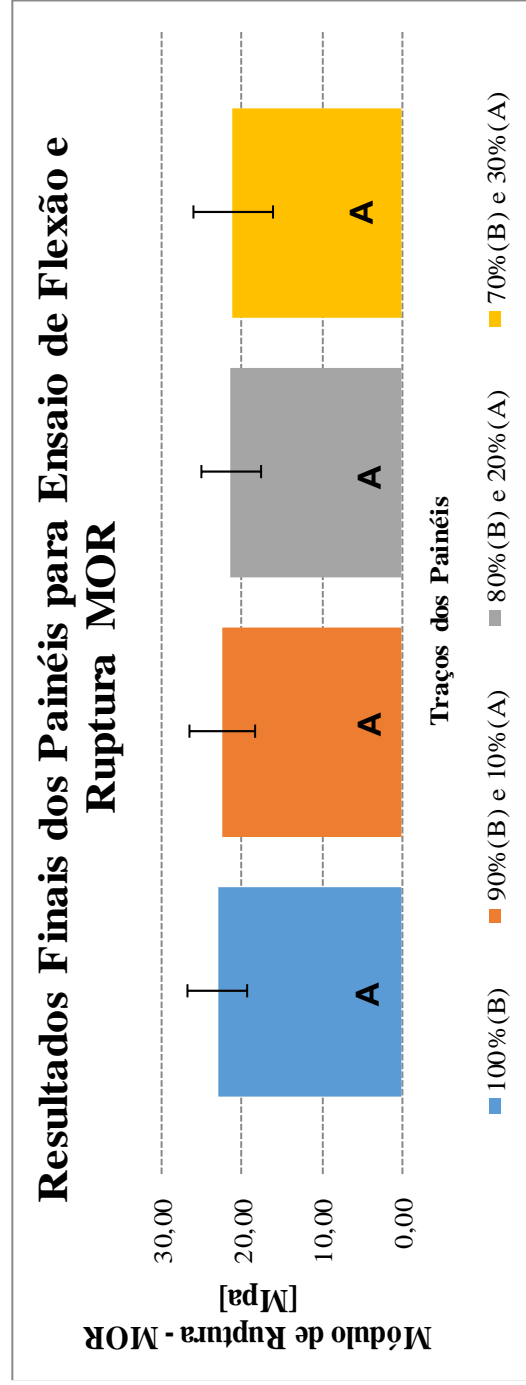
P1 = Carga limite proporcional → lida no indicador de cargas (N)

D = Distância entre os pontos de apoio → (mm)

d = Deflexão correspondente a carga P1 → (mm)

B = Largura do corpo de provas → (mm)

E = Espessura média tomada em três pontos do corpo de provas → (mm)



Anova: fator único

RESULTADOS FINAIS DAS AMOSTRAS - ENSAIO DE RUPTURA - MOR					
70% (B) e 30% (A)	80% (B) e 20% (A)	90% (B) e 10% (A)	100% (A)	100% (B)	
25,15	22,18	25,80	24,24		
17,66	14,64	22,19	16,80		
24,19	23,48	19,74	26,74		
17,04	21,46	24,49	20,26		
22,88	24,02	26,75	26,61		
17,09	16,92	18,16	19,17		
23,57	26,87	24,93	30,93		
17,50	17,87	19,78	18,78		
26,71	26,66	26,35	28,71		
20,11	19,48	16,53	18,29		

Anova: fator único

RESUMO	Grupo	Contagem	Soma	Média	Variância
70% (B) e 30% (A)	10	211,9	21,19	13,88315556	
80% (B) e 20% (A)	10	213,58	21,358	16,80988444	
90% (B) e 10% (A)	10	224,72	22,472	13,69119556	
100% (B)	10	230,53	23,053	24,95857889	

ANOVA

Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre grupos	23,9852475	3	7,9950825	0,461191693	0,7111115465	2,866265551
Dentro dos grupos	624,08533	36	17,33570361			
Total	648,0705775	39				

Análise de Tukey para Módulo de Ruptura

One-way ANOVA: 70% (B) e 30% (A); 80% (B) e 20% (A); 90% (B) e 10% (A); 100% (B)

Source DF SS MS F P
 Factor 3 24,0 8,0 0,46 0,711
 Error 36 624,1 17,3
 Total 39 648,1

S = 4,164 R-Sq = 3,70% R-Sq(adj) = 0,00%

Pooled StDev = 4,164

Grouping Information Using Tukey Method

N	Mean	Grouping
100% (B)	10 23,053	A
90% (B) e 10% (A)	10 22,472	A
80% (B) e 20% (A)	10 21,358	A
70% (B) e 30% (A)	10 21,190	A

Means that do not share a letter are significantly different.

Tukey 95% Simultaneous Confidence Intervals
 All Pairwise Comparisons

Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev

Level	N	Mean	StDev
70% (B) e 30% (A)	10	21,190	3,726
80% (B) e 20% (A)	10	21,358	4,100
90% (B) e 10% (A)	10	22,472	3,700
100% (B)	10	23,053	4,996

20,0 22,0 24,0 26,0

Traços	Grupos
(B) 100%	A
(B) 90% + (A) 10%	A
(B) 80% + (A) 20%	A
(B) 70% + (A) 30%	A

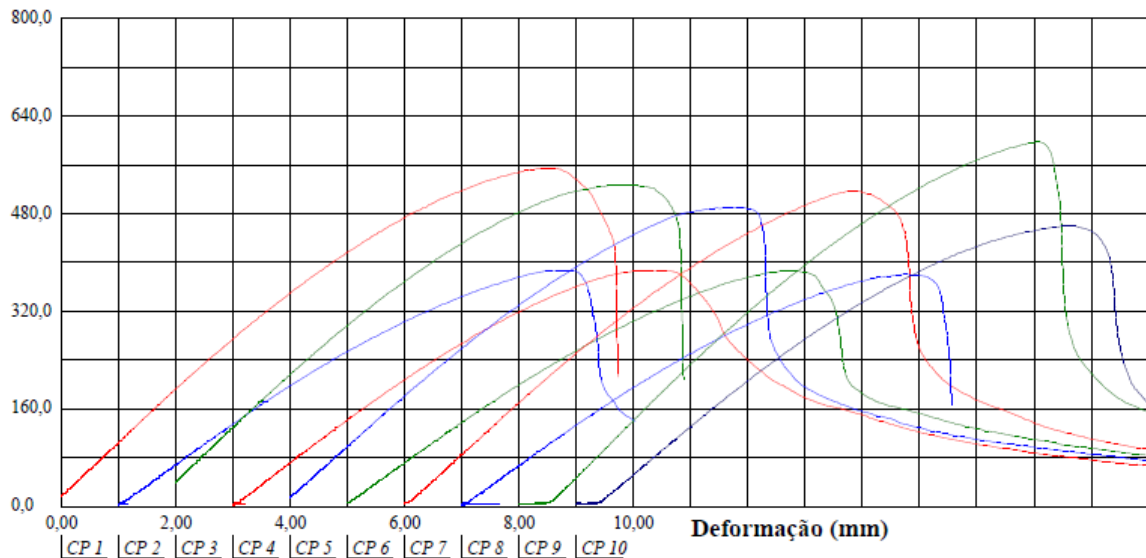
UNESP - Universidade Estadual Paulista
Faculdade de Engenharia de Bauru - Laboratório de Construção Civil

Relatório de Ensaio

Máquina: **Emic DL30000N** Célula: **Trd 26** Extensômetro: - Data: **16/07/2015** Hora: **08:49:22** Trabalho n° **2464**
Programa: **Tesc versão 1.13** Método de Ensaio: **Chapa Aglomerado Flexão estática B MOE NBR14810**
Ident. Amostra: >>> Material: **Bambu e Amendoim** Traço: **70% Bambu e 30% Arroz** Projeto Pesquisa: **Mestrado Silvia**

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	12,86	50,10	393,00	7	555,65	25,15	3224,33
CP 2	12,80	50,31	393,00	7	388,25	17,66	2420,56
CP 3	12,78	50,01	393,00	7	526,81	24,19	*
CP 4	12,99	50,53	393,00	7	387,55	17,04	2437,71
CP 5	12,65	50,28	393,00	7	490,94	22,88	3194,20
CP 6	12,99	50,22	393,00	7	386,14	17,09	2290,84
CP 7	12,82	50,18	393,00	7	518,37	23,57	3140,22
CP 8	12,75	50,24	393,00	7	381,22	17,50	2416,23
CP 9	12,94	50,12	393,00	7	597,85	26,71	3378,19
CP 10	13,06	50,28	393,00	7	460,00	20,11	2708,30
Número CPs	10	10	10	10	10	10	9
Média	12,86	50,23	393,0	7,000	469,3	21,19	2801
Desv. Padrão	0,1282	0,1420	0,0000	0,0000	80,40	3,725	429,5
Coef. Var. (%)	0,9963	0,2827	0,0000	0,0000	17,13	17,58	15,33
Mínimo	12,65	50,01	393,0	7,000	381,2	17,04	2291
Máximo	13,06	50,53	393,0	7,000	597,9	26,71	3378

Força (N)



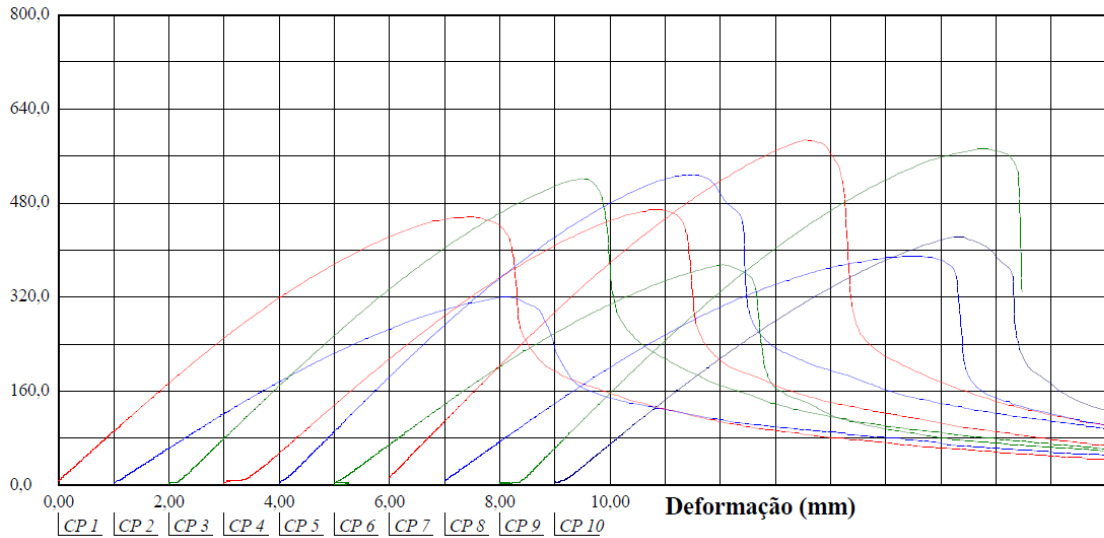
UNESP - Universidade Estadual Paulista
Faculdade de Engenharia de Bauru - Laboratório de Construção Civil

Relatório de Ensaio

Máquina: **Emic DL30000N** Célula: **Trd 26** Extensômetro: - Data: **16/07/2015** Hora: **09:24:31** Trabalho n° **2465**
 Programa: **Tesc versão 1.13** Método de Ensaio: **Chapa Aglomerado Flexão estática B MOE NBR14810**
 Ident. Amostra: > Material: **Bambu e Amendoim** Traço: **80% Bambu e 20% Amendoim** Projeto Pesquisa: **Mestrado Silvia**

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	12,40	50,28	420,60	7	457,18	22,18	3331,46
CP 2	12,79	50,32	420,60	7	321,43	14,64	2054,27
CP 3	12,88	50,25	420,60	7	521,89	23,48	3243,75
CP 4	12,79	50,11	420,60	7	469,14	21,46	3002,14
CP 5	12,81	50,25	420,60	7	528,22	24,02	3424,42
CP 6	12,88	50,18	420,60	7	375,59	16,92	2417,06
CP 7	12,78	50,25	420,60	7	588,01	26,87	3535,50
CP 8	12,77	50,24	420,60	7	390,36	17,87	2379,13
CP 9	12,65	50,26	420,60	7	571,83	26,66	3556,11
CP 10	12,74	50,22	420,60	7	423,42	19,48	2766,34
Número CPs	10	10	10	10	10	10	10
Média	12,75	50,24	420,6	7,000	464,7	21,36	2971
Desv.Padrão	0,1392	0,05719	0,0000	0,0000	88,04	4,099	538,7
Coef.Var.(%)	1,092	0,1138	0,0000	0,0000	18,95	19,19	18,13
Mínimo	12,40	50,11	420,6	7,000	321,4	14,64	2054
Máximo	12,88	50,32	420,6	7,000	588,0	26,87	3556

Força (N)



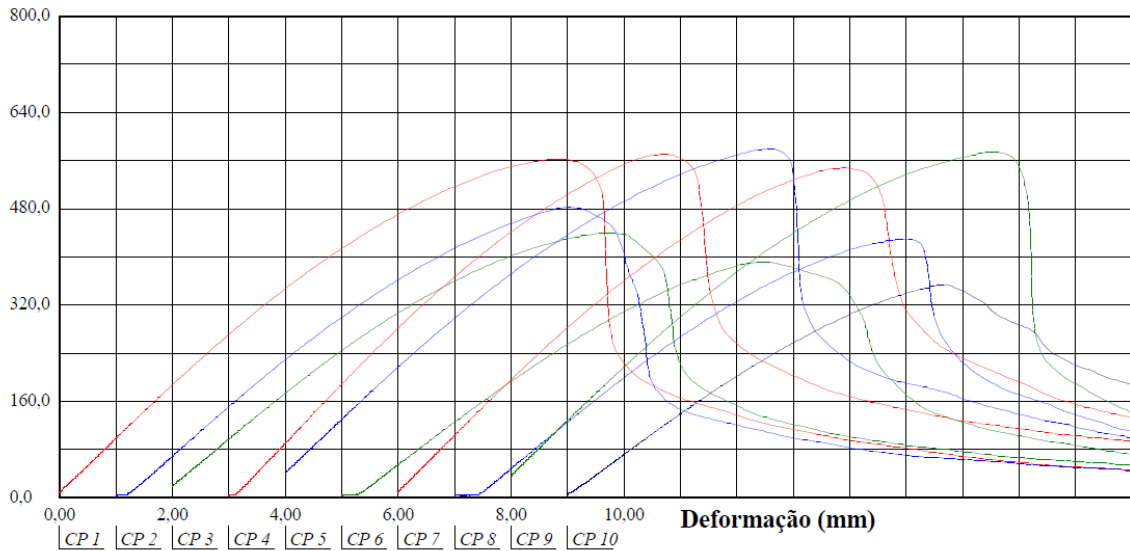
UNESP - Universidade Estadual Paulista
Faculdade de Engenharia de Bauru - Laboratório de Construção Civil

Relatório de Ensaio

Máquina: **Emic DL3000N** Célula: **Trd 26** Extensômetro: - Data: **16/07/2015** Hora: **10:04:16** Trabalho n° **2466**
 Programa: **Tesc versão 1.13** Método de Ensaio: **Chapa Aglomerado Flexão estática B MOE NBR14810**
 Ident. Amostra: > Material: **Bambu e Amendoim** Traço: **90% Bambu e 10% Amendoim** Projeto Pesquisa: **Mestrado Sílvia**

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	12,76	50,23	429,60	7	562,69	25,80	3338,64
CP 2	12,75	50,23	429,60	7	483,21	22,19	3046,68
CP 3	12,92	50,12	429,60	7	440,30	19,74	2742,79
CP 4	13,19	50,26	429,60	7	571,13	24,49	3318,44
CP 5	12,72	50,27	429,60	7	580,27	26,75	3340,07
CP 6	12,71	50,18	429,60	7	392,47	18,16	2600,26
CP 7	12,82	50,22	429,60	7	548,62	24,93	3424,90
CP 8	12,75	50,19	429,60	7	430,45	19,78	2831,87
CP 9	12,76	50,22	429,60	7	574,64	26,35	3381,15
CP 10	12,65	50,27	429,60	7	354,49	16,53	2509,56
Número CPs	10	10	10	10	10	10	10
Média	12,80	50,22	429,6	7,000	493,8	22,47	3053
Desv. Padrão	0,1535	0,04630	0,0000	0,0000	84,59	3,702	353,7
Coef. Var. (%)	1,199	0,09219	0,0000	0,0000	17,13	16,48	11,58
Mínimo	12,65	50,12	429,6	7,000	354,5	16,53	2510
Máximo	13,19	50,27	429,6	7,000	580,3	26,75	3425

Força (N)



APÊNDICE F – Ensaio mecânicos: dados de resistência a tração perpendicular

PAINÉIS DISSERTAÇÃO MESTRADO - TRAÇÃO PERPENDICULAR											
COMPOSIÇÃO: 70% (B) BAMBU - 30% (A) AMENDOIM											
PAINEL	POSIÇÃO	CORPOS DE PROVA									
		LADO A (MM)	LADO B (MM)	LADO C (MM)	LADO D (MM)	COMPRIMENTO (MM)	LARGURA (MM)	ÁREA (MM ²)	CARGA DE RUPTURA (N)	TRAÇÃO PERPENDICULAR (MPa)	
Ch 1	P 5	50,19	50,10	50,23	50,19	50,15	50,21	2517,78	3520,39	1,40	
	P 8	50,34	50,44	50,39	50,28	50,39	50,34	2536,38	4448,62	1,75	
Ch 2	P 5	50,40	50,44	50,51	50,42	50,42	50,47	2544,45	4313,71	1,70	
	P 8	50,79	50,49	50,57	50,63	50,64	50,60	2562,38	3936,37	1,54	
Ch 3	P 5	50,42	50,34	50,46	50,44	50,38	50,45	2541,67	2980,04	1,17	
	P 8	50,42	50,34	50,38	50,39	50,38	50,39	2538,40	4433,16	1,75	
Ch 4	P 5	50,40	50,39	50,43	50,41	50,40	50,42	2540,92	4249,06	1,67	
	P 8	50,34	50,31	50,41	50,39	50,33	50,40	2536,38	4197,77	1,66	
Ch 5	P 5	50,80	50,76	50,74	50,71	50,78	50,73	2575,82	3703,09	1,44	
	P 8	50,08	50,12	50,17	50,23	50,10	50,20	2515,02	3980,64	1,58	

Onde:

Comprimento = $(\text{Lado A} + \text{Lado B})/2 \rightarrow$ Média do comprimento do CP (mm)

Largura = $(\text{Lado C} + \text{Lado D})/2 \rightarrow$ Média da largura do CP (mm)

Área = Comprimento x Largura \rightarrow Área do CP espessura em (mm)

Tração Perpendicular (TP) \rightarrow É a resistência a tração perpendicular em (Mpa)

TP = P/S

P \rightarrow Carga de ruptura em Newtons.

S = Área da superfície do CP em (mm²)

RESULTADOS BAMBU (B) 70% E AMENDOIM (A) 30%	
Valor Máximo (MPa)	1,753
Valor Médio (MPa)	1,57
Valor Mínimo (MPa)	1,17
Coef. Variação (%)	11,75
Desvio Padrão (MPa)	0,18

PAINÉIS DISSERTAÇÃO MESTRADO - TRAÇÃO PERPENDICULAR													
COMPOSIÇÃO: 80% (B) BAMBU - 20% (A) AMENDOIM													
PAINEL	POSIÇÃO	CORPOS DE LADO										TRAÇÃO PERPENDICULAR (MPa)	
		A	B	C	D	COMPRIMENTO (MM)	LARGURA (MM)	ÁREA (MM ²)	CARGA DE RUPTURA (N)	DE	PERPENDICULAR		
PROVA	(MM)	(MM)	(MM)	(MM)	(MM)	(MM)	(MM)	(MM)	(MM)	(MM)	(MM ²)	(N)	(MPa)
Ch 1	P 5	CP1	50,51	50,19	50,34	50,43	50,35	50,39	50,39	2536,88	3918,81	1,54	
	P 8	CP2	50,35	50,26	50,32	50,28	50,31	50,30	50,30	2530,34	3722,76	1,47	
Ch 2	P 5	CP3	50,39	50,24	50,23	50,37	50,32	50,30	50,30	2530,84	3201,38	1,26	
	P 8	CP4	50,54	50,24	50,43	50,66	50,39	50,55	50,55	2546,96	3670,06	1,44	
Ch 3	P 5	CP5	50,48	50,24	50,35	50,27	50,36	50,31	50,31	2533,61	4529,43	1,79	
	P 8	CP6	50,47	50,33	50,48	50,29	50,40	50,39	50,39	2539,40	5620,68	2,21	
Ch 4	P 5	CP7	50,42	50,39	50,38	50,43	50,41	50,41	50,41	2540,66	3226,51	1,27	
	P 8	CP8	50,56	50,24	50,31	50,46	50,40	50,39	50,39	2539,40	3511,26	1,38	
Ch 5	P 5	CP9	50,48	50,38	50,33	50,41	50,43	50,37	50,37	2540,16	4307,39	1,70	
	P 8	CP10	50,36	50,39	50,42	50,27	50,38	50,35	50,35	2536,13	3441,69	1,36	

Onde:

Comprimento = (Lado A + Lado B)/2 → Média do comprimento do CP (mm)

Largura = (Lado C + Lado D)/2 → Média da largura do CP (mm)

Área = Comprimento x Largura → Área do CP espessura em (mm)

Tração Perpendicular (TP) → É a resistência a tração perpendicular em (Mpa)

TP = P/S

P → Carga de ruptura em Newtons.

S = Área da superfície do CP em (mm²)

RESULTADOS BAMBU (B) 80% E AMENDOIM (A) 20%	
Valor Máximo (MPa)	2,213
Valor Médio (MPa)	1,54
Valor Mínimo (MPa)	1,26
Coef. Variação (%)	18,84
Desvio Padrão (MPa)	0,29

PAINÉIS DISSERTAÇÃO MESTRADO - TRAÇÃO PERPENDICULAR														
COMPOSIÇÃO: 90% (B) BAMBU - 10%(A) AMENDOIM														
PAINEL	POSIÇÃO	CORPOS DE LADO A LADO B LADO C LADO D LADO E LADO F LADO G LADO H										TRAÇÃO PERPENDICULAR (MPa)		
		PROVA	(MM)	(MM)	(MM)	(MM)	(MM)	(MM)	(MM)	(MM)	(MM)		(MM)	ÁREA (MM ²)
Ch 1	P 5	CP1	50,19	50,46	50,17	50,32	50,33	50,33	50,25	50,25	50,25	2528,58	4056,53	1,60
	P 8	CP2	50,23	50,31	50,43	50,29	50,27	50,27	50,36	50,36	50,36	2531,60	4307,39	1,70
Ch 2	P 5	CP3	50,08	50,17	50,25	50,15	50,13	50,13	50,20	50,20	50,20	2516,28	4934,89	1,96
	P 8	CP4	50,18	50,37	50,26	50,37	50,28	50,28	50,32	50,32	50,32	2529,59	4003,13	1,58
Ch 3	P 5	CP5	50,36	50,72	50,64	50,42	50,54	50,54	50,53	50,53	2553,79	2932,25	1,15	
	P 8	CP6	50,67	50,78	50,81	50,36	50,73	50,73	50,59	50,59	2565,92	4008,05	1,56	
Ch 4	P 5	CP7	50,29	50,47	50,28	50,41	50,38	50,38	50,35	50,35	2536,38	2677,18	1,06	
	P 8	CP8	50,42	50,21	50,33	50,42	50,32	50,32	50,38	50,38	2534,62	3795,84	1,50	
Ch 5	P 5	CP9	50,17	50,43	50,27	50,34	50,30	50,30	50,31	50,31	2530,34	3429,04	1,36	
	P 8	CP10	50,34	50,48	50,28	50,57	50,41	50,41	50,43	50,43	2541,92	3734,00	1,47	

Onde:

Comprimento = $(\text{Lado A} + \text{Lado B})/2 \rightarrow$ Média do comprimento do CP (mm)

Largura = $(\text{Lado C} + \text{Lado D})/2 \rightarrow$ Média da largura do CP (mm)

Área = Comprimento x Largura \rightarrow Área do CP espessura em (mm)

Tração Perpendicular (TP) \rightarrow É a resistência a tração perpendicular em (Mpa)

TP = P/S

P \rightarrow Carga de ruptura em Newtons.

S = Área da superfície do CP em (mm²)

RESULTADOS BAMBU (B) 90% E AMENDOIM (A) 10%	
Valor Máximo (MPa)	1,961
Valor Médio (MPa)	1,49
Valor Mínimo (MPa)	1,055
Coef. Variação (%)	17,54
Desvio Padrão (MPa)	0,26

PAINÉIS DISSERTAÇÃO MESTRADO - TRAÇÃO PERPENDICULAR												
COMPOSIÇÃO: 100% (B)												
PAINEL	POSIÇÃO	CORPOS DE LADO										TRAÇÃO PERPENDICULAR (MPa)
		A	B	C	D	COMPRIMENTO (MM)	LARGURA (MM)	ÁREA (MM ²)	CARGA DE RUPTURA (N)	PERPENDICULAR (MPa)		
	PROVA	(MM)	(MM)	(MM)	(MM)	(MM)	(MM)	(MM)	(MM)	(MM)	(MM)	(MM)
Ch 1	P 5	CP1	50,08	50,11	50,21	50,23	50,10	50,22	2515,77	12457,69	4,95	
	P 8	CP2	50,25	50,07	50,29	50,33	50,16	50,31	2523,55	7609,95	3,02	
Ch 2	P 5	CP3	50,17	50,12	50,39	50,38	50,15	50,39	2526,56	13843,36	5,48	
	P 8	CP4	50,42	50,42	49,65	49,86	50,42	49,76	2508,65	11007,37	4,39	
Ch 3	P 5	CP5	50,15	50,28	50,37	50,24	50,22	50,31	2526,07	13946,66	5,52	
	P 8	CP6	50,29	50,37	50,59	50,08	50,33	50,34	2533,36	12003,06	4,74	
Ch 4	P 5	CP7	50,39	50,36	50,18	50,16	50,38	50,17	2527,31	12602,44	4,99	
	P 8	CP8	50,33	50,36	49,62	49,88	50,35	49,75	2504,66	11732,53	4,68	
Ch 5	P 5	CP9	50,37	50,32	50,23	50,24	50,35	50,24	2529,08	11987,60	4,74	
	P 8	CP10	50,12	50,14	50,43	50,48	50,13	50,46	2529,31	10555,55	4,17	

Onde:

Comprimento = $(\text{Lado A} + \text{Lado B})/2 \rightarrow$ Média do comprimento do CP (mm)

Largura = $(\text{Lado C} + \text{Lado D})/2 \rightarrow$ Média da largura do CP (mm)

Área = Comprimento x Largura \rightarrow Área do CP espessura em (mm)

Tração Perpendicular (TP) \rightarrow É a resistência a tração perpendicular em (Mpa)

TP = P/S

P \rightarrow Carga de ruptura em Newtons.

S = Área da superfície do CP em (mm²)

RESULTADOS BAMBU (B) 100%	
Valor Máximo (MPa)	5,52
Valor Médio (MPa)	4,67
Valor Mínimo (MPa)	3,016
Coef. Variação (%)	15,37
Desvio Padrão (MPa)	0,72

RESULTADOS FINAIS DAS AMOSTRAS - ENSAIO DE TRAÇÃO PERPENDICULAR				
Valores	70% (B) e 30% (A)	80% (B) e 20% (A)	90% (B) e 10% (A)	100% (B)
Valor Máximo (Mpa)	1,75	2,21	1,96	5,52
Valor Médio (Mpa)	1,57	1,54	1,49	4,67
Valor Mínimo (Mpa)	1,17	1,26	1,06	3,02
Coef. Variação (%)	11,75	18,84	17,54	15,37
Desvio Padrão (Mpa)	0,18	0,29	0,26	0,72

Onde:

Comprimento = (Lado A + Lado B)/2 → Média do comprimento do CP (mm)

Largura = (Lado C + Lado D)/2 → Média da largura do CP (mm)

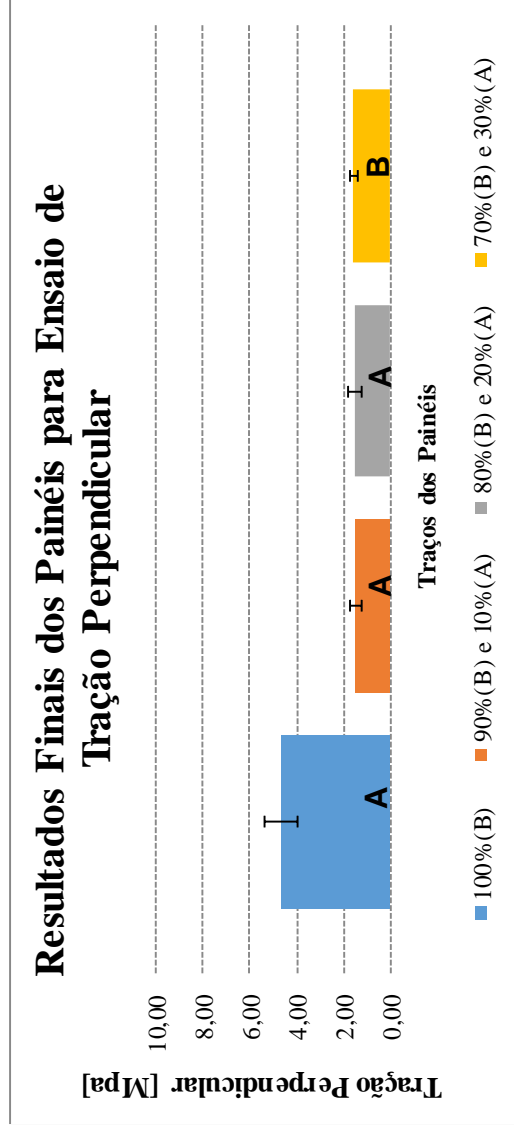
Área = Comprimento x Largura → Área do CP espessura em (mm)

Tração Perpendicular (TP) → É a resistência a tração perpendicular em (Mpa)

TP = P/S

P → Carga de ruptura em Newtons.

S = Área da superfície do CP em (mm²)



Anova: fator único

RESULTADOS FINAIS DAS AMOSTRAS - ENSAIO DE TRAÇÃO PERPENDICULAR			
70% (B) e 30% (A)	80% (B) e 20% (A)	90% (B) e 10% (A)	100% (B)
1,40	1,54	1,60	1,04
1,75	1,47	1,70	1,16
1,70	1,26	1,96	1,55
1,54	1,44	1,58	1,10
1,17	1,79	1,15	0,64
1,75	2,21	1,56	0,71
1,67	1,27	1,06	0,83
1,66	1,38	1,50	1,08
1,44	1,70	1,36	0,80
1,58	1,36	1,47	1,08

RESUMO

Grupo	Contagem	Soma	Média	Variância
70% (B) e 30% (A)	10	15,65027213	1,565027213	0,03383018
80% (B) e 20% (A)	10	15,42844269	1,542844269	0,084481803
90% (B) e 10% (A)	10	14,93690762	1,493690762	0,068632241
100% (B)	10	9,987519267	0,998751927	0,07063148

ANOVA

Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre grupos	2,174164166	3	0,724721389	11,25449922	2,35096E-05	2,866265551
Dentro dos grupos	2,318181331	36	0,064393926			
Total	4,492345497	39				

Análise de Tukey para Tração Perpendicular

One-way ANOVA: 70% (B) e 30% (A); 80% (B) e 20% (A); 90% (B) e 10% (A); 100% (B)

```
Source DF    SS    MS    F    P
Factor  3 2,1742  0,7247  11,25  0,000
Error  36 2,3182  0,0644
Total  39 4,4923
```

S = 0,2538 R-Sq = 48,40% R-Sq(adj) = 44,10%

Pooled StDev = 0,2538

```
Level    N    Mean    StDev    Individual 95% CIs For Mean Based on
                             Pooled StDev
70% (B) e 30% (A)  10  1,5650  0,1839  (-----*-----)
80% (B) e 20% (A)  10  1,5428  0,2907  (-----*-----)
90% (B) e 10% (A)  10  1,4937  0,2620  (-----*-----)
100% (B)          10  0,9988  0,2658  (-----*-----)
```

Grouping Information Using Tukey Method

```
   N    Mean Grouping
70% (B) e 30% (A)  10  1,5650  A
80% (B) e 20% (A)  10  1,5428  A
90% (B) e 10% (A)  10  1,4937  A
100% (B)          10  0,9988  B
```

Means that do not share a letter are significantly different.

Tukey 95% Simultaneous Confidence Intervals All Pairwise Comparisons

Traços	Grupos
(B) 100%	A
(B) 90% + (A) 10%	A
(B) 80% + (A) 20%	A
(B) 70% + AP 30%	B

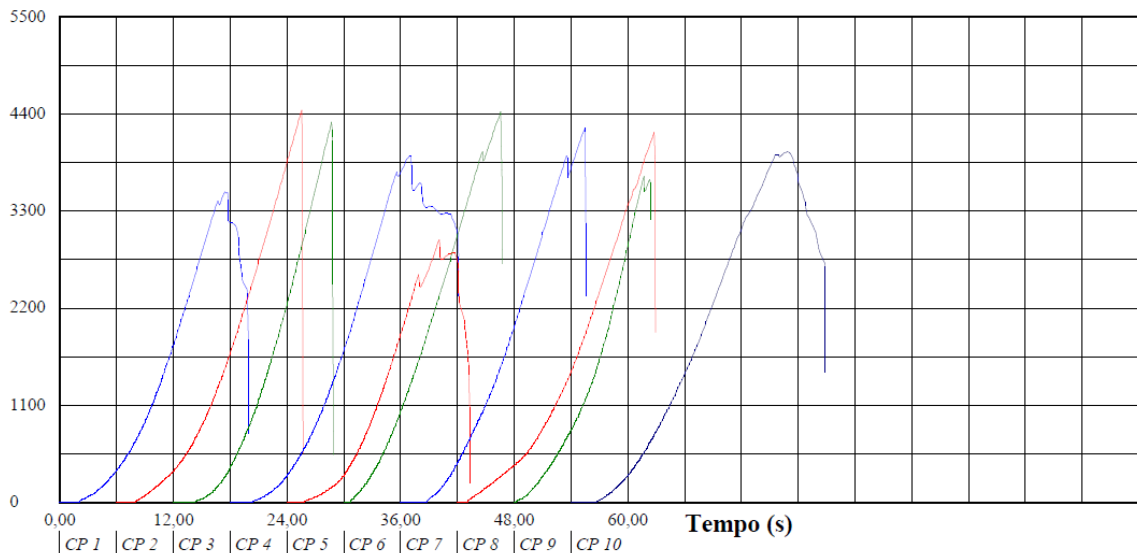
UNESP - Universidade Estadual Paulista
Faculdade de Engenharia de Bauru - Laboratório de Construção Civil

Relatório de Ensaio

Máquina: **Emic DL3000N** Célula: **Trd 26** Extensômetro: - Data: **08/09/2015** Hora: **10:14:19** Trabalho n° **2587**
 Programa: **Tesc versão 1.13** Método de Ensaio: **Chapa Aglomerado Tração Perpendicular NBR14810-3**
 Ident. Amostra: > Material: **Chapa Fibra de Bambú** Traço: **70% Bambú 30% Amendoim** Proj. Pesquisa: **Silvia/Ivaldo**

Corpo de Prova	L (mm)	C (mm)	S (mm ²)	P (N)	TP (MPa)
CP 1	50,10	50,19	2514,52	3520,39	1,40
CP 2	50,44	50,34	2539,15	4448,62	1,75
CP 3	50,44	50,40	2542,18	4313,71	1,70
CP 4	50,49	50,79	2564,39	3936,37	1,54
CP 5	50,34	50,42	2538,14	2980,04	1,17
CP 6	50,34	50,42	2538,14	4433,16	1,75
CP 7	50,39	50,40	2539,66	4249,06	1,67
CP 8	50,31	50,34	2532,61	4197,77	1,66
CP 9	50,76	50,80	2578,61	3703,09	1,44
CP 10	50,12	50,08	2510,01	3980,64	1,59
Número CPs	10	10	10	10	10
Média	50,37	50,42	2540	3976	1,566
Desv. Padrão	0,1878	0,2269	20,28	465,0	0,1837
Coef. Var. (%)	0,3728	0,4500	0,7984	11,69	11,73
Mínimo	50,10	50,08	2510	2980	1,174
Máximo	50,76	50,80	2579	4449	1,752

Força (N)



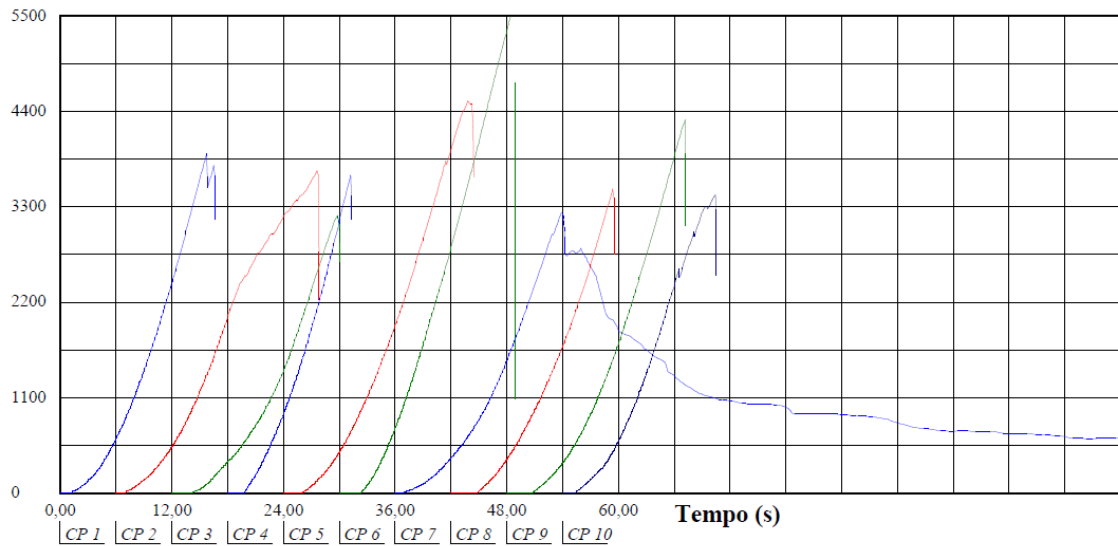
UNESP - Universidade Estadual Paulista
Faculdade de Engenharia de Bauru - Laboratório de Construção Civil

Relatório de Ensaio

Máquina: **Emic DL3000N** Célula: **Trd 26** Extensômetro: - Data: **08/09/2015** Hora: **09:58:58** Trabalho nº **2586**
 Programa: **Tesc versão 1.13** Método de Ensaio: **Chapa Aglomerado Tração Perpendicular NBR14810-3**
 Ident. Amostra: > Material: **Chapa Fibra de Bambú** Traço: **80% Bambu e 20% Amendoim** Proj. Pesquisa: **Silvia/Ivaldo**

Corpo de Prova	L (mm)	C (mm)	S (mm ²)	P (N)	TP (MPa)
CP 1	50,51	50,19	2535,10	3918,81	1,55
CP 2	50,15	50,26	2520,54	3722,76	1,48
CP 3	50,41	50,20	2530,58	3201,38	1,27
CP 4	50,50	50,14	2532,07	3670,06	1,45
CP 5	50,48	50,24	2536,12	4529,43	1,79
CP 6	50,37	50,33	2535,12	5620,68	2,22
CP 7	50,42	50,18	2530,08	3236,51	1,28
CP 8	50,56	50,24	2540,13	3511,26	1,38
CP 9	50,08	50,38	2523,03	4307,39	1,71
CP 10	50,36	50,12	2524,04	3441,69	1,36
Número CPs	10	10	10	10	10
Média	50,38	50,23	2531	3916	1,547
Desv. Padrão	0,1561	0,08080	6,376	737,4	0,2903
Coef. Var. (%)	0,3099	0,1609	0,2519	18,83	18,76
Mínimo	50,08	50,12	2521	3201	1,265
Máximo	50,56	50,38	2540	5621	2,217

Força (N)



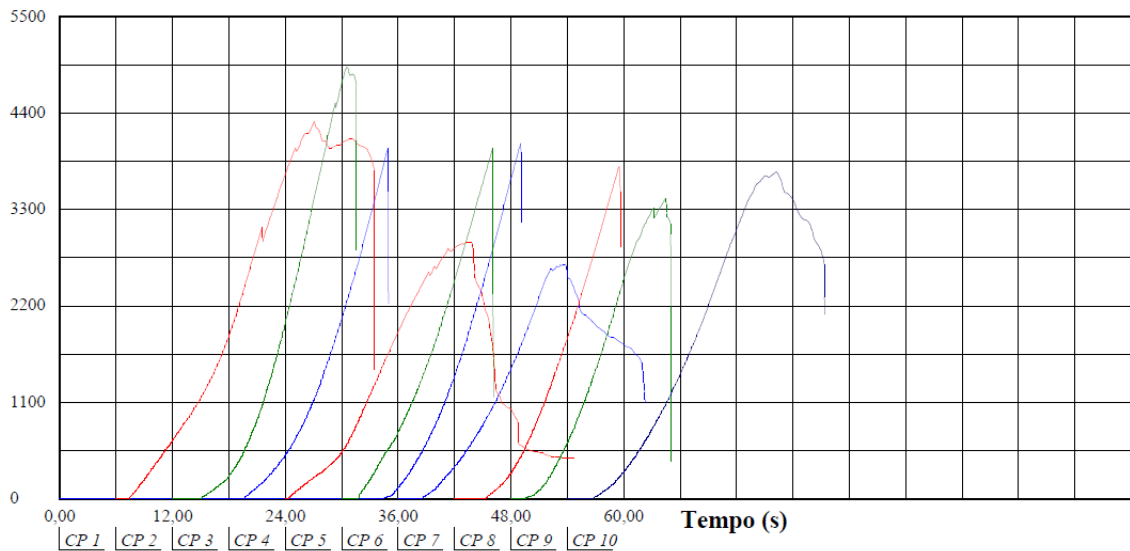
UNESP - Universidade Estadual Paulista
Faculdade de Engenharia de Bauru - Laboratório de Construção Civil

Relatório de Ensaio

Máquina: **Emic DL3000N** Célula: **Trd 26** Extensômetro: - Data: **08/09/2015** Hora: **10:31:01** Trabalho nº **2588**
 Programa: **Tesc versão 1.13** Método de Ensaio: **Chapa Aglomerado Tração Perpendicular NBR14810-3**
 Ident. Amostra: > Material: **Chapa Fibra de Bambú** Traço: **90% Bambu e 10% Amendoim** Proj. Pesquisa: **Silvia/Ivaldo**

Corpo de Prova	L (mm)	C (mm)	S (mm ²)	P (N)	TP (MPa)
CP 1	50,19	50,46	2532,59	4056,53	1,60
CP 2	50,23	50,31	2527,07	4307,39	1,70
CP 3	50,08	50,40	2524,03	4934,87	1,96
CP 4	50,18	50,37	2527,57	4003,13	1,58
CP 5	50,36	50,72	2554,26	2932,25	1,15
CP 6	50,49	50,46	2547,73	4008,05	1,57
CP 7	50,29	50,47	2538,14	2677,18	1,05
CP 8	50,42	50,21	2531,59	3795,84	1,50
CP 9	50,17	50,43	2530,07	3429,04	1,36
CP 10	50,34	50,48	2541,16	3734,00	1,47
Número CPs	10	10	10	10	10
Média	50,28	50,43	2535	3788	1,495
Desv. Padrão	0,1275	0,1322	9,770	654,0	0,2615
Coef. Var. (%)	0,2536	0,2621	0,3853	17,27	17,50
Mínimo	50,08	50,21	2524	2677	1,055
Máximo	50,49	50,72	2554	4935	1,955

Força (N)



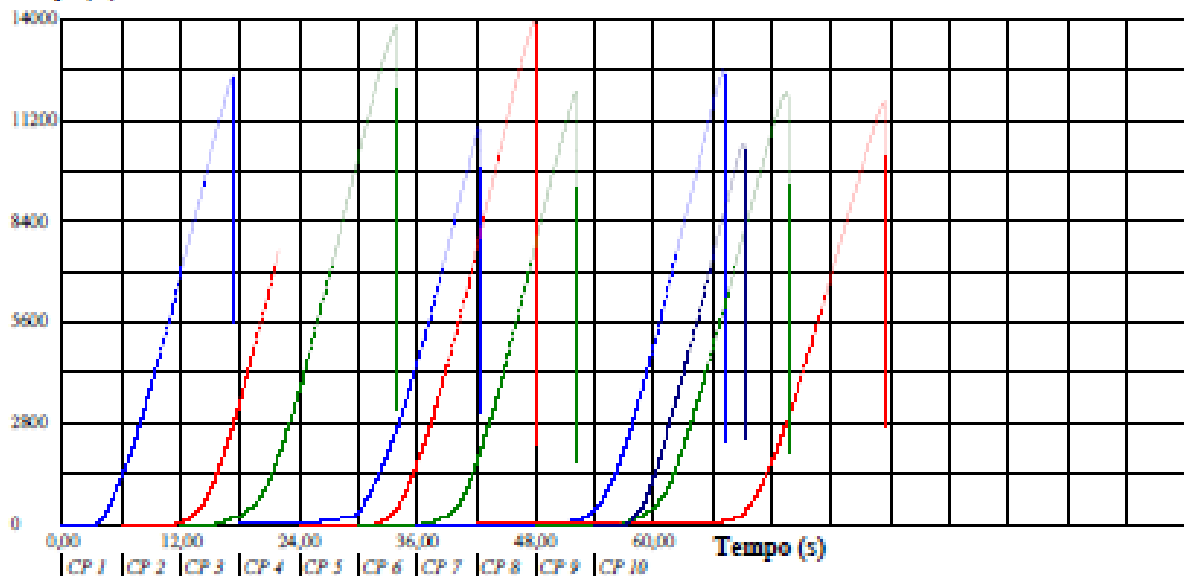
UNESP - Universidade Estadual Paulista
Faculdade de Engenharia de Bauru - Laboratório de Construção Civil

Relatório de Ensaio

Máquina: Emic DL30000N Célula: Trd 26 Extensômetro: - Data: 17/11/2015 Hora: 15:36:22 Trabalho nº **2667**
Programa: Test versão 1.13 Método de Ensaio: Chapa Aglomerado Tração Perpendicular NBR14810-3
Ident. Amostra: Material: Chapa Aglomerado 100 B Traço: Proj. Pesquisa: L.D.Ivaldo

Corpo de Prova	L (mm)	C (mm)	S (mm ²)	P (N)	TP (MPa)
CP 1	50,22	50,10	2516,02	12457,69	4,95
CP 2	50,31	50,16	2523,55	7609,95	3,02
CP 3	50,39	50,15	2527,06	13843,36	5,48
CP 4	49,76	50,42	2508,90	11007,37	4,39
CP 5	50,31	50,22	2516,57	13946,66	5,52
CP 6	50,34	50,33	2533,61	12003,06	4,74
CP 7	50,17	50,38	2527,56	12602,44	4,99
CP 8	49,75	50,35	2504,91	11732,53	4,68
CP 9	50,24	50,35	2529,58	11987,60	4,74
CP 10	50,46	50,13	2529,56	10555,55	4,17
Número CPs	10	10	10	10	10
Média	50,19	50,26	2523	11770	4,667
Desv. Padrão	0,2464	0,1189	9,565	1816	0,7171
Coef. Var. (%)	0,4908	0,2366	0,3791	15,42	15,36
Mínimo	49,75	50,10	2505	7610	3,016
Máximo	50,46	50,42	2534	13950	5,520

Força (N)



APÊNDICE G – Ensaios mecânicos: dados de resistência ao arrancamento de parafuso (TOPO/SUPERFÍCIE)

PAINÉIS DISSERTAÇÃO MESTRADO - ARRANCAMENTO PARAFUSO TOPO COMPOSIÇÃO: 70% (B) BAMBU - 30%(A) AMENDOIM					
PAINEL	POSIÇÃO	CORPOS DE PROVA	FORÇA (Kgf)	FORÇA NEWTONS (N)	
Ch 1	P 13	CP1	173,80	1704,37	
	P 14	CP2	145,49	1426,77	
Ch 2	P 13	CP3	182,34	1788,14	
	P 14	CP4	215,38	2112,12	
Ch 3	P 13	CP5	155,09	1520,92	
	P 14	CP6	225,61	2212,50	
Ch 4	P 13	CP7	256,46	2515,02	
	P 14	CP8	206,34	2023,51	
Ch 5	P 13	CP9	233,17	2286,57	
	P 14	CP10	186,72	1831,06	

Onde:

1 Quilograma Força (Kgf) = 9,80665 Newtons (N)

RESULTADOS BAMBU (B) 70% E AMENDOIM (A) 30% EM (N)	
Valor Máximo (N)	2515
Valor Médio (N)	1942,10
Valor Mínimo (N)	1426,77
Coef. Variação (%)	17,93
Desvio Padrão (N)	348,18

PAINÉIS DISSERTAÇÃO MESTRADO - ARRANCAMENTO PARAFUSO TOPO

COMPOSIÇÃO: 80% (B) BAMBU - 20% (A) AMENDOIM

PAINEL	POSIÇÃO	CORPOS DE PROVA	FORÇA (Kgf)	FORÇA NEWTONS (N)
Ch 1	P 13	CP1	181,42	1779,14
	P 14	CP2	172,03	1687,07
Ch 2	P 13	CP3	208,60	2045,66
	P 14	CP4	268,88	2636,86
Ch 3	P 13	CP5	175,00	1716,14
	P 14	CP6	217,00	2128,04
Ch 4	P 13	CP7	230,69	2262,34
	P 14	CP8	206,55	2025,59
Ch 5	P 13	CP9	260,34	2553,10
	P 14	CP10	241,57	2368,95

Onde:

1 Quilograma Força (Kgf) = 9,80665 Newtons (N)

RESULTADOS BAMBU (B) 80% E AMENDOIM (A) 20% EM (N)

Valor Máximo (N)	2636,86
Valor Médio (N)	2120,29
Valor Mínimo (N)	1716,14
Coef. Variação (%)	15,86
Desvio Padrão (N)	336,35

PAINÉIS DISSERTAÇÃO MESTRADO - ARRANCAMENTO PARAFUSO TOPO				
COMPOSIÇÃO: 90% (B) BAMBU - 10% (A) AMENDOIM				
PAINEL	POSIÇÃO	CORPOS DE PROVA	FORÇA (Kgf)	FORÇA NEWTONS (N)
Ch 1	P 13	CP1	256,96	2519,87
	P 14	CP2	257,59	2526,10
Ch 2	P 13	CP3	266,34	2611,94
	P 14	CP4	242,98	2382,80
Ch 3	P 13	CP5	231,75	2272,73
	P 14	CP6	239,24	2346,11
Ch 4	P 13	CP7	235,14	2305,96
	P 14	CP8	229,07	2246,42
Ch 5	P 13	CP9	209,30	2052,58
	P 14	CP10	225,47	2211,11

Onde:

1 Quilograma Força (Kgf) = 9,80665 Newtons (N)

RESULTADOS BAMBU (B) 90% E AMENDOIM (A) 10% EM (N)	
Valor Máximo (N)	2611,94
Valor Médio (N)	2347,56
Valor Mínimo (N)	2052,58
Coef. Variação (%)	7,18
Desvio Padrão (N)	168,62

PAINÉIS DISSERTAÇÃO MESTRADO - ARRANCAMENTO PARAFUSO TOPO

COMPOSIÇÃO: 100% (B) BAMBU

PAINEL	POSICÃO	CORPOS DE PROVA	FORÇA (Kgf)	FORÇA NEWTONS (N)
Ch 1	P 13	CP1	283,89	2784,01
	P 14	CP2	229,78	2253,38
Ch 2	P 13	CP3	305,24	2993,38
	P 14	CP4	262,68	2576,01
Ch 3	P 13	CP5	291,99	2863,44
	P 14	CP6	220,62	2163,54
Ch 4	P 13	CP7	293,06	2873,94
	P 14	CP8	318,35	3121,95
Ch 5	P 13	CP9	246,56	2417,93
	P 14	CP10	269,70	2644,85

Onde:

1 Quilograma Força (Kgf) = 9,80665 Newtons (N)

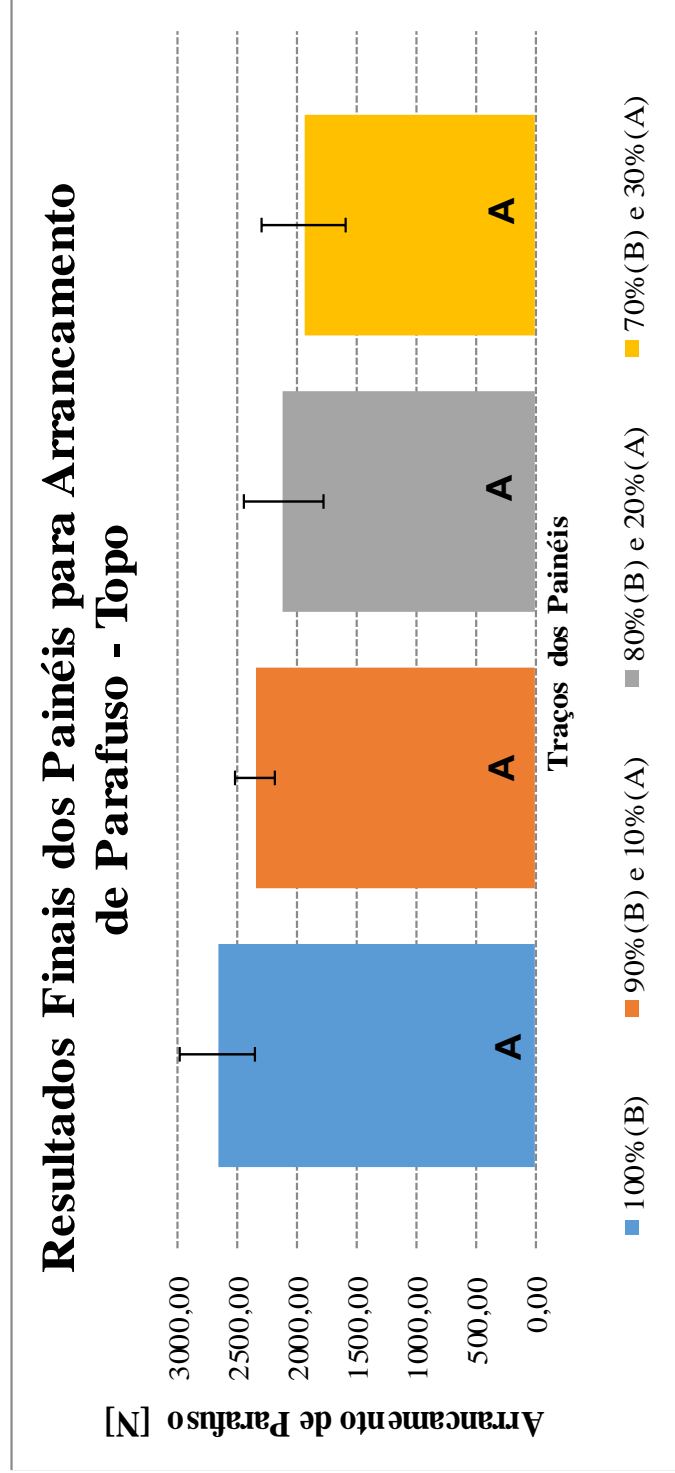
RESULTADOS BAMBU (B) 100%

Valor Máximo (N)	3121,95
Valor Médio (N)	2669,24
Valor Mínimo (N)	2163,54
Coef. Variação (%)	11,87
Desvio Padrão (N)	316,92

RESULTADOS FINAIS DAS AMOSTRAS - ARRANCAMENTO DE PARAFUSO - TOPO				
Valores	70%(B) e 30%(A)	80%(B) e 20%(A)	90%(B) e 10%(A)	100%(B)
Valor Máximo (N)	2515,00	2636,86	2611,94	3121,95
Valor Médio (N)	1942,10	2120,29	2347,56	2669,24
Valor Mínimo (N)	1426,77	1716,14	2052,58	2163,54
Coef. Variação (%)	17,93	15,86	7,18	11,87
Desvio Padrão (N)	348,18	336,35	168,62	316,92

Onde:

1 Quilograma Força (Kgf) = 9,80665 Newtons (N)



Anova: fator único

RESULTADOS FINAIS DAS AMOSTRAS - ENSAIO DE ARRANCAMENTO DE PARAFUSO - TOPO				
70% (B) e 30% (A)	80% (B) e 20% (A)	90% (B) e 10% (A)	100% (B)	
3224,33	3331,46	3338,64	3330,86	
2420,56	2054,27	3046,68	2079,06	
	3243,75	2742,79		
2437,71	3002,14	3318,44	2718,97	
3194,20	3424,42	3340,07	3511,31	
2290,84	2417,06	2600,26	2671,57	
3140,22	3535,50	3424,90	3889,67	
2416,23	2379,13	2831,87	2561,44	
3378,19	3556,11	3381,15	3650,67	
2708,30	2766,34	2509,56	2645,19	

RESUMO

Grupo	Contagem	Soma	Média	Variância
70% (B) e 30% (A)	9	25210,58	2801,175556	184456,4303
80% (B) e 20% (A)	10	29710,18	2971,018	290148,5064
90% (B) e 10% (A)	10	30534,36	3053,436	125101,9027
100% (B)	9	27058,74	3006,526667	367325,832

ANOVA

Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	F crítico
Entre grupos	334996,0669	3	111665,3556	0,465756806	2,882604
Dentro dos grupos	8151511,781	34	239750,3465		
Total	8486507,848	37			

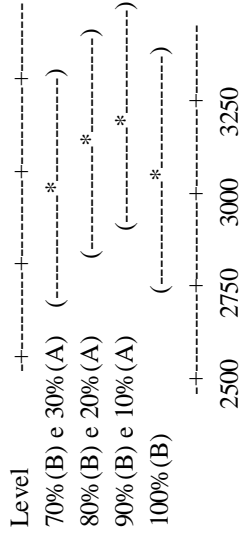
Análise de Tukey para Arrancamento de Parafuso - Topo

One-way ANOVA: 70% (B) e 30% (A); 80% (B) e 20% (A); 90% (B) e 10% (A); 100% (B)

Source	DF	SS	MS	F	P
Factor	3	334996	111665	0,47	0,708
Error	34	8151512	239750		
Total	37	8486508			

(B) → Bambu
(A) → Amendoim

Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev



S = 489,6 R-Sq = 3,95% R-Sq(adj) = 0,00%

Level	N	Mean	StDev
70% (B) e 30% (A)	9	2801,2	429,5
80% (B) e 20% (A)	10	2971,0	538,7
90% (B) e 10% (A)	10	3053,4	353,7
100% (B)	9	3006,5	606,1

Pooled StDev = 489,6

Grouping Information Using Tukey Method

N	Mean	Grouping
90% (B) e 10% (A)	10	3053,4 A
100% (B)	9	3006,5 A
80% (B) e 20% (A)	10	2971,0 A
70% (B) e 30% (A)	9	2801,2 A

Traços	Grupos
(B) 100%	A
(B) 90% + (A) 10%	A
(B) 80% + (A) 20%	A
(B) 70% + (A) 30%	A

Means that do not share a letter are significantly different.

Tukey 95% Simultaneous Confidence Intervals
All Pairwise Comparisons

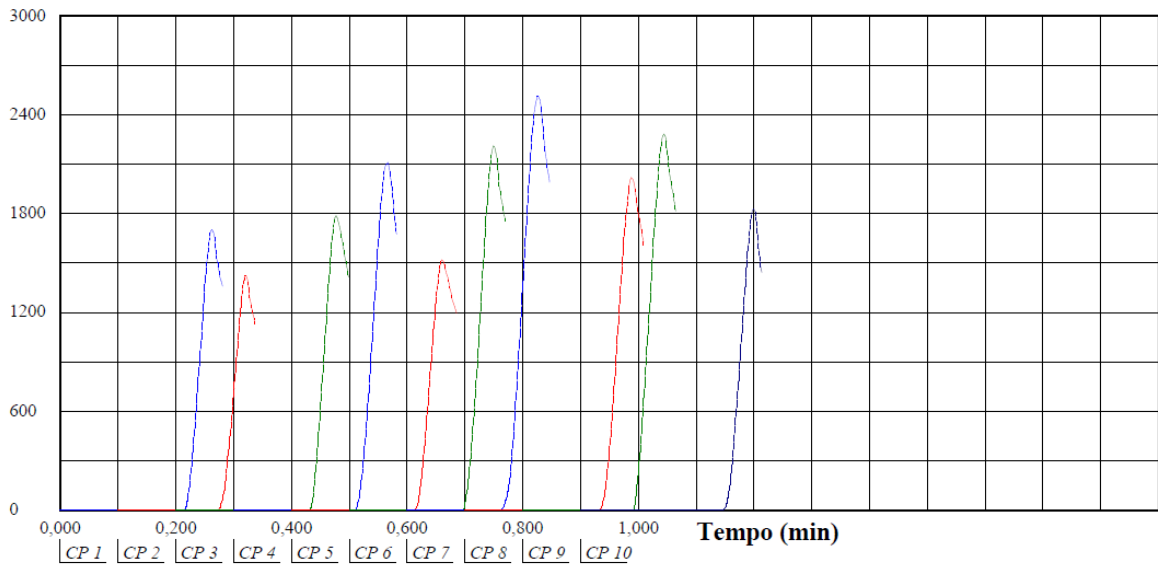
UNESP - Universidade Estadual Paulista
Faculdade de Engenharia de Bauru - Laboratório de Construção Civil

Relatório de Ensaio

Máquina: **Emic DL3000N** Célula: **Trd 26** Extensômetro: - Data: **22/12/2015** Hora: **11:38:50** Trabalho nº **2736**
 Programa: **Tesc versão 1.13** Método de Ensaio: **Chapa Aglom Arranc Parafuso Ivaldo**
 Ident. Amostra: >>>Material: **Bambu-Amendoim 70-30%** Ensaio: **Arranc parafuso - TOPO** Interessado: **Ivaldo - Silvia**

Corpo de Prova	Força Máxima (N)
CP 1	1704,37
CP 2	1426,77
CP 3	1788,14
CP 4	2112,12
CP 5	1520,92
CP 6	2212,50
CP 7	2515,02
CP 8	2023,51
CP 9	2286,57
CP 10	1831,06
Número CPs 10	
Média 1942	
Desv. Padrão 348,2	
Coef. Var. (%) 17,93	
Mínimo 1427	
Máximo 2515	

Força (N)



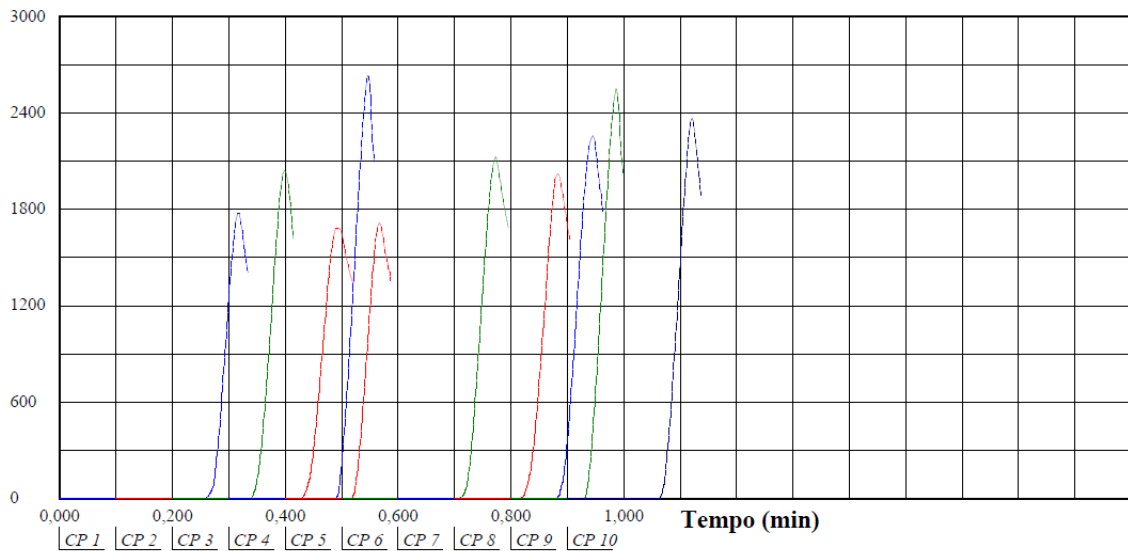
UNESP - Universidade Estadual Paulista
Faculdade de Engenharia de Bauru - Laboratório de Construção Civil

Relatório de Ensaio

Máquina: **Emic DL3000N** Célula: **Trd 26** Extensômetro: - Data: **22/12/2015** Hora: **11:32:11** Trabalho n° **2735**
 Programa: **Tesc versão 1.13** Método de Ensaio: **Chapa Aglom Arranc Parafuso Ivaldo**
 Ident. Amostra: >>>Material: **Bambu-Amendoim 80-20%** Ensaio: **Arranc parafuso - TOPO** Interessado: **Ivaldo - Silvia**

Corpo de Prova	Força Máxima (N)
CP 1	1779,14
CP 2	1687,07
CP 3	2045,66
CP 4	2636,86
CP 5	1716,14
CP 6	2128,04
CP 7	2262,34
CP 8	2025,59
CP 9	2553,10
CP 10	2368,95
Número CPs	10
Média	2120
Desv. Padrão	336,4
Coef. Var. (%)	15,86
Mínimo	1687
Máximo	2637

Força (N)



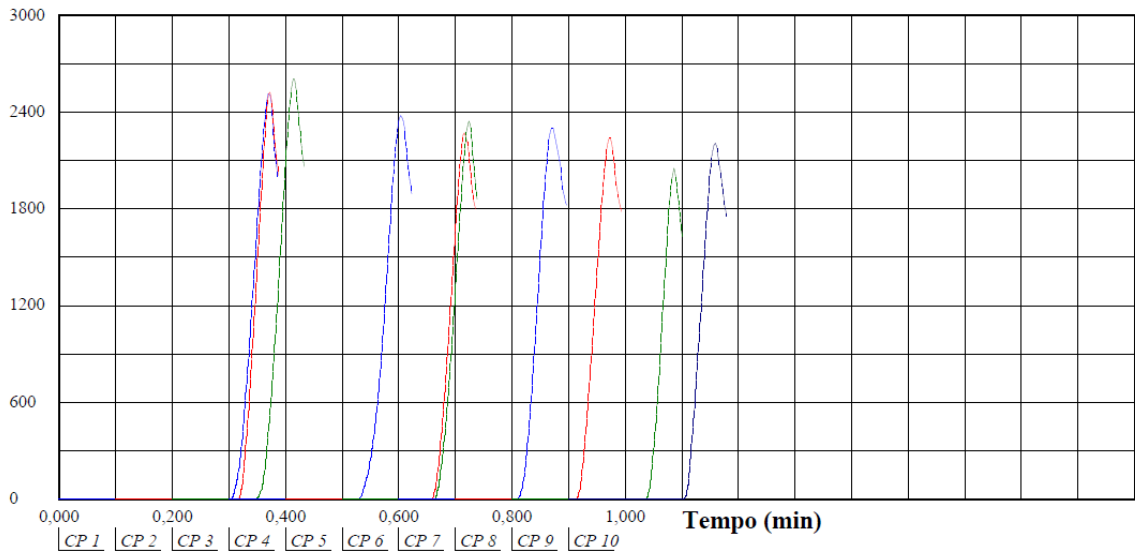
UNESP - Universidade Estadual Paulista
Faculdade de Engenharia de Bauru - Laboratório de Construção Civil

Relatório de Ensaio

Máquina: **Emic DL3000N** Célula: **Trd 26** Extensômetro: - Data: **22/12/2015** Hora: **11:23:48** Trabalho nº **2734**
 Programa: **Tesc versão 1.13** Método de Ensaio: **Chapa Aglom Arranc Parafuso Ivaldo**
 Ident. Amostra: >>>Material: **Bambu-Amendoim 90-10%** Ensaio: **Arranc parafuso - TOPO** Interessado: **Ivaldo - Silvia**

Corpo de Prova	Força Máxima (N)
CP 1	2519,87
CP 2	2526,10
CP 3	2611,94
CP 4	2382,80
CP 5	2272,73
CP 6	2346,11
CP 7	2305,96
CP 8	2246,42
CP 9	2052,58
CP 10	2211,11
Número CPs	10
Média	2348
Desv.Padrão	168,6
Coef.Var.(%)	7,183
Mínimo	2053
Máximo	2612

Força (N)



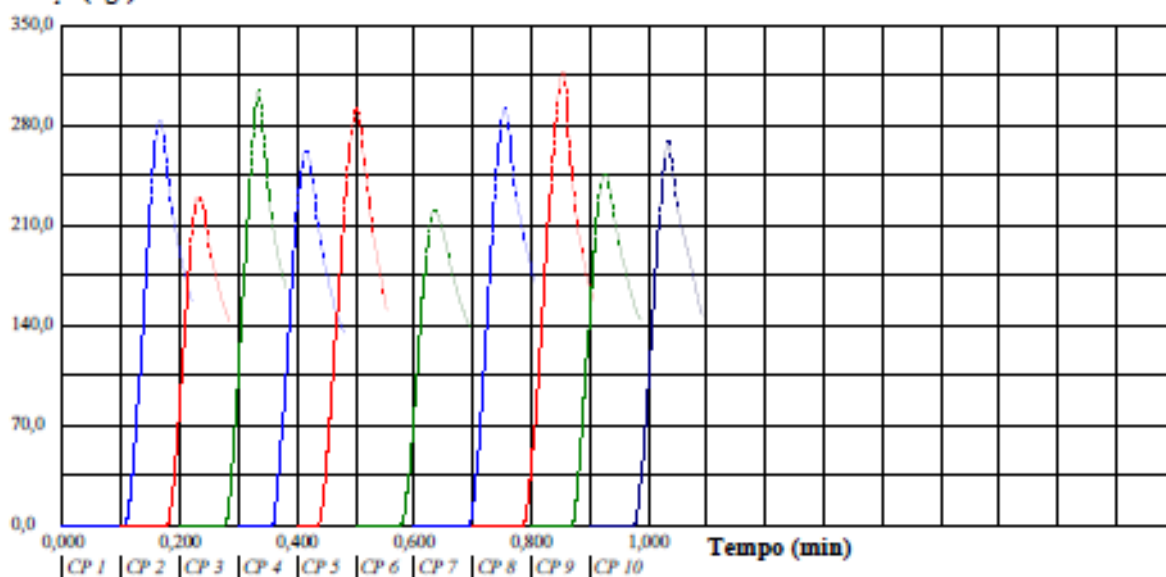
UNESP - Universidade Estadual Paulista
Faculdade de Engenharia de Bauru - Laboratório de Construção Civil

Relatório de Ensaio

Máquina: **Emic DL30000N** Célula: **Trd 26** Extensômetro: - Data: **01/10/2015** Hora: **11:53:15** Trabalho n° **2611**
 Programa: **Tesc versão 1.13** Método de Ensaio: **Chapa Aglom Arranc Parafuso Ivaldo**
 Ident. Amostra: >>>>>>>>>> Material: **Aglomerado 100B** Ensaio: **Arrancamento parafuso Topo** Interessado: **LD Ivaldo**

Corpo de Prova	Força Máxima (kgf)
CP 1	283,89
CP 2	229,79
CP 3	305,24
CP 4	262,68
CP 5	291,99
CP 6	220,62
CP 7	293,06
CP 8	318,35
CP 9	246,56
CP 10	269,70
Número CPs	10
Média	272,2
Desv. Padrão	32,32
Coef. Var. (%)	11,87
Mínimo	220,6
Máximo	318,4

Força (kgf)



PAINÉIS DISSERTAÇÃO MESTRADO - ARRANCAMENTO PARAFUSO - SUPERFÍCIE				
COMPOSIÇÃO: 70% (B) BAMBU - 30% (A) AMENDOIM				
PAINEL	POSIÇÃO	CORPOS DE PROVA	FORÇA (Kgf)	FORÇA NEWTONS (N)
Ch 1	P 13	CP1	218,06	2138,43
	P 14	CP2	166,60	1633,76
Ch 2	P 13	CP3	215,66	2114,89
	P 14	CP4	208,88	2048,43
Ch 3	P 13	CP5	210,72	2066,43
	P 14	CP6	193,63	1898,90
Ch 4	P 13	CP7	232,95	2284,50
	P 14	CP8	225,89	2215,27
Ch 5	P 13	CP9	208,60	2045,66
	P 14	CP10	194,69	1909,28

Onde:

1 Quilograma Força (Kgf) = 9,80665 Newtons (N)

RESULTADOS BAMBU (B) 70% E AMENDOIM (A) 30% EM (N)	
Valor Máximo (N)	2284,5
Valor Médio (N)	2035,56
Valor Mínimo (N)	1633,76
Coef. Variação (%)	9,09
Desvio Padrão (N)	185,12

PAINÉIS DISSERTAÇÃO MESTRADO - ARRANCAMENTO PARAFUSO - SUPERFÍCIE					
COMPOSIÇÃO: 80% (B) BAMBU - 20% (A) AMENDOIM					
PAINEL	POSIÇÃO	CORPOS DE PROVA	FORÇA (Kgf)	FORÇA NEWTONS (N)	
Ch 1	P 13	CP1	235,00	2304,57	
	P 14	CP2	211,99	2078,89	
Ch 2	P 13	CP3	251,52	2466,56	
	P 14	CP4	245,94	2411,87	
Ch 3	P 13	CP5	203,16	1992,36	
	P 14	CP6	189,68	1860,13	
Ch 4	P 13	CP7	236,13	2315,65	
	P 14	CP8	209,16	2051,20	
Ch 5	P 13	CP9	251,94	2470,72	
	P 14	CP10	209,52	2054,66	

Onde:

1 Quilograma Força (Kgf) = 9,80665 Newtons (N)

RESULTADOS BAMBU (B) 80% E AMENDOIM (A) 20% EM (N)	
Valor Máximo (N)	2470,72
Valor Médio (N)	2200,66
Valor Mínimo (N)	1860,13
Coef. Variação (%)	9,93
Desvio Padrão (N)	218,61

PAINÉIS DISSERTAÇÃO MESTRADO - ARRANCAMENTO PARAFUSO - SUPERFÍCIE				
COMPOSIÇÃO: 90% (B) BAMBU - 10% (A) AMENDOIM				
PAINEL	POSIÇÃO	CORPOS DE PROVA	FORÇA (Kgf)	FORÇA NEWTONS (N)
Ch 1	P 13	CP1	62,40	611,97
	P 14	CP2	267,61	2624,40
Ch 2	P 13	CP3	270,16	2649,32
	P 14	CP4	263,24	2581,48
Ch 3	P 13	CP5	263,94	2588,40
	P 14	CP6	240,37	2357,18
Ch 4	P 13	CP7	242,63	2379,34
	P 14	CP8	235,99	2314,26
Ch 5	P 13	CP9	266,41	2612,63
	P 14	CP10	257,03	2520,56

Onde:

1 Quilograma Força (Kgf) = 9,80665 Newtons (N)

RESULTADOS BAMBU (B) 90% E AMENDOIM (A) 10% EM (N)	
Valor Máximo (N)	2649,32
Valor Médio (N)	2323,95
Valor Mínimo (N)	611,97
Coef. Variação (%)	26,41
Desvio Padrão (N)	613,69

PAINÉIS DISSERTAÇÃO MESTRADO - ARRANCAMENTO PARAFUSO - SUPERFÍCIE				
COMPOSIÇÃO: 100% (B) BAMBU				
PAINEL	POSICÃO	CORPOS DE PROVA	FORÇA (Kgf)	FORÇA NEWTONS (N)
Ch 1	P 13	CP1	261,03	2559,83
	P 14	CP2	276,44	2710,95
Ch 2	P 13	CP3	310,83	3048,20
	P 14	CP4	275,43	2701,05
Ch 3	P 13	CP5	298,86	2930,82
	P 14	CP6	233,09	2285,83
Ch 4	P 13	CP7	313,12	3070,66
	P 14	CP8	299,22	2934,35
Ch 5	P 13	CP9	280,88	2754,49
	P 14	CP10	304,10	2982,20

Onde:

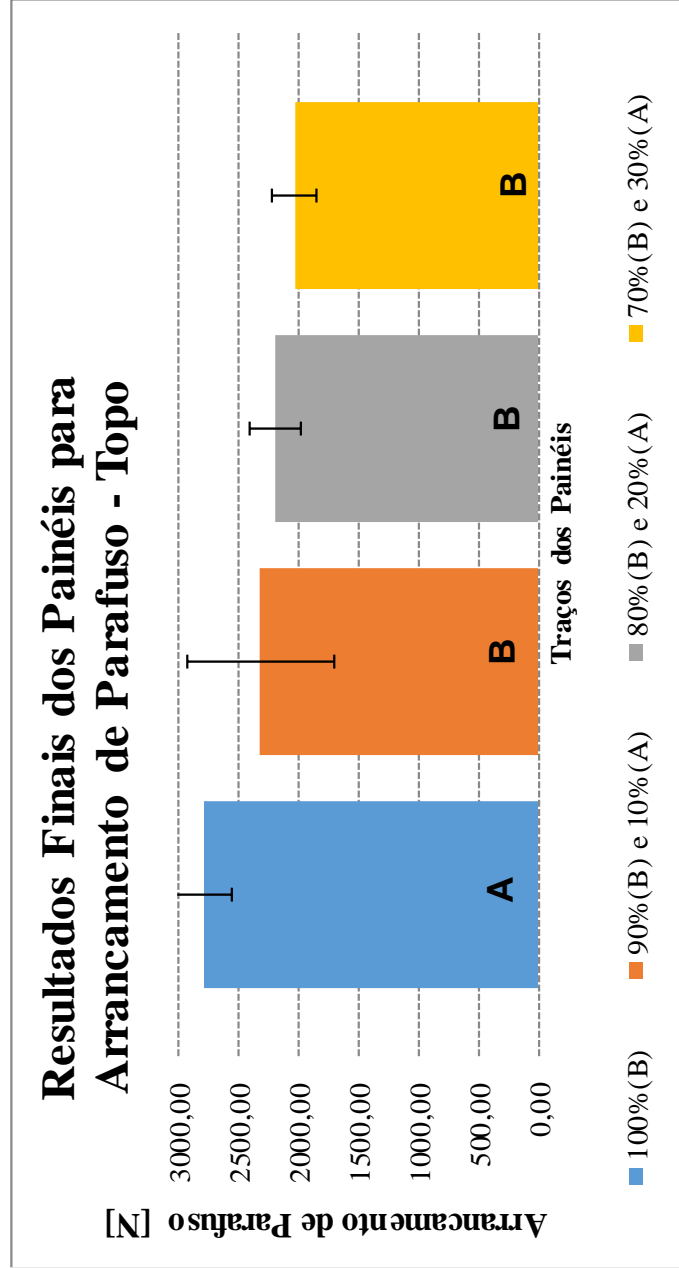
1 Quilograma Força (Kgf) = 9,80665 Newtons (N)

RESULTADOS BAMBU (B) 100%	
Valor Máximo (N)	3070,66
Valor Médio (N)	2797,84
Valor Mínimo (N)	2285,83
Coef. Variação (%)	8,80
Desvio Padrão (N)	246,08

RESULTADOS FINAIS DAS AMOSTRAS - ARRANCAMENTO DE PARAFUSO - SUPERFÍCIE				
Valores	70% (B) e 30% (A)	80% (B) e 20% (A)	90% (B) e 10% (A)	100% (B)
Valor Máximo (N)	2284,50	2470,72	2649,32	3070,66
Valor Médio (N)	2035,56	2200,66	2323,95	2797,84
Valor Mínimo (N)	1633,76	1860,13	611,97	2285,83
Coef. Variação (%)	9,09	9,93	26,41	8,80
Desvio Padrão (N)	185,12	218,61	613,69	246,08

Onde:

1 Quilograma Força (Kgf) = 9,80665 Newtons (N)



Anova: fator único

DADOS FINAIS DAS AMOSTRAS - ENSAIO DE ARRANCAMENTO DE PARAFUSO - SUPER				
	70% (B) e 30% (A)	80% (B) e 20% (A)	90% (B) e 10% (A)	100% (B)
	2138,43	2304,57	611,97	2559,83
	1633,76	2078,89	2624,40	2710,95
	2114,89	2466,56	2649,32	3048,20
	2048,43	2411,87	2581,48	2701,05
	2066,43	1992,36	2588,40	2930,82
	1898,90	1860,13	2357,18	2285,83
	2284,50	2315,65	2379,34	3070,66
	2215,27	2051,20	2314,26	2934,35
	2045,66	2470,72	2612,63	2754,49
	1909,28	2054,66	2520,56	2982,20

RESUMO

Grupo	Contagem	Soma	Média	Variância
70% (B) e 30% (A)	10	20355,55	2035,555	34269,85901
80% (B) e 20% (A)	10	22006,61	2200,661	47788,51792
90% (B) e 10% (A)	10	23239,54	2323,954	376613,8532
100% (B)	10	27978,38	2797,838	60557,61677

ANOVA

Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre grupos	3219742,313	3	1073247,438	8,267994947	0,000258636	2,866265551
Dentro dos grupos	4673068,622	36	129807,4617			
Total	7892810,935	39				

Análise de Tukey para Arrancamento de Parafuso - Superfície

One-way ANOVA: 70% (B) e 30% (A); 80% (B) e 20% (A); 90% (B) e 10% (A); 100% (B)

Source	DF	SS	MS	F	P
Factor	3	3219742	1073247	8,27	0,000
Error	36	4673069	129807		
Total	39	7892811			

(B) → Bambu
(A) → Amendoim

S = 360,3 R-Sq = 40,79% R-Sq(adj) = 35,86%

Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev

Level	N	Mean	StDev
70% (B) e 30% (A)	10	2035,6	185,1
80% (B) e 20% (A)	10	2200,7	218,6
90% (B) e 10% (A)	10	2324,0	613,7
100% (B)	10	2797,8	246,1

Grouping Information Using Tukey Method

N	Mean	Grouping
100% (B)	10 2797,8	A
90% (B) e 10% (A)	10 2324,0	B
80% (B) e 20% (A)	10 2200,7	B
70% (B) e 30% (A)	10 2035,6	B

Means that do not share a letter are significantly different.

Tukey 95% Simultaneous Confidence Intervals
All Pairwise Comparisons

Traços	Grupos
(B) 100%	A
(B) 90% + (A) 10%	B
(B) 80% + (A) 20%	B
(B) 70% + (A) 30%	B

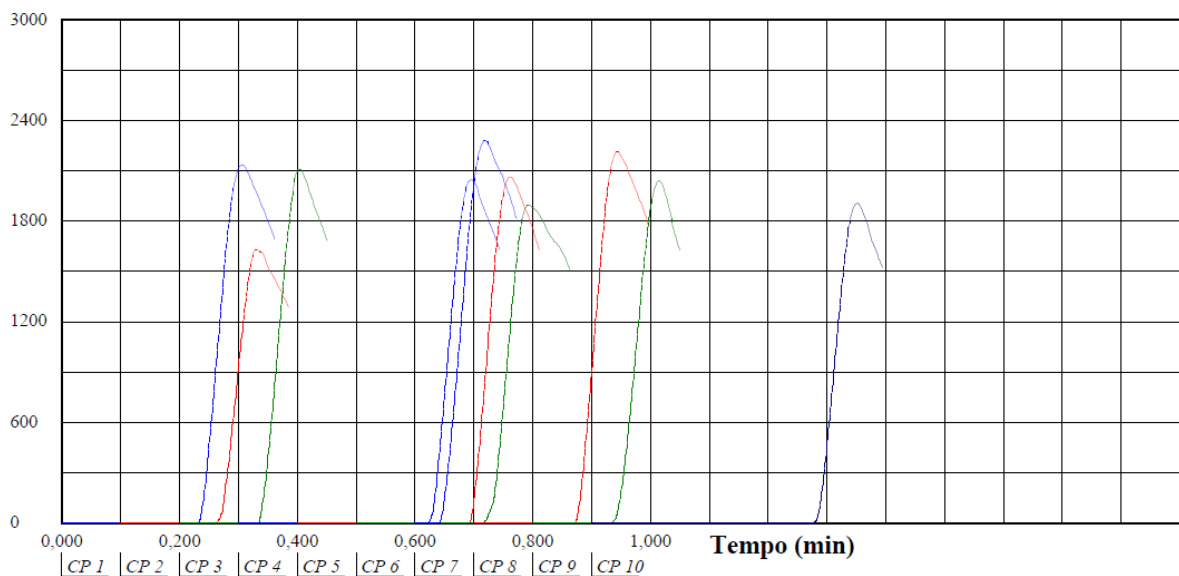
UNESP - Universidade Estadual Paulista
Faculdade de Engenharia de Bauru - Laboratório de Construção Civil

Relatório de Ensaio

Máquina: **Emic DL30000N** Célula: **Trd 26** Extensômetro: - Data: **22/12/2015** Hora: **10:47:37** Trabalho n° **2729**
 Programa: **Tesc versão 1.13** Método de Ensaio: **Chapa Aglom Arranc Parafuso Ivaldo**
 Ident. Amostra: > Material: **Bambu-Amendoim 70-30%** Ensaio: **Arranc parafuso - superfície** Interessado: **Ivaldo - Silvia**

Corpo de Prova	Força Máxima (N)
CP 1	2138,43
CP 2	1633,76
CP 3	2114,89
CP 4	2048,43
CP 5	2066,43
CP 6	1898,90
CP 7	2284,50
CP 8	2215,27
CP 9	2045,66
CP 10	1909,28
Número CPs	10
Média	2036
Desv. Padrão	185,1
Coef. Var. (%)	9,094
Mínimo	1634
Máximo	2284

Força (N)



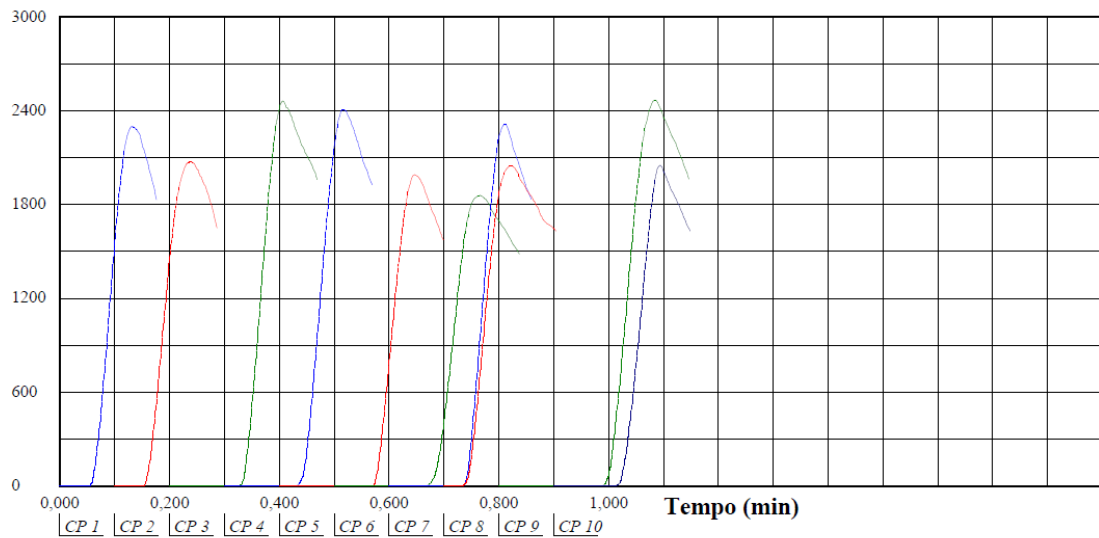
UNESP - Universidade Estadual Paulista
Faculdade de Engenharia de Bauru - Laboratório de Construção Civil

Relatório de Ensaio

Máquina: **Emic DL3000N** Célula: **Trd 26** Extensômetro: - Data: **22/12/2015** Hora: **10:40:30** Trabalho nº **2728**
 Programa: **Tesc versão 1.13** Método de Ensaio: **Chapa Aglom Arranc Parafuso Ivaldo**
 Ident. Amostra: > Material: **Bambu-Amendoim 80-20%** Ensaio: **Arranc parafuso - superfície** Interessado: **Ivaldo - Silvia**

Corpo de Prova	Força Máxima (N)
CP 1	2304,57
CP 2	2078,89
CP 3	2466,56
CP 4	2411,87
CP 5	1992,36
CP 6	1860,13
CP 7	2315,65
CP 8	2051,20
CP 9	2470,72
CP 10	2054,66
Número CPs 10	
Média 2201	
Desv. Padrão 218,6	
Coef. Var. (%) 9,934	
Mínimo 1860	
Máximo 2471	

Força (N)



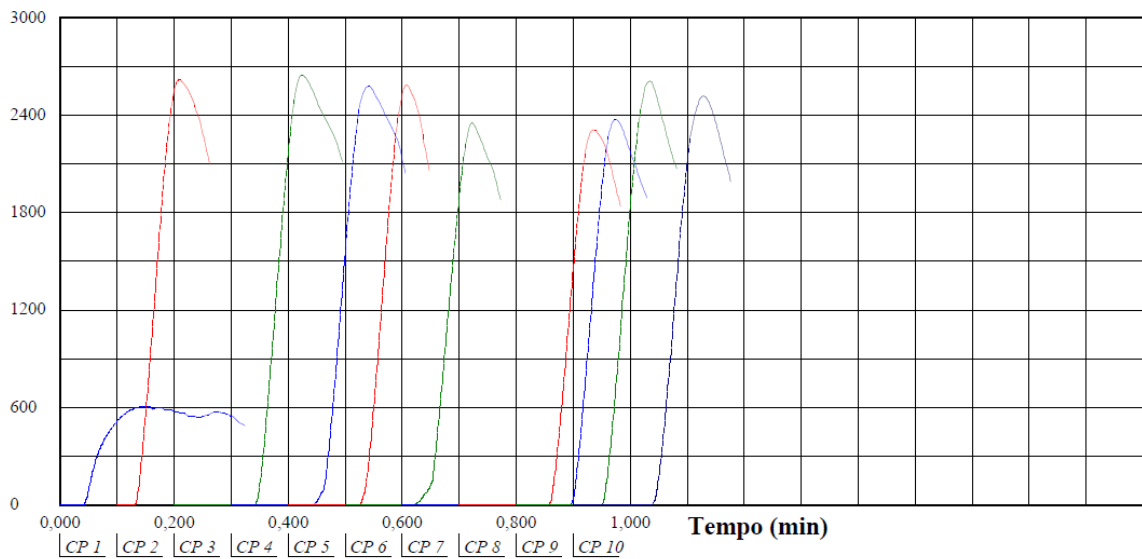
UNESP - Universidade Estadual Paulista
Faculdade de Engenharia de Bauru - Laboratório de Construção Civil

Relatório de Ensaio

Máquina: **Emic DL3000N** Célula: **Trd 26** Extensômetro: - Data: **22/12/2015** Hora: **10:32:04** Trabalho nº **2727**
 Programa: **Tesc versão 1.13** Método de Ensaio: **Chapa Aglom Arranc Parafuso Ivaldo**
 Ident. Amostra: > Material: **Bambu-Amendoim 90-10%** Ensaio: **Arranc parafuso - superfície** Interessado: **Ivaldo - Silvia**

Corpo de Prova	Força Máxima (N)
CP 1	611,97
CP 2	2624,40
CP 3	2649,32
CP 4	2581,48
CP 5	2588,40
CP 6	2357,18
CP 7	2379,34
CP 8	2314,26
CP 9	2612,63
CP 10	2520,56
Número CPs 10	
Média 2324	
Desv. Padrão 613,7	
Coef. Var. (%) 26,41	
Mínimo 612,0	
Máximo 2649	

Força (N)



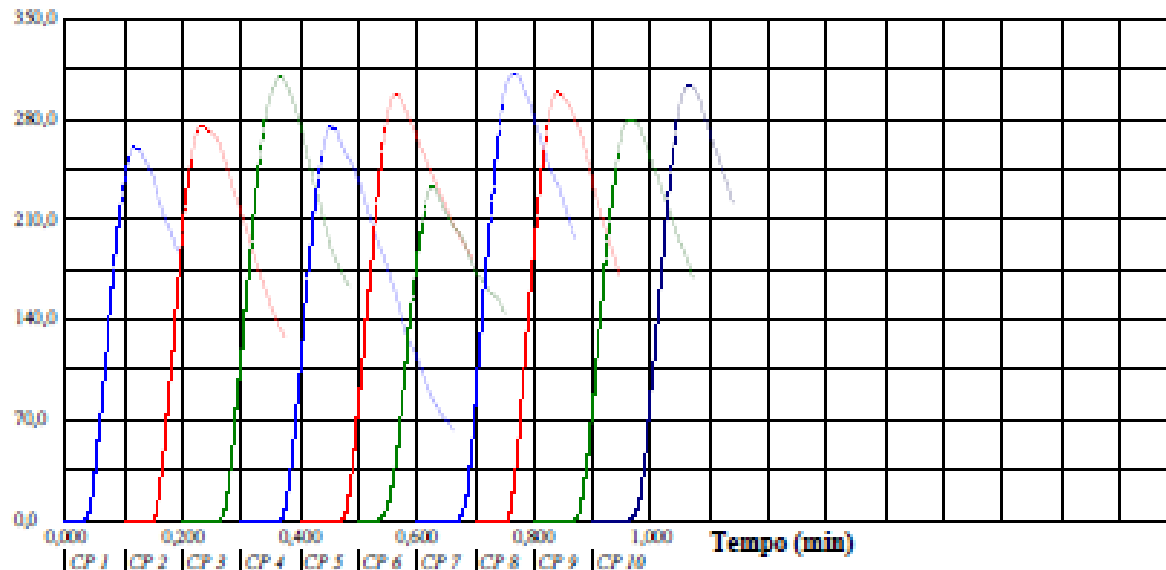
UNESP - Universidade Estadual Paulista
 Faculdade de Engenharia de Bauru - Laboratório de Construção Civil

Relatório de Ensaio

Máquina: Emic DL3000N Célula: Trd 26 Extensômetro: - Data: 02/10/2015 Hora: 15:30:17 Trabalho n° **2616**
 Programa: Teste versão 1.13 Método de Ensaio: Chapa Aglom Arranc Parafuso Ivaldo
 Ident. Amostra: >>>>>>>>>> Material: Aglomerado 100B Ensaio: Arrancamento parafuso face Interessado: LD Ivaldo

Corpo de Prova	Força Máxima (kgf)
CP 1	261,03
CP 2	276,44
CP 3	310,83
CP 4	275,43
CP 5	298,86
CP 6	233,09
CP 7	313,12
CP 8	299,22
CP 9	280,88
CP 10	304,10
Número CPs 10	
Média 285,3	
Desv. Padrão 25,09	
Coef. Var.(%) 8,796	
Mínimo 233,1	
Máximo 313,1	

Força (kgf)



ANEXO A - Declaração de Estocolmo sobre o ambiente humano - 1972



Universidade de São Paulo - USP BIBLIOTECA VIRTUAL DE DIREITOS HUMANOS

Concepção do projeto da Biblioteca Virtual: Professora Maria Luiza Marcílio

Declaração de Estocolmo sobre o ambiente humano - 1972

Publicada pela Conferência das Nações Unidas sobre o meio ambiente humano em Junho de 1972

A Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano, reunida em Estocolmo de 5 a 16 de junho de 1972, e, atenta à necessidade de um critério e de princípios comuns que ofereçam aos povos do mundo inspiração e guia para preservar e melhorar o meio ambiente humano,

Proclama que:

1. O homem é ao mesmo tempo obra e construtor do meio ambiente que o cerca, o qual lhe dá sustento material e lhe oferece oportunidade para desenvolver-se intelectual, moral, social e espiritualmente. Em larga e tortuosa evolução da raça humana neste planeta chegou-se a uma etapa em que, graças à rápida aceleração da ciência e da tecnologia, o homem adquiriu o poder de transformar, de inúmeras maneiras e em uma escala sem precedentes, tudo que o cerca. Os dois aspectos do meio ambiente humano, o natural e o artificial, são essenciais para o bem-estar do homem e para o gozo dos direitos humanos fundamentais, inclusive o direito à vida mesma.

2. A proteção e o melhoramento do meio ambiente humano é uma questão fundamental que afeta o bem-estar dos povos e o desenvolvimento econômico do mundo inteiro, um desejo urgente dos povos de todo o mundo e um dever de todos os governos.

3. O homem deve fazer constante avaliação de sua experiência e continuar descobrindo, inventando, criando e progredindo. Hoje em dia, a capacidade do homem de transformar o que o cerca, utilizada com discernimento, pode levar a todos os povos os benefícios do desenvolvimento e oferecer-lhes a oportunidade de enobrecer sua existência. Aplicado errônea e imprudentemente, o mesmo poder pode causar danos incalculáveis ao ser humano e a seu meio ambiente. Em nosso redor vemos multiplicar-se as provas do dano causado pelo homem em muitas regiões da terra, níveis perigosos de poluição da água, do ar, da terra e dos seres vivos; grandes transtornos de equilíbrio ecológico da biosfera; destruição e esgotamento de recursos insubstituíveis e graves deficiências, nocivas para a saúde física, mental e social do homem, no meio ambiente por ele criado, especialmente naquele em que vive e trabalha.

4. Nos países em desenvolvimento, a maioria dos problemas ambientais estão motivados pelo subdesenvolvimento. Milhões de pessoas seguem vivendo muito abaixo dos níveis mínimos necessários para uma existência humana digna, privada de alimentação e vestuário, de habitação e educação, de condições de saúde e de higiene adequadas. Assim, os países em desenvolvimento devem dirigir seus esforços para o desenvolvimento, tendo presente suas prioridades e a necessidade de salvaguardar e melhorar o meio ambiente. Com o mesmo fim, os países industrializados devem esforçar-se para reduzir a distância que os separa dos países em desenvolvimento. Nos países industrializados, os problemas ambientais estão geralmente relacionados com a industrialização e o desenvolvimento tecnológico

5. O crescimento natural da população coloca continuamente, problemas relativos à preservação do meio ambiente, e devem-se adotar as normas e medidas apropriadas para enfrentar esses problemas. De todas as coisas do mundo, os seres humanos são a mais valiosa. Eles são os que promovem o progresso social, criam riqueza social, desenvolvem a ciência e a tecnologia e, com seu árduo trabalho, transformam continuamente o meio ambiente humano. Com o progresso social e os avanços da produção, da ciência e da tecnologia, a capacidade do homem de melhorar o meio ambiente aumenta a cada dia que passa.

6. Chegamos a um momento da história em que devemos orientar nossos atos em todo o mundo com particular atenção às conseqüências que podem ter para o meio ambiente. Por ignorância ou indiferença, podemos causar danos imensos e irreparáveis ao meio ambiente da terra do qual dependem nossa vida e nosso bem-estar. Ao contrário, com um conhecimento mais profundo e uma ação mais prudente, podemos conseguir para nós mesmos e para nossa

posteridade, condições melhores de vida, em um meio ambiente mais de acordo com as necessidades e aspirações do homem. As perspectivas de elevar a qualidade do meio ambiente e de criar uma vida satisfatória são grandes. É preciso entusiasmo, mas, por outro lado, serenidade de ânimo, trabalho duro e sistemático. Para chegar à plenitude de sua liberdade dentro da natureza, e, em harmonia com ela, o homem deve aplicar seus conhecimentos para criar um meio ambiente melhor. A defesa e o melhoramento do meio ambiente humano para as gerações presentes e futuras se converteu na meta imperiosa da humanidade, que se deve perseguir, ao mesmo tempo em que se mantém as metas fundamentais já estabelecidas, da paz e do desenvolvimento econômico e social em todo o mundo, e em conformidade com elas.

7. Para se chegar a esta meta será necessário que cidadãos e comunidades, empresas e instituições, em todos os planos, aceitem as responsabilidades que possuem e que todos eles participem equitativamente, nesse esforço comum. Homens de toda condição e organizações de diferentes tipos plasmarão o meio ambiente do futuro, integrando seus próprios valores e a soma de suas atividades. As administrações locais e nacionais, e suas respectivas jurisdições, são as responsáveis pela maior parte do estabelecimento de normas e aplicações de medidas em grande escala sobre o meio ambiente. Também se requer a cooperação internacional com o fim de conseguir recursos que ajudem aos países em desenvolvimento a cumprir sua parte nesta esfera. Há um número cada vez maior de problemas relativos ao meio ambiente que, por ser de alcance regional ou mundial ou por repercutir no âmbito internacional comum, exigem uma ampla colaboração entre as nações e a adoção de medidas para as organizações internacionais, no interesse de todos. A Conferência encarece aos governos e aos povos que unam esforços para preservar e melhorar o meio ambiente humano em benefício do homem e de sua posteridade.

PRINCÍPIOS

Expressa a convicção comum de que:

Princípio 1. O homem tem o direito fundamental à liberdade, à igualdade e ao desfrute de condições de vida adequadas em um meio ambiente de qualidade tal que lhe permita levar uma vida digna e gozar de bem-estar, tendo a solene obrigação de proteger e melhorar o meio ambiente para as gerações presentes e futuras. A este respeito, as políticas que promovem ou perpetuam o apartheid, a segregação racial, a discriminação, a opressão colonial e outras formas de opressão e de dominação estrangeira são condenadas e devem ser eliminadas.

Princípio 2. Os recursos naturais da terra incluídos o ar, a água, a terra, a flora e a fauna e especialmente amostras representativas dos ecossistemas naturais devem ser preservados em benefício das gerações presentes e futuras, mediante uma cuidadosa planificação ou ordenamento.

Princípio 3. Deve-se manter, e sempre que possível, restaurar ou melhorar a capacidade da terra em produzir recursos vitais renováveis.

Princípios 4. O homem tem a responsabilidade especial de preservar e administrar judiciosamente o patrimônio da flora e da fauna silvestres e seu habitat, que se encontram atualmente, em grave perigo, devido a uma combinação de fatores adversos. Conseqüentemente, ao planificar o desenvolvimento econômico deve-se atribuir importância à conservação da natureza, incluídas a flora e a fauna silvestres.

Princípio 5. Os recursos não renováveis da terra devem empregar-se de forma que se evite o perigo de seu futuro esgotamento e se assegure que toda a humanidade compartilhe dos benefícios de sua utilização.

Princípio 6. Deve-se pôr fim à descarga de substâncias tóxicas ou de outros materiais que liberam calor, em quantidades ou concentrações tais que o meio ambiente não possa neutralizá-los, para que não se causem danos graves e irreparáveis aos ecossistemas. Deve-se apoiar a justa luta dos povos de todos os países contra a poluição.

Princípio 7. Os Estados deverão tomar todas as medidas possíveis para impedir a poluição dos mares por substâncias que possam por em perigo a saúde do homem, os recursos vivos e a vida marinha, menosprezar as possibilidades de derramamento ou impedir outras utilizações legítimas do mar.

Princípio 8. O desenvolvimento econômico e social é indispensável para assegurar ao homem um ambiente de vida e trabalho favorável e para criar na terra as condições necessárias de melhoria da qualidade de vida.

Princípio 9. As deficiências do meio ambiente originárias das condições de subdesenvolvimento e os desastres naturais colocam graves problemas. A melhor maneira de saná-los está no desenvolvimento acelerado, mediante a transferência de quantidades

consideráveis de assistência financeira e tecnológica que complementem os esforços internos dos países em desenvolvimento e a ajuda oportuna que possam requerer.

Princípio 10. Para os países em desenvolvimento, a estabilidade dos preços e a obtenção de ingressos adequados dos produtos básicos e de matérias primas são elementos essenciais para o ordenamento do meio ambiente, já que há de se Ter em conta os fatores econômicos e os processos ecológicos.

Princípio 11. As políticas ambientais de todos os Estados deveriam estar encaminhadas para aumentar o potencial de crescimento atual ou futuro dos países em desenvolvimento e não deveriam restringir esse potencial nem colocar obstáculos à conquista de melhores condições de vida para todos. Os Estados e as organizações internacionais deveriam tomar disposições pertinentes, com vistas a chegar a um acordo, para se poder enfrentar as consequências econômicas que poderiam resultar da aplicação de medidas ambientais, nos planos nacional e internacional.

Princípio 12. Recursos deveriam ser destinados para a preservação e melhoramento do meio ambiente tendo em conta as circunstâncias e as necessidades especiais dos países em desenvolvimento e gastos que pudessem originar a inclusão de medidas de conservação do meio ambiente em seus planos de desenvolvimento, bem como a necessidade de oferecer-lhes, quando solicitado, mais assistência técnica e financeira internacional com este fim.

Princípio 13. Com o fim de se conseguir um ordenamento mais racional dos recursos e melhorar assim as condições ambientais, os Estados deveriam adotar um enfoque integrado e coordenado de planejamento de seu desenvolvimento, de modo a que fique assegurada a compatibilidade entre o desenvolvimento e a necessidade de proteger e melhorar o meio ambiente humano em benefício de sua população.

Princípio 14. O planejamento racional constitui um instrumento indispensável para conciliar as diferenças que possam surgir entre as exigências do desenvolvimento e a necessidade de proteger y melhorar o meio ambiente.

Princípio 15. Deve-se aplicar o planejamento aos assentamento humanos e à urbanização com vistas a evitar repercussões prejudiciais sobre o meio ambiente e a obter os máximos benefícios sociais, econômicos e ambientais para todos. A este respeito devem-se abandonar os projetos destinados à dominação colonialista e racista.

Princípio 16. Nas regiões onde exista o risco de que a taxa de crescimento demográfico ou as concentrações excessivas de população prejudiquem o meio ambiente ou o desenvolvimento, ou onde, a baixa densidade de população possa impedir o melhoramento do meio ambiente humano e limitar o desenvolvimento, deveriam se aplicadas políticas demográficas que respeitassem os direitos humanos fundamentais e contassem com a aprovação dos governos interessados.

Princípio 17. Deve-se confiar às instituições nacionais competentes a tarefa de planejar, administrar ou controlar a utilização dos recursos ambientais dos estados, com o fim de melhorar a qualidade do meio ambiente.

Princípio 18. Como parte de sua contribuição ao desenvolvimento econômico e social deve-se utilizar a ciência e a tecnologia para descobrir, evitar e combater os riscos que ameaçam o meio ambiente, para solucionar os problemas ambientais e para o bem comum da humanidade.

Princípio 19. É indispensável um esforço para a educação em questões ambientais, dirigida tanto às gerações jovens como aos adultos e que preste a devida atenção ao setor da população menos privilegiado, para fundamentar as bases de uma opinião pública bem informada, e de uma conduta dos indivíduos, das empresas e das coletividades inspirada no sentido de sua responsabilidade sobre a proteção e melhoramento do meio ambiente em toda sua dimensão humana. É igualmente essencial que os meios de comunicação de massas evitem contribuir para a deterioração do meio ambiente humano e, ao contrário, difundam informação de caráter educativo sobre a necessidade de protegê-lo e melhorá-lo, a fim de que o homem possa desenvolver-se em todos os aspectos.

Princípio 20. Devem-se fomentar em todos os países, especialmente nos países em desenvolvimento, a pesquisa e o desenvolvimento científicos referentes aos problemas ambientais, tanto nacionais como multinacionais. Neste caso, o livre intercâmbio de informação científica atualizada e de experiência sobre a transferência deve ser objeto de apoio e de assistência, a fim de facilitar a solução dos problemas ambientais. As tecnologias ambientais devem ser postas à disposição dos países em desenvolvimento de forma a favorecer sua ampla difusão, sem que constituam uma carga econômica para esses países.

Princípio 21. Em conformidade com a Carta das Nações Unidas e com os princípios de direito internacional, os Estados têm o direito soberano de explorar seus próprios recursos em aplicação

de sua própria política ambiental e a obrigação de assegurar-se de que as atividades que se levem a cabo, dentro de sua jurisdição, ou sob seu controle, não prejudiquem o meio ambiente de outros Estados ou de zonas situadas fora de toda jurisdição nacional.

Princípio 22. Os Estados devem cooperar para continuar desenvolvendo o direito internacional no que se refere à responsabilidade e à indenização às vítimas da poluição e de outros danos ambientais que as atividades realizadas dentro da jurisdição ou sob o controle de tais Estados causem à zonas fora de sua jurisdição.

Princípio 23. Sem prejuízo dos critérios de consenso da comunidade internacional e das normas que deverão ser definidas a nível nacional, em todos os casos será indispensável considerar os sistemas de valores prevaletentes em cada país, e, a aplicabilidade de normas que, embora válidas para os países mais avançados, possam ser inadequadas e de alto custo social para países em desenvolvimento.

Princípio 24. Todos os países, grandes e pequenos, devem ocupar-se com espírito e cooperação e em pé de igualdade das questões internacionais relativas à proteção e melhoramento do meio ambiente. É indispensável cooperar para controlar, evitar, reduzir e eliminar eficazmente os efeitos prejudiciais que as atividades que se realizem em qualquer esfera, possam Ter para o meio ambiente, mediante acordos multilaterais ou bilaterais, ou por outros meios apropriados, respeitados a soberania e os interesses de todos os estados.

Princípio 25. Os Estados devem assegurar-se de que as organizações internacionais realizem um trabalho coordenado, eficaz e dinâmico na conservação e no melhoramento do meio ambiente.

Princípio 26. É preciso livrar o homem e seu meio ambiente dos efeitos das armas nucleares e de todos os demais meios de destruição em massa. Os Estados devem-se esforçar para chegar logo a um acordo – nos órgãos internacionais pertinentes- sobre a eliminação e a destruição completa de tais armas.

ANEXO B – Dados de previsão da safra no Brasil - 2016

Tabela: Dados de Área Plantada no Brasil 2016

Dados de Previsão de Safra			
Área Plantada - Hectare - Brasil - junho 2016			
Produto	Período		Variação (%)
	Safra 2015	Safra 2016	
1 Cereais, leguminosas e oleaginosas	58.266.635	58.481.634	+0,4
1.1 Algodão herbáceo	1.047.896	1.020.138	-2,6
1.2 Amendoim (1ª Safra)	102.871	114.228	+11,0
1.3 Amendoim (2ª Safra)	11.224	12.316	+9,7
1.4 Arroz	2.163.741	1.978.355	-8,6
1.5 Aveia	281.675	286.587	+1,7
1.6 Centeio	3.285	3.320	+1,1
1.7 Cevada	89.405	78.280	-12,4
1.8 Feijão (1ª Safra)	1.771.428	1.632.657	-7,8
1.9 Feijão (2ª Safra)	1.195.842	1.180.688	-1,3
1.10 Feijão (3ª Safra)	180.389	171.045	-5,2
1.11 Girassol	111.685	61.847	-44,6
1.12 Mamona	115.246	111.021	-3,7
1.13 Milho (1ª Safra)	6.012.553	5.361.564	-10,8
1.14 Milho (2ª Safra)	9.858.796	10.567.311	+7,2
1.15 Soja	32.133.069	33.142.855	+3,1
1.16 Sorgo	733.886	585.739	-20,2
1.17 Trigo	2.433.708	2.154.453	-11,5
1.18 Triticale	19.936	19.230	-3,5
2 Abacaxi	100.113	99.825	-0,3
3 Alho	10.836	9.176	-15,3
4 Banana	523.976	509.215	-2,8
5 Batata - inglesa (1ª Safra)	64.780	65.824	+1,6
6 Batata - inglesa (2ª Safra)	39.178	40.226	+2,7
7 Batata - inglesa (3ª Safra)	24.038	19.107	-20,5
8 Cacau	690.600	705.056	+2,1
9 Café arábica	1.785.100	1.776.825	-0,5
10 Café canephora	518.533	518.841	+0,1
11 Cana-de-açúcar	11.106.341	11.252.304	+1,3
12 Castanha-de-caju	638.294	613.716	-3,9
13 Cebola	57.651	56.812	-1,5
14 Coco-da-baía	252.109	247.486	-1,8
15 Fumo	405.413	385.197	-5,0
16 Guaraná	10.820	15.062	+39,2
17 Juta	2.372	700	-70,5
18 Laranja	764.911	756.099	-1,2
19 Maçã	36.282	34.664	-4,5

20 Malva	6.331	9.986	+57,7
21 Mandioca	2.108.895	2.127.390	+0,9
22 Pimenta-do-reino	31.080	37.553	+20,8
23 Sisal ou agave	257.383	156.637	-39,1
24 Tomate	62.096	55.587	-10,5
25 Uva	78.931	77.546	-1,8

Nota: Para as Unidades da Federação, que por força do calendário agrícola, ainda não dispõem das estimativas iniciais, os dados correspondem a uma projeção obtida a partir das informações de anos anteriores.

Fonte: Levantamento Sistemático da Produção Agrícola (LSPA)

Fonte: IBGE - Instituto brasileiro de geografia e estatística – Safra 2016

Tabela: Dados de Produção Safra Brasil 2016

Dados de Previsão de Safra			
Produção - Brasil - junho 2016			
Produto	Período		Variação (%)
	Safra 2015	Safra 2016	
1 Cereais, leguminosas e oleaginosas (Toneladas)	209.399.321	191.825.805	-8,4
1.1 Algodão herbáceo (Toneladas)	4.096.849	3.705.171	-9,6
1.2 Amendoim (1ª Safra) (Toneladas)	329.940	397.898	+20,6
1.3 Amendoim (2ª Safra) (Toneladas)	21.518	22.439	+4,3
1.4 Arroz (Toneladas)	12.303.130	10.807.381	-12,2
1.5 Aveia (Toneladas)	476.030	639.683	+34,4
1.6 Centeio (Toneladas)	4.746	6.072	+27,9
1.7 Cevada (Toneladas)	189.908	267.190	+40,7
1.8 Feijão (1ª Safra) (Toneladas)	1.384.283	1.295.262	-6,4
1.9 Feijão (2ª Safra) (Toneladas)	1.293.086	1.184.785	-8,4
1.10 Feijão (3ª Safra) (Toneladas)	443.321	433.730	-2,2
1.11 Girassol (Toneladas)	154.778	82.956	-46,4
1.12 Mamona (Toneladas)	76.337	85.038	+11,4
1.13 Milho (1ª Safra) (Toneladas)	29.300.390	25.201.229	-14,0
1.14 Milho (2ª Safra) (Toneladas)	56.208.795	44.908.565	-20,1
1.15 Soja (Toneladas)	97.179.908	96.569.646	-0,6
1.16 Sorgo (Toneladas)	2.121.681	1.259.156	-40,7
1.17 Trigo (Toneladas)	5.368.338	6.355.362	+18,4
1.18 Triticale (Toneladas)	44.054	49.259	+11,8
2 Abacaxi (Mil frutos)	1.773.270	1.774.834	+0,1
3 Alho (Toneladas)	120.569	98.842	-18,0
4 Banana (Toneladas)	6.949.316	6.856.169	-1,3
5 Batata - inglesa (1ª Safra) (Toneladas)	1.762.454	1.851.160	+5,0
6 Batata - inglesa (2ª Safra) (Toneladas)	1.093.072	1.137.775	+4,1
7 Batata - inglesa (3ª Safra) (Toneladas)	826.150	618.893	-25,1
8 Cacau (Toneladas)	255.216	263.539	+3,3
9 Café arábica (Toneladas)	1.993.444	2.399.034	+20,3

10 Café canephora (Toneladas)	655.113	526.403	-19,6
11 Cana-de-açúcar (Toneladas)	750.107.378	726.684.707	-3,1
12 Castanha-de-caju (Toneladas)	104.475	215.973	+106,7
13 Cebola (Toneladas)	1.422.117	1.562.402	+9,9
14 Coco-da-baía (Mil frutos)	1.833.435	1.836.981	+0,2
15 Fumo (Toneladas)	865.674	685.726	-20,8
16 Guaraná (Toneladas)	3.360	3.649	+8,6
17 Juta (Toneladas)	1.971	790	-59,9
18 Laranja (Toneladas)	16.197.828	15.679.125	-3,2
19 Maçã (Toneladas)	1.262.583	1.041.293	-17,5
20 Malva (Toneladas)	4.787	13.799	+188,3
21 Mandioca (Toneladas)	22.784.285	22.528.392	-1,1
22 Pimenta-do-reino (Toneladas)	54.235	53.348	-1,6
23 Sisal ou agave (Toneladas)	179.590	133.053	-25,9
24 Tomate (Toneladas)	4.145.553	3.494.952	-15,7
25 Uva (Toneladas)	1.492.138	958.676	-35,8

Nota: 1 - Para as Unidades da Federação, que por força do calendário agrícola, ainda não dispõem das estimativas iniciais, os dados correspondem a uma projeção obtida a partir das informações de anos anteriores.

2 - No total da produção dos cereais, leguminosas e oleaginosas estão contabilizados apenas 61% da produção do algodão herbáceo, que corresponde ao caroço de algodão.

Fonte: Levantamento Sistemático da Produção Agrícola (LSPA)